

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 724 329**

51 Int. Cl.:

A01G 31/02 (2006.01)

A01G 31/00 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.08.2014 PCT/JP2014/071141**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.02.2015 WO15025752**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.08.2014 E 14837962 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2019 EP 3036988**

54 Título: **Sistema de cultivo de plantas y procedimiento para el cultivo de plantas**

30 Prioridad:

19.08.2013 JP 2013169317

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

10.09.2019

73 Titular/es:

**MEBIOL INC. (100.0%)
1-25-8 Nakahara
Hiratsuka-shi Kanagawa 254-0075, JP**

72 Inventor/es:

**YOSHIOKA, HIROSHI;
MORI, YUICHI;
OKAMOTO, AKIHIRO;
MIURA, SHIGEKI y
MIZUTANI, TOMOYOSHI**

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 724 329 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 cultivo de plantas y procedimiento para el cultivo de plantas

5 Sector de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de cultivo de plantas y a un procedimiento para el cultivo de plantas, utilizando el sistema y el procedimiento una película hidrófila no porosa, especialmente una película de alcohol polivinílico (PVA).

10 Antecedentes de la técnica

Los inventores de la presente invención han realizado desde hace tiempo varios estudios sobre tecnología de cultivo de fluidos de nutrientes utilizando una película hidrófila no porosa, y han dado a conocer los siguientes sistemas de cultivo de plantas y procedimientos de cultivo de plantas: un dispositivo de cultivo de plantas y un procedimiento de cultivo de plantas que utilizan ambos una tecnología en la que se cultiva una planta sobre una película hidrófila no porosa dispuesta en contacto con un líquido nutriente mientras que permite que la película se integre con las raíces de la planta (documento de Patente 1); un dispositivo de cultivo de plantas y un procedimiento de cultivo de plantas que utilizan ambos una tecnología en la que también se realiza una irrigación desde la parte superior de la película hidrófila no porosa (documento de Patente 2); un sistema de cultivo de plantas que utiliza una tecnología en la que la película hidrófila no porosa se transfiere de forma continua a lo largo de un líquido nutriente y en contacto con el mismo (documento de Patente 3); un sistema de cultivo de plantas que utiliza una tecnología en la que se dispone un material de supresión de la evaporación, a través de una capa de aire, por encima de la película hidrófila no porosa (documento de Patente 4); y un sistema de cultivo de plantas que utiliza una tecnología en la que un líquido nutriente se alimenta, de forma continua, a la superficie inferior de la película hidrófila no porosa (documento de Patente 5).

Documento de Patente 1: publicación previa al examen de la solicitud de la Patente japonesa (Saihyo) No. 2004-64499

Documento de Patente 2: Patente japonesa No. 4425244

Documento de Patente 3: memoria descriptiva abierta a inspección pública de la solicitud de Patente japonesa sin examinar No. 2008-182909

Documento de Patente 4: memoria descriptiva abierta a inspección pública de la solicitud de Patente japonesa sin examinar No. 2008-193980

Documento de Patente 5: Patente japonesa No. 4142725

35 Características de la invenciónProblemas a ser resueltos por la invención

Sin embargo, los sistemas de cultivo de plantas de los documentos de Patente 1 a 5 tienen el problema de que cuando una planta que forma raíces fuertes se cultiva durante un largo período de tiempo en la película hidrófila no porosa que tiene su superficie inferior en contacto con un líquido nutriente, las raíces de las plantas que se han formado en contacto directo con la película penetran a través de la película.

45 Cuando las raíces de la planta penetran a través de la película, las raíces de la planta entran en contacto directo con el líquido nutriente y, por lo tanto, están expuestas a la infección por bacterias y virus que se propagan en el líquido nutriente, lo que hace que sea imposible cultivar la planta en condiciones saludables.

Además, cuando las raíces de la planta penetran a través de la película, se forma un orificio en la película que hace que el líquido nutriente fluya a través de la superficie superior de la película, lo que conduce a la aparición de pudrición de la raíz, lo que hace que sea imposible cultivar la planta en condiciones saludables.

Además, cuando las raíces de la planta penetran a través de la película, las raíces de la planta entran en contacto directamente con el líquido nutriente, haciendo, de este modo, que sea imposible aplicar a la planta un grado satisfactorio de estrés hídrico (es decir, una tensión aplicada al hacer que la planta absorba agua a través de la película), lo que conduce a la aparición de una disminución de la calidad de la planta.

Además, tal como se da a conocer en el documento de Patente 6, para evitar que las raíces de las plantas penetren a través de la película, es necesario que la película tenga un espesor, como mínimo, de 60 μm . Cuando aumenta el espesor de la película, se plantean problemas no solo porque la velocidad de permeación del líquido nutriente disminuye, lo que conduce a la aparición de inhibición del crecimiento de la planta, sino también porque el coste de producción de la película aumenta.

Documento de Patente 6: memoria descriptiva abierta a inspección pública de la solicitud de Patente japonesa sin examinar No. 2008-61503

Documento de Patente 7: el documento WO 2012/043192 A1 da a conocer el preámbulo de las reivindicaciones independientes 1 a 7.

Medios para resolver los problemas

5 En esta situación, los inventores de la presente invención han realizado estudios extensivos e intensivos con miras a resolver los problemas mencionados anteriormente. Como resultado, se ha encontrado, de forma inesperada, que una película de alcohol polivinílico (PVA) que muestra una excelente absorción y permeabilidad del agua o un líquido nutriente se puede conseguir haciendo que una película de PVA tenga un grado de hinchamiento en equilibrio en el intervalo de desde el 125 hasta el 250 %, medido en agua a 30 °C.

10 De forma adicional, además de la propiedad mencionada anteriormente, los inventores de la presente invención también han prestado atención a la propiedad viscoelástica de una película de alcohol polivinílico (PVA), especialmente la tangente de pérdida ($\tan \delta$) de la misma a 1 Hz, mostrada en agua a una temperatura predeterminada, y han encontrado que una película de PVA que muestra una excelente resistencia de película adecuada para el cultivo de plantas puede conseguirse haciendo que una película de PVA tenga una tangente de pérdida ($\tan \delta$) en el intervalo de desde 0,005 hasta 0,2, medida en un estado hinchado en equilibrio en agua a 15 30 °C. Basándose en estos descubrimientos, la presente invención se ha completado.

20 De forma más específica, la presente invención da a conocer un sistema de cultivo de plantas y un procedimiento para el cultivo de una planta, según las reivindicaciones adjuntas.

Efectos de la invención.

25 Al realizar el cultivo de plantas utilizando el sistema de cultivo de plantas de la presente invención empleando una película de PVA que tiene no solo una excelente absorción y permeabilidad del agua o un líquido nutriente, sino también una excelente resistencia de película, se puede hacer que las raíces de las plantas absorban cantidades satisfactorias de componentes nutrientes durante un período de tiempo largo de manera eficaz y estable, evitando, al mismo tiempo, la infección por bacterias y similares causantes de enfermedades de las plantas y también evitando que las raíces de las plantas sufran una deficiencia de oxígeno causante de la pudrición de la raíz y similares, haciendo posible, por lo tanto, promover de forma notable del crecimiento de las plantas durante un largo periodo de tiempo.

MEJOR MODO PARA LLEVAR A CABO LA INVENCION

35 A continuación, la presente invención se explicará de forma más ilustrativa.

La película de PVA utilizada en la presente invención se produce a partir de PVA como materia prima. El procedimiento para producir PVA no está particularmente limitado, y el PVA se puede producir mediante procedimientos conocidos. Es decir, el PVA se puede obtener mediante un procedimiento que comprende la polimerización de un compuesto de éster vinílico y la saponificación del polímero de éster vinílico resultante.

40 Entre los ejemplos de compuestos de éster vinílico se incluyen formiato de vinilo, acetato de vinilo, acetato de trifluorovinilo, propionato de vinilo, butirato de vinilo, caprato de vinilo, laurato de vinilo, versatato de vinilo, palmitato de vinilo y estearato de vinilo. Estos compuestos de éster vinílico se pueden utilizar solos o en combinación. Entre los compuestos de éster vinílico mencionados anteriormente, el acetato de vinilo es preferente desde el punto de vista práctico.

45 En la presente invención, además de los compuestos de éster vinílico, los comonómeros pueden copolimerizarse en una cantidad de aproximadamente el 0,5 a aproximadamente el 10 % molar, siempre que el objetivo de la presente invención no se vea afectado de forma adversa. Entre los ejemplos de comonómeros se incluyen olefinas, tales como propileno, isobutileno, α -octeno, α -dodeceno y α -octadeceno; ácidos insaturados, tales como ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido crotónico, ácido maleico, anhídrido maleico y ácido itacónico, sales de ácidos insaturados y ésteres monoalquílicos o dialquílicos de ácidos insaturados; nitrilos, tales como acrilonitrilo y metacrilonitrilo; amidas, tales como acrilamida y metacrilamida; ácidos olefinsulfónicos, tales como ácidos etilensulfónicos, ácido alilsulfónico y ácido metalilsulfónico, y sales de ácidos olefinsulfónicos; alquil vinil éteres, cloruro de N-acrilamida metiltrimetilamonio, cloruro de aliltrimetilamonio, cloruro de dimetildialilamonio, dimetilalil vinil cetona, N-vinilpirrolidona, cloruro de vinilo, cloruro de vinilideno; polioxialquileno (met)alil éteres, tales como polioxietileno (met)alil éter, y polioxipropileno (met)alil éter; (met)acrilatos de polioxialquileno, tales como (met)acrilato de polioxietileno y (met)acrilato de polioxipropileno; polioxialquileno (met)acrilamidas, tales como polioxietileno (met)acrilamida y polioxipropileno (met)acrilamida; polioxietilen (1-(met)acrilamida-1,1-dimetilpropil) éster, polioxietileno vinil éter, polioxipropileno vinil éter, polioxietilen alil amina, polioxipropileno alil amina, polioxietilen vinil amina, polioxipropileno vinil amina, 3,4-diacetoxi-1-buteno, carbonato de vinil etilo y acetato de isopropenilo.

65 Con respecto al procedimiento para realizar la polimerización (o copolimerización), no existe una limitación particular. Se puede utilizar cualquier procedimiento de polimerización conocido. Sin embargo, en general, se utiliza una polimerización en solución utilizando, como disolvente, un alcohol, tal como metanol, etanol o alcohol

isopropílico. Por supuesto, puede utilizarse polimerización en emulsión o polimerización en suspensión.

La reacción de polimerización se realiza utilizando un catalizador de polimerización por radicales conocido, tal como azobisisobutironitrilo, peróxido de acetilo, peróxido de benzoílo o peróxido de lauroílo. La temperatura de reacción se selecciona en el intervalo de desde 35 hasta 200 °C (de forma más preferente desde 50 hasta 80 °C).

La saponificación del polímero de éster vinílico obtenido se realiza mediante un procedimiento en el que el polímero de éster vinílico se disuelve en un alcohol o en un disolvente mixto compuesto de un alcohol y un éster de ácido graso, y la reacción de saponificación se ejecuta en presencia de un catalizador alcalino. Entre los ejemplos de alcoholes se incluyen metanol, etanol y butanol. Entre los ejemplos de ésteres de ácidos grasos como disolventes se incluyen acetato de metilo, acetato de etilo y acetato de butilo. Además, otros disolventes, tales como benceno y hexano, pueden utilizarse en combinación con ésteres de ácidos grasos. La concentración del copolímero de éster vinílico en la mezcla del mismo con un alcohol se selecciona en el intervalo del 20 al 50 % en peso.

Como catalizadores de saponificación, se pueden utilizar catalizadores alcalinos, y entre los ejemplos de catalizadores alcalinos se incluyen hidróxidos y alcoholatos de metales alcalinos, tales como hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, metilato de sodio, etilato de sodio y metilato de potasio. El catalizador se utiliza en una cantidad de desde 1 hasta 100 equivalentes milimolares, en relación con el copolímero de éster vinílico. Si se desea, la saponificación se puede realizar utilizando un catalizador ácido, tal como ácido clorhídrico, ácido sulfúrico o ácido p-toluensulfónico.

El grado de saponificación del PVA es, de forma preferente, el 90 % molar o más (de forma más preferente el 95 % molar o más, y de forma aún más preferente el 99 % molar o más). Cuando el grado de saponificación del PVA es inferior al 90 % molar, es posible que se reduzca la resistencia al agua del PVA, de forma desventajosa.

El grado promedio de polimerización del PVA es, de forma preferente, de 1.100 o más (de forma más preferente, desde 1.300 hasta 4.500, y de forma aún más preferente desde 1.300 hasta 4.200). Cuando el grado de polimerización promedio es inferior a 1.100, es posible que el PVA no muestre una resistencia de película satisfactoria y es probable que pueda sufrir roturas o similares, de manera desventajosa. El grado de polimerización promedio utilizado en la presente especificación es un grado de polimerización promedio medido de acuerdo con la norma JIS K6726.

Con respecto al PVA utilizado en la presente invención, es preferente que el contenido de acetato de sodio se haya ajustado al 0,8 % en peso o menos (de forma más ventajosa, al 0,5 % en peso o menos), desde el punto de vista de mejorar la resistencia térmica y la resistencia a la decoloración.

Con respecto al procedimiento para producir una película utilizando el PVA, no existe ninguna limitación particular. La película se puede producir por procedimientos conocidos. Los ejemplos de producción se describirán más adelante, pero no pretenden limitar el alcance de la presente invención. La solución de PVA utilizada para producir una película (formación de película) puede ser, por ejemplo, una solución acuosa de PVA que tiene un contenido de PVA (concentración) desde el 5 hasta el 70 % en peso (de forma preferente, desde el 10 hasta el 60 % en peso).

Si se desea, la solución acuosa de PVA mencionada anteriormente puede incorporarse, de forma adecuada, con aditivos comunes. Entre los ejemplos de dichos aditivos se incluyen alcoholes polihídricos, tales como etilenglicol, glicerol, polietilenglicol, dietilenglicol y trietilenglicol; antioxidantes, tales como fenoles y aminas; estabilizadores, tales como ésteres fosfóricos; colorantes, fragancias, cargas/extensores, agentes antiespumantes, agentes de liberación, absorbentes de ultravioleta, polvos inorgánicos y surfactantes. Además, pueden añadirse resinas solubles en agua distintas del alcohol polivinílico, tales como almidón, carboximetilcelulosa, metilcelulosa e hidroximetilcelulosa.

La solución de PVA acuosa preparada de este modo se somete a formación de película utilizando una máquina formadora de película (extrusora). La temperatura de amasado en fusión en la extrusora está, de forma preferente, en el intervalo de 55 a 140 °C (de forma más preferente, de 55 a 130 °C). Cuando la temperatura de amasado en fusión es inferior a 55 °C, se produce una disminución de la condición de la superficie de la película. Cuando la temperatura de amasado en fusión es superior a 140 °C, se produce una formación de espuma. La película extruida se somete a secado. La temperatura de secado se encuentra, de forma preferente, en el intervalo de 70 a 120 °C (de forma más preferente, de 80 a 100 °C). Cuando la temperatura de secado es inferior a 70 °C, se producen problemas porque el secado requiere demasiado tiempo o queda mucha humedad incluso después del secado. Cuando la temperatura de secado es superior a 120 °C, la película adquiere una flexibilidad deficiente, dando posiblemente como resultado la aparición de dificultades en la etapa de orientación de estiramiento posterior.

Para obtener una película de PVA, la solución acuosa de PVA puede someterse directamente a la formación de película. Sin embargo, si se desea, antes de su utilización en la formación de película, la solución acuosa de PVA se puede someter, en primer lugar, a la formación de gránulos o escamas. A continuación, los gránulos o escamas resultantes pueden alimentarse a una extrusora para realizar la formación de película.

La película de PVA obtenida por el procedimiento descrito anteriormente se puede utilizar en el sistema de cultivo de plantas de la presente invención. Sin embargo, desde el punto de vista de conferir a la película de PVA propiedades estabilizadas con respecto a la flexibilidad y la resistencia mecánica, es preferente que la película de PVA se someta a un tratamiento de orientación de estiramiento. El tratamiento de orientación de estiramiento se describe a continuación.

El tratamiento de orientación de estiramiento se puede realizar para efectuar una orientación monoaxial en la dirección longitudinal (dirección de la máquina) solamente. Sin embargo, desde el punto de vista de mejorar las propiedades mencionadas anteriormente, es preferente que el tratamiento de orientación de estiramiento se realice para efectuar una orientación biaxial en ambas direcciones longitudinal y transversal. El tratamiento de orientación de estiramiento biaxial se puede realizar con cualquiera de un estiramiento biaxial secuencial y un estiramiento biaxial simultáneo. En el caso del tratamiento de orientación de estiramiento biaxial, es preferente que el contenido de agua de la película de PVA antes del tratamiento de orientación de estiramiento se haya ajustado a un valor en el intervalo desde el 5 hasta el 30 % en peso (de forma más ventajosa, desde el 20 hasta el 30 % en peso). Cuando el contenido de agua de la película de PVA está fuera de este intervalo, la proporción de estiramiento no puede elevarse a un nivel máximo. El procedimiento para ajustar el contenido de agua de la película de PVA no está particularmente limitado. El ajuste del contenido de agua de la película de PVA se puede realizar, por ejemplo, mediante un procedimiento en el que la operación de secado se realiza de tal modo que se consiga el contenido de agua deseado, o un procedimiento en el que una película de PVA que tiene un contenido de agua de menos del 5 % en peso se somete a una inmersión en agua o a un tratamiento en una atmósfera con humedad, de tal modo que se consiga el contenido de agua deseado.

Con respecto a la proporción de estiramiento, no existe limitación particular. Sin embargo, es preferente que la proporción de estiramiento en la dirección longitudinal esté en el intervalo de desde 1,5 hasta 5,0 veces, de forma más ventajosa, desde 2,0 hasta 5,0 veces, y que la proporción de estiramiento en la dirección transversal esté en el intervalo de desde 1,5 hasta 5,0 veces, de forma más ventajosa, desde 2,0 hasta 5,0 veces. Cuando la proporción de estiramiento en la dirección longitudinal es inferior a 1,5 veces, es poco probable que se obtenga una mejora en las propiedades (es decir, la disminución de la tangente de pérdida ($\tan \delta$) medida en un estado hinchado en agua). Cuando la proporción de estiramiento en la dirección longitudinal es más de 5,0 veces, es probable que se produzca una división en la dirección longitudinal. Cuando la proporción de estiramiento en la dirección transversal es inferior a 1,5 veces, es poco probable que se obtenga una mejora en las propiedades (es decir, disminución de la tangente de pérdida ($\tan \delta$) medida en un estado hinchado en agua). Cuando la proporción de estiramiento en la dirección transversal es más de 5,0 veces, se producirá una ruptura de la película.

Después de la etapa del tratamiento de orientación de estiramiento biaxial, es preferente realizar la fijación por calor. La temperatura para la fijación por calor es, de forma preferente, una temperatura que es más baja que la temperatura de fusión del alcohol polivinílico. Sin embargo, cuando la temperatura para la fijación por calor es inferior a la temperatura de fusión del alcohol polivinílico en 80 °C o más, se plantean problemas porque la estabilidad dimensional es pobre y la contracción se vuelve grande. Por otro lado, cuando la temperatura para la fijación por calor es más alta que la temperatura de fusión del alcohol polivinílico, el espesor de la película varía considerablemente. Por ejemplo, cuando el alcohol polivinílico es un producto de saponificación de un homopolímero de acetato de vinilo, la temperatura para la fijación por calor se encuentra, de forma preferente, en el intervalo de 140 a 250 °C y el tiempo para la fijación por calor se encuentra, de forma preferente, en el intervalo de 1 a 30 segundos, de forma más preferente, de 5 a 10 segundos.

Con respecto a la película de PVA, cuanto mayor sea la temperatura para la fijación por calor y cuanto más largo sea el tiempo para la fijación por calor, menor será la tangente de pérdida ($\tan \delta$) medida en un estado hinchado en agua. Por lo tanto, al controlar adecuadamente la temperatura y el tiempo para la fijación por calor, se puede obtener un valor deseado de las propiedades, es decir, la tangente de pérdida ($\tan \delta$) medida en un estado hinchado en agua. La fijación por calor puede realizarse en una sola etapa o en una pluralidad de etapas utilizando diferentes temperaturas y diferentes tiempos. Desde el punto de vista de la facilidad para obtener un valor deseado de las propiedades, es decir, la tangente de pérdida ($\tan \delta$) medida en un estado hinchado en agua, es preferente que la fijación por calor se realice en una pluralidad de etapas.

Si se desea, la película de PVA orientada biaxialmente obtenida puede someterse a lavado con agua y secado. El procedimiento para realizar el lavado y el procedimiento para realizar el secado no están particularmente limitados. Por ejemplo, el lavado y el secado se pueden realizar mediante un procedimiento en el que la película de PVA se sumerge en un baño de agua a una temperatura adecuada para hacer que la película de PVA absorba agua, y la película de PVA se extrae del baño de agua y se sopla con aire a temperatura ambiente o una temperatura elevada para secar la película de PVA, ajustando de este modo el contenido de agua de la película de PVA a un valor deseado.

Es preferente que la película de PVA que se utiliza en la presente invención tenga un espesor de 5 a 100 μm (de forma más ventajosa, de 10 a 60 μm). Cuando el espesor de la película es menor que el intervalo mencionado anteriormente, es poco probable que la película de PVA resista la penetración de las raíces de las plantas. Cuando el espesor de la película es mayor que el intervalo mencionado anteriormente, la permeación de los componentes del fertilizante a través de la película de PVA requiere demasiado tiempo. El intervalo mencionado anteriormente

también es ventajoso desde el punto de vista de la productividad comercial.

Es preferente que la película de PVA que se utiliza en la presente invención tenga un grado de hinchamiento en equilibrio en el intervalo del 125 al 250 %, de forma más ventajosa, del 150 al 200 %, medido en agua a 30 °C. Cuando el grado de hinchamiento en equilibrio de la película de PVA es menor que el intervalo mencionado anteriormente, la permeación de los componentes de agua y fertilizante a través de la película de PVA se vuelve insatisfactoria, retrasándose, de este modo, la velocidad de crecimiento de una planta. Por otro lado, cuando el grado de hinchamiento en equilibrio de la película de PVA es mayor que el intervalo mencionado anteriormente, se reduce la resistencia de la película de PVA en agua, de modo que es poco probable que la película de PVA resista la penetración de las raíces de las plantas.

El grado de hinchamiento en equilibrio de la película de PVA en agua a 30 °C se mide de la siguiente manera. Primero, se recorta una película de PVA que tiene una forma cuadrada de 20 cm x 20 cm de una película de PVA en estado seco, y se mide su peso (a) (en la unidad g). A continuación, la película de PVA recortada se sumerge y se deja en agua a 30 °C durante 30 minutos. Posteriormente, la película de PVA se retira del agua, el exceso de agua en la superficie de la película de PVA se elimina rápidamente y se mide el peso (b) (en la unidad g) de la película de PVA. El grado de hinchamiento en equilibrio se calcula mediante la fórmula: $b/a \times 100 \%$.

Un comportamiento viscoelástico dinámico que se requiere de la película de PVA utilizada en la presente invención es tal que el módulo elástico de almacenamiento (G') de la película de PVA medido en un estado hinchado en equilibrio en agua a 30 °C está en el intervalo de 5.000 a 100.000 Pa, de forma más preferente de 10.000 a 80.000 Pa.

Otro comportamiento viscoelástico dinámico que se requiere de la película de PVA utilizada en la presente invención es tal que el módulo de pérdida de elasticidad (G'') de la película de PVA medido en un estado hinchado en equilibrio en agua a 30 °C está en el intervalo de 100 a 10.000 Pa, de forma más preferente de 300 a 8.000 Pa.

Aún otro comportamiento viscoelástico dinámico que se requiere de la película de PVA utilizada en la presente invención es tal que la tangente de pérdida ($\tan \delta$) (que es la proporción (G''/G') del módulo elástico de pérdida (G'') con respecto al módulo elástico de almacenamiento (G') de la película de PVA está en el intervalo de 0,005 a 0,2, de forma más preferente, de 0,01 a 0,1, medido en un estado hinchado en equilibrio en agua a 30 °C.

Cuando la tangente de pérdida ($\tan \delta$) de la película de PVA medida en un estado hinchado en equilibrio en agua a 30 °C es mayor que el intervalo mencionado anteriormente, es probable que ocurra la penetración de la raíz a través de la película de PVA. Por otro lado, cuando la tangente de pérdida ($\tan \delta$) de la película de PVA medida en un estado hinchado en equilibrio en agua a 30 °C es menor que el intervalo mencionado anteriormente, la película adquiere una flexibilidad deficiente y es probable que sufra fractura por fragilidad.

Una película de PVA hinchada con agua es un hidrogel y se comporta como un cuerpo viscoelástico. Cuando se aplica una tensión a un cuerpo viscoelástico para deformarlo, la mayor parte de la tensión aplicada se almacena como energía de deformación interna, que a su vez actúa como una fuerza impulsora de restauración al eliminar la tensión aplicada. Sin embargo, una parte del esfuerzo aplicado se consume a través de la fricción interna del movimiento molecular debido a la deformación y finalmente se convierte en calor. Un valor que indica la magnitud de esta fricción interna es la tangente de pérdida ($\tan \delta$).

Por lo tanto, el hecho de que una película de PVA hinchada con agua tenga un valor pequeño de tangente de pérdida ($\tan \delta$) significa que la película de PVA tiene una propiedad fuerte para restaurar su forma original después de deformarse. A la inversa, el hecho de que una película de PVA hinchada con agua tenga un valor grande de tangente de pérdida ($\tan \delta$) significa que, cuando se aplica una tensión de deformación a la película de PVA hinchada con agua, es probable que la película de PVA experimente un movimiento molecular en sí misma, y la tensión se disipa con la deformación.

Se considera que la penetración de las raíces de las plantas a través de una película de PVA se produce de la manera que se describe a continuación. Las raíces colocadas en contacto directo con la película crecen hacia abajo en busca de componentes nutrientes presentes debajo de la superficie inferior de la película mientras arrastran la película hacia abajo. En este proceso, el crecimiento de la raíz genera una tensión en la película. En el caso en el que la película de PVA tenga un valor grande de tangente de pérdida ($\tan \delta$), la película de PVA experimenta un movimiento molecular en sí misma y, por lo tanto, alivia la tensión por deformación. La película de PVA que tiene un valor grande de tangente de pérdida ($\tan \delta$) continúa sufriendo tal deformación y finalmente es penetrada por las raíces. Es decir, la película de PVA hinchada con agua conduce a una fractura dúctil.

Por otro lado, en el caso en el que la película de PVA hinchada con agua tenga un pequeño valor de tangente de pérdida ($\tan \delta$), aunque el crecimiento de las raíces de las plantas colocadas en contacto directo con la película genera una tensión en la película, la mayor parte de la tensión se almacena en la película como energía de deformación interna. Las raíces de las plantas continúan creciendo y extendiéndose en busca de un nuevo punto de contacto en la película. Cuando el punto de crecimiento de las raíces encuentra un nuevo punto de contacto y se

adhiera al mismo, la tensión ejercida por las raíces de la planta en la película de PVA se elimina, y la película recupera su forma original mediante la energía de deformación interna almacenada. Por lo tanto, se considera que, en el caso en el que la película de PVA hinchada por el agua tenga un pequeño valor de tangente de pérdida ($\tan \delta$), se evita la penetración de las raíces de las plantas a través de la película.

5 En la presente invención, el comportamiento viscoelástico dinámico de una película de PVA en un estado hinchado en equilibrio en agua se mide mediante el siguiente procedimiento. Una película de PVA se sumerge en agua a 30 °C durante 30 minutos. A la película de PVA tratada de este modo se le aplica una vibración a 1 Hz en un ambiente de vapor de agua saturado a 30 °C, y la película de PVA se somete a una medición del módulo elástico de almacenamiento (G'), módulo elástico de pérdida (G'') y tangente de pérdida ($\tan \delta$).

10 En la presente invención, el comportamiento viscoelástico dinámico de una película de PVA en un estado hinchado en equilibrio en agua se mide por medio de un aparato de medición viscoelástica del tipo de control de tensión (reómetro AR-500, fabricado y vendido por TA Instruments Japan Inc.). Forma y tamaño de la celda de medición: 15 discos paralelos de acero inoxidable (diámetro: 4,0 cm) con una trampa de disolvente de aluminio.

Frecuencia de medición: 1 Hz.

Temperatura de medición: 30 °C.

Tensión y desplazamiento aplicados: en una región lineal. Específicamente, por ejemplo, la tensión aplicada es de 10 a 200 Pa, y el desplazamiento es de 10^{-6} a 10^{-5} radianes.

20 El procedimiento específico es el siguiente.

1) Una película de PVA que se va a someter a medición se sumerge en agua a 30 °C durante 30 minutos.

2) La película de PVA que ha alcanzado un estado hinchado en equilibrio por la operación mencionada anteriormente se saca del agua, y se corta de la misma una película circular que tiene un diámetro de 4 cm de tal modo que se encaja 25 en discos paralelos de acero inoxidable (diámetro: 4,0 cm) que se utilizan como dispositivo de medición.

3) La trampa de disolvente y el agua como disolvente se colocan en el dispositivo de medición mientras se mantiene la película en contacto directo con el dispositivo de medición, y el sistema resultante se monta en el aparato de medición.

4) La etapa de medición se eleva, la película de PVA que se va a someter a la medición se intercala entre el dispositivo de medición y la etapa de medición, y la separación se ajusta de manera que la película esté en contacto 30 directo con el dispositivo de medición y la etapa de medición. Durante esta operación, se tiene cuidado de asegurar que no se produzcan deslizamientos entre la película de PVA, el dispositivo de medición y la etapa de medición, y que la película no esté comprimida.

5) La temperatura de la etapa de medición se establece en 30 °C, y la viscoelasticidad dinámica se mide a una frecuencia de medición de 1 Hz en condiciones tales que la tensión y el desplazamiento se encuentran en una 35 región lineal.

40 En la presente invención, la película de PVA producida de la manera mencionada anteriormente se utiliza en el sistema de cultivo de plantas para cultivar una planta. El sistema de cultivo de plantas y el procedimiento para el cultivo de plantas se explican específicamente a continuación.

<Sistema de cultivo de plantas>

45 En el sistema de cultivo de plantas de la presente invención, la película de PVA es común. Sin embargo, dependiendo del tipo de medio de retención de líquido nutriente, el sistema de cultivo de plantas de la presente invención se clasifica, de forma general, en 2 tipos. El tipo 1 es un sistema de cultivo de plantas en el que los medios de retención del líquido nutriente son un tanque hidropónico que aloja un líquido nutriente que está dispuesto para estar en contacto con la superficie inferior de la película de PVA. Este tipo de sistema de cultivo de plantas se da a conocer en el documento de Patente 1.

50 El tipo 2 es un sistema de cultivo de plantas en el que el medio de retención del líquido nutriente es un material que tiene una superficie impermeable al agua sobre la película de PVA o por encima de la misma, y en el que el sistema de cultivo de plantas comprende, además, un medio de alimentación de líquido nutriente para alimentar de forma continua o intermite líquido nutriente a una posición entre la película de PVA y los medios de retención de líquido nutriente. Un ejemplo representativo de los medios de alimentación de líquido nutriente es un tubo de irrigación por 55 goteo dispuesto entre la película de PVA y el medio de retención de líquido nutriente. Es decir, el sistema de cultivo de plantas de tipo 2 tiene una estructura multicapa en la que la película de PVA está dispuesta directa o indirectamente sobre los medios de retención de líquido nutriente utilizados como capa de sustrato o por encima de los mismos. Este tipo de sistema de cultivo de plantas se describe en el documento de Patente 5.

60 La figura 1 es una vista esquemática en sección transversal de un ejemplo de una realización básica del sistema de cultivo de plantas de tipo 1. En el sistema de cultivo de plantas de la figura 1, un tanque hidropónico -2- que aloja un líquido nutriente -3- que contiene componentes fertilizantes está dispuesto debajo de la película de PVA -1- de la presente invención. El líquido nutriente -3- es absorbido por la película de PVA -1-. Las raíces -5- de una planta -4- se colocan en contacto directo con la superficie superior de la película de PVA -1- y se les deja absorber el agua y 65 los componentes fertilizantes contenidos en la película de PVA -1-.

Si se desea, un soporte de cultivo de plantas -6- (tal como tierra) y/o un material de supresión de la evaporación (por ejemplo, el material acolchado mencionado a continuación) (que es impermeable o semipermeable al vapor de agua) o una placa de siembra -7- pueden disponerse sobre la película de PVA -1- o por encima de la misma. Al disponer un soporte de cultivo de plantas -6- sobre la película de PVA -1- o por encima de la misma, se puede conseguir el efecto de protección de las raíces de las plantas. Además, la utilización de un material de supresión de evaporación o placa de siembra -7- permite que el vapor de agua que se evapora de la película de PVA -1- a la atmósfera se condense sobre la superficie del material de supresión de evaporación o dentro del soporte de cultivo de plantas -6-, permitiendo así que la planta utilice el agua condensada del vapor de agua.

En la utilización del sistema de cultivo de plantas de la presente invención, el líquido nutriente -3- que contiene componentes fertilizantes se alimenta a la planta a través de la película de PVA -1-. Por otro lado, en los procedimientos de cultivo hidropónico convencionales en los que las raíces de las plantas se sumergen en agua (o el líquido nutriente), la superficie del agua o el líquido nutriente se pone en contacto con la atmósfera, de modo que las bacterias y los hongos de la atmósfera se introducen fácilmente en la planta y crecen en las raíces de las plantas, inhibiendo, de este modo, seriamente el crecimiento de la planta o provocando enfermedades de la planta.

En los procedimientos de cultivo hidropónico convencionales en los que las raíces de las plantas se sumergen en agua (o el líquido nutriente), las raíces de las plantas absorben el oxígeno disuelto en el agua, y la cantidad de oxígeno disuelto en el agua utilizada para el cultivo de la planta debe mantenerse, como mínimo, a un cierto nivel. Por otro lado, en la utilización del sistema de cultivo de plantas de la presente invención, las raíces de las plantas están presentes en la atmósfera por encima de la película de PVA -1-, de modo que la planta puede absorber oxígeno de la atmósfera.

Además, si se desea, pueden proporcionarse medios de pulverización de niebla -8- (por ejemplo, una válvula) para pulverizar, de forma intermitente, agua, un líquido nutriente o una solución agroquímica diluida por encima de la película de PVA -1-. La utilización de un medio de pulverización de niebla -8- es ventajosa porque permite la automatización de una pulverización intermitente de: agua para enfriar, especialmente durante las temporadas de verano; un líquido nutriente para enfriar el ambiente y para alimentar componentes de fertilizante en forma de pulverizador foliar; y agua o un líquido nutriente que contiene un producto agroquímico para la pulverización de productos agroquímicos.

En la utilización del sistema de cultivo de plantas de la presente invención, las raíces de la planta cultivada sobre la película de PVA -1-, al intentar absorber un líquido nutriente a través de la película de PVA -1-, se integrarán, sustancialmente con la película de PVA -1-. Para promover la "integración" de las raíces con la película de PVA -1-, es preferente alimentar un líquido nutriente a la superficie inferior de la película -1-.

La alimentación de un nutriente a la superficie inferior de la película de PVA -1- mejora en gran medida no solo el crecimiento de la planta, sino también la fuerza de adhesión de las raíces a la película de PVA -1-, en comparación con el caso en el que solo se alimenta agua a la superficie inferior de la película de PVA -1-. Esto demuestra que la planta absorbe a través de la película no solo el agua sino también los componentes de los fertilizantes. Además, se considera que, para absorber eficazmente los componentes de agua y fertilizante a través de la película, las raíces deben adherirse con fuerza y firmeza a la superficie de la película, y que la adhesión fuerte y firme provoca la integración de las raíces con la película.

Cuando se alimenta una cantidad excesiva de agua a la parte superior de la película de PVA -1- antes de completar la "integración" de las raíces y la película, la planta absorbe agua de la parte superior de la película que es más fácil de absorber, reduciendo, de este modo, la necesidad de absorber agua de la superficie inferior de la película. Como resultado, la integración de las raíces con la película tiende a ser difícil. Por lo tanto, hasta que las raíces se hayan integrado con la película, es preferente abstenerse de alimentar una cantidad excesiva de agua al lado superior de la película. Por otro lado, después de la integración de las raíces con la película de PVA -1-, el líquido agua/nutriente se puede alimentar a la parte superior de la película cuando sea adecuado.

<Características de las partes del sistema de cultivo de plantas>

A continuación, se explican las características de las partes del sistema de cultivo de plantas de la presente invención. Con respecto a dichas características (o funciones), si es necesario, se puede hacer referencia a la "Descripción detallada de la invención" y a los "Ejemplos" de los documentos (documentos de Patente 1 a 5) por los inventores de la presente invención.

(Película de PVA)

En el sistema de cultivo de plantas de la presente invención, la película de PVA para cultivar una planta sobre ella es indispensable. El procedimiento para producir la película utilizada en la presente invención y los rasgos característicos de la película ya se explicaron anteriormente. Es preferente que la película tenga no solo los rasgos característicos mencionados anteriormente sino también todos los rasgos mencionados a continuación.

(Ensayo de integración)

Es importante que la película de PVA utilizada en el sistema de cultivo de plantas de la presente invención sea “capaz de integrarse de forma sustancial con las raíces de la planta”. En la presente invención, una película que es “capaz de integrarse de forma sustancial con las raíces de la planta” significa una película que muestra una resistencia al pelado de 10 g o más con respecto a las raíces de la planta que se han cultivado sobre la misma durante 35 días. El “ensayo de integración” para medir el grado de integración de la película con las raíces de la planta se realiza de la siguiente manera.

La medición se realiza utilizando un “conjunto de cesta-cuenco tamiz” (“sieve basket-bowl set”). El conjunto de cesta-cuenco tamiz comprende una cesta tamiz y un cuenco, en el que la cesta tamiz se aloja en el cuenco. La película que se va a ensayar (tamaño: 200 mm x 200 mm) se coloca en la cesta tamiz del conjunto de cesta-cuenco tamiz, se colocan 150 g de vermiculita (contenido de agua: 73 %; peso seco: 40 g) sobre la película sobre la cesta tamiz, y se plantan dos plántulas de lechuga “sunny” (cada una, como mínimo, con 1 hoja principal) sobre la vermiculita. Por otro lado, de 240 a 300 g de un líquido nutriente se alimentan al cuenco del conjunto cesta-cuenco tamiz. La cesta tamiz que contiene la película se aloja en el cuenco para que la película entre en contacto con el líquido nutriente para comenzar, de este modo, a cultivar las plántulas de lechuga “sunny”. El cultivo se realiza en un invernadero durante 35 días en condiciones en las que la temperatura es de 0 a 25 °C, la humedad es del 50 al 90 % de HR y se utiliza la luz solar natural. Las plantas cultivadas de este modo se eliminan de la película cortando los tallos y las hojas cerca de las raíces de las plantas. Las muestras de ensayo, cada una con un ancho de 5 cm (y una longitud de aproximadamente 20 cm) y que tienen las raíces adheridas a la misma, se recortan de la película de tal manera que el tallo de la planta se coloque en el centro de cada muestra de ensayo.

Un clip disponible en el mercado se adjunta a un gancho que cuelga del resorte de una balanza de tipo resorte, y un extremo de la muestra de ensayo obtenida anteriormente se sujeta por el clip, seguido de un registro del peso (A gramos) (correspondiente al peso de la tara de la muestra de ensayo) indicado por la balanza de tipo resorte. Posteriormente, el tallo de la planta en el centro de la muestra de ensayo se sujeta con la mano y se tira suavemente hacia abajo para separar (o desprender) las raíces de la película, mientras se registra el peso (B gramos) (correspondiente a la carga aplicada) indicado por la balanza de tipo resorte. El peso de tara se resta de este valor (es decir, B gramos menos A gramos) para obtener, de este modo, una carga de pelado para un ancho de 5 cm. Esta carga de pelado se denomina como la resistencia al pelado de la película.

La resistencia al pelado de la película de PVA utilizada en la presente invención es, de forma preferente, de 10 g o más, de forma más preferente de 30 g o más, y de forma especialmente preferente de 100 g o más.

(Ensayo de permeabilidad de iones)

En la presente invención, como criterio para determinar si la película de PVA es o no “capaz de integrarse de forma sustancial con las raíces de las plantas”, se puede mencionar un equilibrio de permeabilidad a los iones.

Cuando se cultiva una planta utilizando el sistema de cultivo de plantas de la presente invención, la planta absorbe un fertilizante en forma de iones a través de la película. Por lo tanto, la cantidad de componentes de fertilizante que se alimenta a la planta está influenciada por la permeabilidad a la sal (ion) de la película. Es preferente utilizar una película de PVA que tenga una permeabilidad iónica de 4,5 dS/m o menos en términos de una diferencia de conductividad eléctrica (CE) en un sistema de agua/solución salina. La diferencia de CE se determina poniendo en contacto el agua con una solución salina al 0,5 % en masa a través de la película (en la que el agua y la solución salina se colocan en compartimentos separados que se dividen por la película), y midiendo la CE de cada una de las partes del agua y solución salina 4 días (96 horas) después del inicio del contacto y calculando la diferencia en CE entre el agua y la solución salina.

La diferencia de conductividad eléctrica (CE) en un sistema de agua/solución salina es, de forma más preferente, 3,5 dS/m o menos, de forma especialmente preferente, 2,0 dS/m o menos. La utilización de una película de este tipo permite una alimentación adecuada de agua o una solución de fertilizante a las raíces, estimulando, de este modo, fácilmente la integración de las raíces con la película.

La conductividad eléctrica (CE) es un criterio para medir la cantidad de sales (o iones) disueltos en una solución, y también se denomina “conductividad específica”. La CE representa una conductividad eléctrica entre dos electrodos, cada uno con un área de sección transversal de 1 cm², que se separan a una distancia de 1 cm entre sí. La unidad utilizada es siemens (S), y el valor de CE de una solución se expresa en términos de S/cm. Sin embargo, como la CE de una solución de fertilizante es pequeña, la unidad “mS/cm” (que es 1/1.000 de S/cm) se utiliza en la presente especificación (la unidad utilizada de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades es dS/m, en el que d representa “deci-”).

La permeabilidad a los iones de la película se puede medir de la siguiente manera. Diez (10) gramos de una sal de mesa disponible en el mercado se disuelven en 2.000 ml de agua para preparar una solución salina al 0,5 % (CE:

aproximadamente 9 dS/m). La medición se realiza utilizando un “conjunto de cesta-cuenco tamiz”. El conjunto de cesta-cuenco tamiz comprende una cesta tamiz y un cuenco, en el que la cesta tamiz se aloja en el cuenco. La película que se va a ensayar (tamaño: 200 a 260 mm x 200 a 260 mm) se coloca en la cesta tamiz del conjunto cesta-cuenco tamiz, y se vierten 150 g de agua sobre la película en la cesta tamiz. Por otro lado, se colocan 150 g de la solución salina preparada anteriormente en el cuenco del conjunto cesta-cuenco tamiz. La cesta tamiz que contiene la película y el agua se aloja en el cuenco que contiene la solución salina y la totalidad del sistema resultante se envuelve con una película de resina para envolver alimentos (una película de cloruro de polivinilideno, nombre comercial: Saran Wrap (marca registrada), fabricado y vendido por Asahi Kasei Corporation) para evitar la evaporación del agua del sistema. El sistema resultante se deja en reposo a temperatura ambiente, y se miden los valores de CE del agua y la solución salina cada 24 horas. De forma más específica, se coloca una pequeña cantidad de una muestra (es decir, el agua o la solución salina), utilizando un gotero, en una parte de medición (parte del sensor) de un medidor de conductividad eléctrica para medir la conductividad eléctrica definida anteriormente, para medir, de este modo, la conductividad eléctrica de la muestra.

15 (Ensayo de permeabilidad en solución de agua/glucosa)

En la presente invención, para facilitar la absorción de nutrientes (materia orgánica) por las raíces de las plantas a través de la película de PVA, es preferente que la película de PVA también muestre un nivel específico de permeabilidad a la glucosa. Es preferente que la película de PVA que tiene una permeabilidad a la glucosa tan excelente muestre una diferencia de concentración de Brix (%) de 4 o menos según se determina entre agua y una solución de glucosa acuosa al 5 % a la temperatura de cultivo, en la que la diferencia de concentración de Brix (%) se determina mediante un procedimiento que comprende poner en contacto el agua con la solución de glucosa a través de la película (en la que el agua y la solución de glucosa se colocan en compartimentos separados que se dividen por la película), midiendo la concentración de Brix (%) de cada una de agua y solución de glucosa tres días (72 horas) después del inicio del contacto, y calculando la diferencia en la concentración de Brix (%) entre el agua y la solución de glucosa. La diferencia de concentración de Brix (%) es, de forma más preferente, 3 o menos, aún de forma más preferente, 2 o menos, de forma especialmente preferente, 1,5 o menos.

La permeabilidad a la solución de glucosa de la película se puede medir de la siguiente manera.

Se prepara una solución de glucosa al 5 % utilizando una glucosa disponible comercialmente (dextrosa). Se utiliza un “conjunto de cesta-cuenco tamiz” que es el mismo que el utilizado en el ensayo de permeabilidad iónica mencionado anteriormente. La película de PVA que se va a ensayar (tamaño: 200 a 260 mm x 200 a 260 mm) se coloca en la cesta tamiz del conjunto cesta-cuenco tamiz y se vierten 150 g de agua sobre la película. Por otro lado, se colocan 150 g de la solución de glucosa preparada anteriormente en el cuenco del conjunto cesta-cuenco tamiz. La cesta tamiz que contiene la película y el agua se aloja en el cuenco que contiene la solución de glucosa, y la totalidad del sistema resultante se envuelve con una película de resina para envolver alimentos (una película de cloruro de polivinilideno, nombre comercial: Saran Wrap (marca registrada), fabricada y vendida por Asahi Kasei Corporation) para evitar la evaporación del agua del sistema. El sistema resultante se deja en reposo a temperatura ambiente y se mide el contenido de azúcar (concentración de Brix (%)) del agua y la solución de glucosa cada 24 horas utilizando un medidor de Brix.

(Resistencia a la presión del agua)

En la presente invención, es preferente que la película de PVA tenga una impermeabilidad al agua de 10 cm o más, en términos de resistencia a la presión del agua. Esto se debe a que la utilización de dicha película de PVA promueve la integración de las raíces con la película. Además, la utilización de una película de PVA de este tipo es ventajosa para proporcionar fácilmente suficiente suministro de oxígeno a las raíces y para prevenir la contaminación por bacterias patógenas.

La resistencia a la presión del agua de una película se puede medir de acuerdo con la norma JIS L1092 (procedimiento B). Es preferente que la resistencia a la presión del agua de la película de PVA utilizada en la presente invención sea de 10 cm o más, de forma más ventajosa, 20 cm o más, aún de forma más ventajosa, 30 cm o más, y de forma especialmente ventajosa 200 cm o más.

<Soporte del cultivo de plantas>

En el sistema de cultivo de plantas de la presente invención, para proteger las raíces de las plantas, se puede disponer un soporte de cultivo de plantas (tal como tierra) sobre la película de PVA. Con respecto al soporte para el cultivo de plantas, no existe ninguna limitación particular. Se puede utilizar cualquiera de las tierras o medios de cultivo convencionales. Como tierras o medios de cultivo de este tipo, se pueden mencionar, por ejemplo, una tierra para la utilización en el cultivo de tierra y un medio de cultivo para la utilización en un cultivo hidropónico.

Entre los ejemplos de materiales inorgánicos utilizables como soporte de cultivo de plantas se incluyen materiales naturales, tales como arena, grava y piedra pómez; y materiales procesados (por ejemplo, un producto de calcinación a alta temperatura), como fibra de roca, vermiculita, perlita, cerámica y cáscara de arroz carbonizada.

Entre los ejemplos de materiales orgánicos utilizables como soporte de cultivo de plantas se incluyen materiales naturales, como musgo de turbera, fibra de coco, medio de corteza, cáscaras, turba (Nitan) y hierba de turba (Sotan); y materiales sintéticos, tales como resina de fenol en partículas. Los materiales mencionados anteriormente se pueden utilizar de forma individual o en cualquier combinación. Además, también se pueden utilizar telas tejidas o no tejidas hechas de fibras sintéticas.

Al soporte de cultivo explicado anteriormente, se le puede añadir una cantidad mínima requerida de un nutriente (por ejemplo, un fertilizante y componentes de micronutrientes). Con respecto a un nutriente de este tipo añadido al soporte de cultivo, según el descubrimiento de los presentes inventores, es preferente añadir un nutriente al soporte de cultivo de plantas sobre la película de PVA en una cantidad tal necesaria hasta que las raíces de una planta crezcan en un grado tal que la planta sea capaz de absorber agua o un líquido nutriente a través de la película de PVA, en otras palabras, hasta que las raíces se integren con la película.

<Medio de retención de líquido nutriente>

El sistema de cultivo de plantas de la presente invención comprende un medio de retención de líquido nutriente para mantener un líquido nutriente por debajo de la película de PVA. Como el medio de retención de líquido nutriente, se puede utilizar uno que tenga la forma de un recipiente para alojar un líquido nutriente, y una capa de retención de líquido nutriente que tenga una superficie impermeable al agua y que funcione como un sustrato.

Con respecto al medio de retención del líquido nutriente que tiene la forma de un recipiente para alojar un líquido nutriente, no existe ninguna limitación particular siempre que sea un recipiente capaz de retener una cantidad deseada del líquido nutriente. Como material para el medio de retención de líquido nutriente, desde el punto de vista del ahorro de peso, el moldeo fácil y el ahorro de costes, se pueden utilizar, de forma ventajosa, plásticos de uso general, tales como poliestireno, polipropileno, cloruro de polivinilo, polietileno y poliacrilato. Por ejemplo, se pueden utilizar tanques hidropónicos convencionales.

Con respecto a la superficie impermeable al agua de la capa de retención de líquido nutriente, no existe ninguna limitación particular siempre que esté hecha de un material impermeable al agua. Entre los ejemplos de tales materiales se incluyen resinas sintéticas, madera, metales y cerámica. Con respecto también a la forma de la capa de retención de líquido nutriente, no existe ninguna limitación particular. Por ejemplo, la capa de retención de líquido nutriente puede tener la forma de una película, una lámina, una placa o una caja.

Con respecto a los medios de alimentación de líquido nutriente, no existe ninguna limitación particular siempre que se utilice de forma convencional para la alimentación continua o intermitente de agua o un líquido nutriente. En la presente invención, es preferente utilizar un tubo de irrigación por goteo (también llamado "tubo de goteo"), que es capaz de alimentar un líquido nutriente poco a poco. Mediante la irrigación por goteo utilizando un tubo de irrigación por goteo, se hace posible alimentar agua y fertilizantes en una cantidad mínima necesaria para el crecimiento de la planta.

Además, en la realización en la que el sistema de cultivo de plantas comprende tanto una capa de retención de líquido nutriente como un medio de alimentación de líquido nutriente, se puede disponer un material absorbente de agua entre la película de PVA y la superficie impermeable al agua de la capa de retención de líquido nutriente con el fin de ayudar a la alimentación del líquido nutriente a la película de PVA. Con respecto al material absorbente de agua, no existe básicamente ninguna limitación particular siempre que sea capaz de absorber y retener agua en su interior. Por ejemplo, se puede utilizar una esponja o tela no tejida hecha de una resina sintética; una tela tejida; fibras, chips y polvo de origen vegetal; y otros materiales generalmente utilizados como soporte para el cultivo de plantas, como el musgo de turbera y el musgo.

Con respecto a la planta que puede cultivarse utilizando el sistema de cultivo de plantas de la presente invención, no existe ninguna limitación particular. Todas las plantas que normalmente se cultivan en los campos de la agricultura, la silvicultura o la jardinería pueden cultivarse utilizando el sistema de cultivo de plantas de la presente invención.

<Procedimiento de cultivo>

El procedimiento de cultivo de la presente invención comprende:
 (1) proporcionar un sistema de cultivo de plantas que comprende:
 una película de PVA para cultivar una planta sobre ella,
 un líquido nutriente para promover el crecimiento de la planta, estando dispuesto el líquido nutriente para que esté en contacto con la superficie inferior de la película de PVA, y
 un medio de retención de líquido nutriente para retener el líquido nutriente debajo de la película de PVA,
 (2) colocar la planta sobre la película de PVA del sistema de cultivo de plantas, y
 (3) hacer que el líquido nutriente esté en contacto con la planta a través de la película de PVA, cultivando así la planta sobre la película de PVA.

La planta que se va a cultivar utilizando el sistema de cultivo de plantas de la presente invención puede disponerse en forma de semillas o plántulas sobre la película de PVA que ha absorbido un líquido nutriente en ella. En el caso

de que la planta se disponga en forma de semillas sobre la película de PVA, es necesario germinar y enraizar las semillas y, para este fin, se realiza una pequeña cantidad de riego. Dado que la presencia de una gran cantidad de agua sobre la película impide la integración de las raíces de la planta con la película, la cantidad de riego debe limitarse a un mínimo necesario para brotar y enraizar las semillas.

Por otro lado, en el caso en el que la planta se disponga en forma de plántulas sobre la película de PVA, no existe necesidad de riego para brotar o enraizar. Sin embargo, la vecindad de las raíces de la planta debe mantenerse húmeda para evitar el secado de las raíces de la planta hasta que las raíces de la planta se extiendan e integren con la película para poder absorber los componentes de agua y nutrientes de la película.

Es preferente que el soporte para el cultivo de plantas que tiene características de alta retención de agua se coloque sobre la película, ya que la vecindad de las raíces de la planta se puede mantener húmeda fácilmente mientras se evita que una gran cantidad de agua esté presente en la película.

A continuación, la presente invención se explicará con más detalle haciendo referencia a los siguientes ejemplos.

EJEMPLOS

Ejemplos de producción de películas de PVA.

Ejemplo 1 (F-1)

Utilizando una bomba de volumen constante, una solución acuosa de alcohol polivinílico obtenida disolviendo 40 partes de un PVA (grado de saponificación promedio: 99,7 % molar; grado de polimerización promedio: 1.700; viscosidad de solución acuosa al 4 % medida a 25 °C: 40 mPa·s; contenido de acetato de sodio: 0,3 %) en 60 partes de agua se alimentó a una extrusora de amasado de doble tornillo (proporción L/D de tornillo = 40) que tenía una temperatura de camisa de 60 a 150 °C para realizar una extrusión a una velocidad de descarga de 500 kg/h. El producto de extrusión resultante se envió inmediatamente a presión a una extrusora de un solo tornillo (proporción L/D del tornillo = 30) y se amasó en él a una temperatura de 85 a 140 °C. El producto amasado resultante se moldeó a través de una hilera en T sobre un rodillo de moldeo que se había enfriado a 5 °C y se solidificó sobre el mismo, produciendo así una película enfriada. La película enfriada se liberó del rodillo de fundición, seguido de secado durante 30 segundos utilizando 10 rodillos de calor giratorios, cada uno con una temperatura de 90 °C, preparando así una película de PVA que tenía un contenido de agua del 25 %.

La película de PVA se estiró a una proporción de estiramiento de 3 veces en la dirección longitudinal y, a continuación, se estiró a una proporción de estiramiento de 3,5 veces en la dirección transversal utilizando una máquina de estiramiento de tensores, obteniendo así una película de PVA orientada biaxialmente. La película de PVA se sometió a un tratamiento térmico (tratamiento térmico de primera etapa) a 130 °C durante 8 segundos y, a continuación, se sometió a otro tratamiento térmico (tratamiento térmico de segunda etapa) a 170 °C durante 8 segundos, obteniendo así una película de PVA orientada biaxialmente (F-1; espesor: 30 µm) que tenía un contenido de agua del 0,8 %.

La película obtenida de este modo que tenía un espesor de 30 µm se cortó a una longitud de 20,0 cm en la dirección de laminación y a una longitud de 20,0 cm en la dirección de la anchura, obteniendo así una película de forma cuadrada. El peso de la película de forma cuadrada se midió y se encontró que era de 1,55 g. La película de forma cuadrada se sumergió en agua a 30 °C durante 30 minutos. La película hinchada resultante tenía un peso de 2,85 g. El grado de hinchamiento en equilibrio de la película de PVA medido en agua a 30 °C se calculó en: $(2,85/1,55) \times 100 = 184 \%$.

Ejemplo 2 (F-2)

Se obtuvo una película de PVA orientada biaxialmente (F-2; espesor: 40 µm) que tenía un contenido de agua del 0,8 % sustancialmente de la misma manera que en el ejemplo 1, excepto en que se preparó una película de PVA que tenía un contenido de agua del 25 % cambiando las velocidades del rodillo de moldeo a 5 °C y los rodillos posteriores a unas que eran, cada una, 0,75 veces más grandes que las del ejemplo 1. El grado de hinchamiento en equilibrio de la película de PVA medido en agua a 30 °C se determinó sustancialmente de la misma manera que en el ejemplo 1 y se encontró que era del 183 %.

Ejemplo 3 (F-3)

Se obtuvo una película de PVA orientada biaxialmente (F-3; espesor: 30 µm) que tenía un contenido de agua del 0,8 % sustancialmente de la misma manera que en el ejemplo 1, excepto en que la película de PVA orientada biaxialmente, obtenida utilizando la máquina tensora de estiramiento, se sometió a un tratamiento térmico (tratamiento térmico de primera etapa) a 145 °C durante 8 segundos y, a continuación, se sometió a otro tratamiento térmico (tratamiento térmico de segunda etapa) a 180 °C durante 8 segundos. El grado de hinchamiento en equilibrio de la película de PVA medido en agua a 30 °C se determinó sustancialmente de la misma manera que en el ejemplo 1 y se encontró que era del 152 %.

Ejemplo 4 (F-4)

Se obtuvo una película de PVA orientada biaxialmente (F-4; espesor: 40 μm) que tenía un contenido de agua del 0,8 % sustancialmente de la misma manera que en el ejemplo 3, excepto que se preparó una película de PVA con un contenido de agua del 25 % cambiando las velocidades del rodillo de moldeo a 5 °C y los posteriores a unas que eran, cada una, 0,75 veces más grandes que las del ejemplo 3. El grado de hinchamiento en equilibrio de la película de PVA medido en agua a 30 °C se determinó sustancialmente de la misma manera que en el ejemplo 1 y se encontró que era del 152 %.

Ejemplo comparativo 1 (F-5)

Un PVA (grado de saponificación promedio: 99,7 % molar; grado de polimerización promedio: 1.700; viscosidad de la solución acuosa al 4 %, medida a 25 °C: 40 mPa·s; contenido de acetato de sodio: 0,3 %), 12 partes de glicerol como plastificante, y 1,2 partes de monolaurato de polioxietilén sorbitano como surfactante se disolvieron en agua para obtener una dispersión acuosa al 18 %. De acuerdo con un procedimiento de formación de película moldeada, se preparó una película a partir de la dispersión acuosa a una velocidad de 10 m/min utilizando una máquina formadora de película que tenía una cinta sin final hecha de acero inoxidable. La película se secó a 120 °C, obteniendo, de este modo, una película de PVA (F-5; espesor: 70 μm). El grado de hinchamiento en equilibrio de la película de PVA medido en agua a 30 °C se determinó sustancialmente de la misma manera que en el ejemplo 1 y se encontró que era del 200 %.

Ejemplo comparativo 2 (F-6)

Se obtuvo una película de PVA sustancialmente de la misma manera que en el ejemplo comparativo 1, excepto en que la velocidad a la que se formó la película se cambió a 12 m/min. La película de PVA que tenía un espesor de 60 μm se secó a 200 °C durante 60 segundos, obteniendo así una película tratada térmicamente (F-6; espesor: 60 μm). El grado de hinchamiento en equilibrio de la película de PVA medido en agua a 30 °C se determinó sustancialmente de la misma manera que en el ejemplo 1 y se encontró que era del 127 %.

Ejemplo comparativo 3 (F-7)

Utilizando una bomba de volumen constante, una solución acuosa de alcohol polivinílico obtenida disolviendo 40 partes de un PVA (grado de saponificación promedio: 99,7 % molar; grado de polimerización promedio: 1.700; viscosidad de una solución acuosa al 4 % medida a 25 °C: 40 mPa·s; contenido de acetato de sodio: 0,3 %) en 60 partes de agua se alimentó a una extrusora de amasado de doble tornillo (proporción L/D del tornillo = 40) que tenía una temperatura de camisa de 60 a 150 °C para realizar una extrusión a una velocidad de descarga de 500 kg/h. El producto de extrusión resultante se envió inmediatamente a presión a una extrusora de un solo tornillo (proporción L/D del tornillo = 30) y se amasó en la misma a una temperatura de 85 a 140 °C. El producto amasado resultante se moldeó a través de una hilera en forma de T sobre un rodillo de moldeo que se había enfriado a 5 °C y se solidificó sobre el mismo, produciendo así una película enfriada. La película enfriada se liberó del rodillo de moldeo, seguido de secado durante 30 segundos utilizando 10 rodillos de calor giratorios, cada uno con una temperatura de 90 °C, preparando de este modo una película de PVA con un contenido de agua del 25 %. La película de PVA se estiró a una proporción de estiramiento de 3 veces en la dirección longitudinal y, a continuación, se estiró a una proporción de estiramiento de 3,5 veces en la dirección transversal utilizando una máquina tensora de estiramiento, obteniendo de este modo una película de PVA orientada biaxialmente. La película de PVA se sometió a un tratamiento térmico (tratamiento térmico de primera etapa) a 165 °C durante 8 segundos y, a continuación, se sometió a otro tratamiento térmico (tratamiento térmico de segunda etapa) a 205 °C durante 8 segundos, obteniendo de esta manera una película de PVA orientada biaxialmente (F-7; espesor: 25 μm) que tenía un contenido de agua del 0,8 %. El grado de hinchamiento en equilibrio de la película de PVA medido en agua a 30 °C se determinó sustancialmente de la misma manera que en el ejemplo 1 y se encontró que era del 118 %.

Ejemplo comparativo 4 (F-8)

Con respecto a la "película imec" (espesor: 65 μm) fabricada y vendida por Mebiol Inc., el grado de hinchamiento en equilibrio de la misma medido en agua a 30 °C se determinó sustancialmente de la misma manera que en el ejemplo 1 y se encontró que era del 148 %.

Ejemplo comparativo 5 (F-9)

Con respecto a la "película 2 imec" (espesor: 60 μm) fabricada y vendida por Mebiol Inc., el grado de hinchamiento en equilibrio de la misma medido en agua a 30 °C se determinó sustancialmente de la misma manera que en el ejemplo 1 y se encontró que era del 153 %.

Ejemplo 5 (medición de la viscoelasticidad dinámica)

Las muestras de película (F-1) a (F-9) de los ejemplos 1 a 4 y los ejemplos comparativos 1 a 5 se sumergieron individualmente en agua a 30 °C durante 30 minutos, y se cortó una película circular que tenía un diámetro de 4 cm de cada muestra de película. Las películas circulares se sometieron individualmente a la medición del comportamiento viscoelástico dinámico por medio de un aparato de medición viscoelástica de tipo control de tensión (reómetro AR-500, fabricado y vendido por TA Instruments Japan Inc.).

Las condiciones de medición fueron las siguientes.

Forma y tamaño de la celda de medición: discos paralelos de acero inoxidable (diámetro: 4,0 cm) con una trampa de disolvente de aluminio

Frecuencia de medición: 1 Hz

Temperatura de medición: 30 °C

Tensión y desplazamiento aplicados: en una región lineal. Específicamente, la tensión aplicada fue de 10 a 200 Pa, y el desplazamiento fue de 10^{-6} a 10^{-5} radianes.

El procedimiento específico fue el siguiente.

La película de PVA que alcanzó un estado hinchado en equilibrio se sacó del agua, y se cortó una película circular que tenía un diámetro de 4 cm para que se ajustara en discos paralelos de acero inoxidable (diámetro: 4,0 cm) que se utilizaron como un dispositivo de medición. La trampa de disolvente y el agua como disolvente se colocaron en el dispositivo de medición mientras se mantenía la película en contacto directo con el dispositivo de medición, y el sistema resultante se montó en el aparato de medición. A continuación, se elevó la etapa de medición, la película de PVA que se iba a someter a la medición se colocó entre el dispositivo de medición y la etapa de medición, y el espacio se ajustó para que la película estuviera en contacto directo con el dispositivo de medición y la etapa de medición. Durante esta operación, se vigiló de garantizar que no se produjera deslizamiento entre la película de PVA, el dispositivo de medición y la etapa de medición, y de que la película no se comprimiera. La temperatura de la etapa de medición se ajustó a 30 °C, y la viscoelasticidad dinámica se midió a una frecuencia de medición de 1 Hz en condiciones tales que la tensión y el desplazamiento se encontraban en una región lineal. Los resultados de cada muestra se resumen en la tabla 1, a continuación, para su comparación.

Ejemplo 6 (ensayo de penetración de la raíz)

Se colocaron 600 ml de un líquido nutriente (Otsuka House A prescripción CE = 2, fabricado y vendido por Otsuka Chemical Co., Ltd.) en una bandeja de resina de estireno (tamaño longitudinal: 19,5 cm x tamaño transversal: 12,5 cm x tamaño en profundidad: 5,5 cm). Cada una de las películas de PVA de tamaño A4 producidas en los ejemplos y en los ejemplos comparativos se dispuso individualmente sobre el líquido nutriente, de modo que una superficie de la película se colocó en contacto con el líquido nutriente. Trozos pequeños de cáscara de coco se colocaron en una cantidad de 50 g por 1 m² sobre la película de PVA para formar una tierra con un espesor de 1,5 cm, y allí se sembraron semillas de césped (césped occidental llamado "acento de ballico perenne", fabricado y vendido por Snow Brand Seed Co., Ltd.). Las semillas se regaron suficientemente pulverizando agua con un pulverizador, y la totalidad del sistema resultante se envolvió con una película de polietileno semitransparente (YK Sheet, fabricada y vendida por Yoshi-kawa Sangyo Company; espesor: 10 µm) para evitar el secado del sistema. El sistema envuelto se mantuvo en el interior a 25 °C y se cultivó utilizando una lámpara fluorescente durante el período de 6:00 a 20:00 bajo condiciones en las que la iluminancia para el período (primer período) desde el tiempo de siembra hasta el momento en que las raíces de la planta se extendieron y se adhirieron a la película de PVA fue de 2.000 lux, y la iluminancia para el período (segundo período) después de que las raíces de las plantas se extendieron y se adhirieron a la película de PVA fue de 6.000 lux, siempre que, después del inicio del segundo período, la película de polietileno semitransparente se retiró gradualmente durante unos pocos días. Los resultados del ensayo se muestran en la tabla 1, a continuación, para su comparación. La penetración de la raíz se evaluó de acuerdo con los siguientes criterios:

"o" (buena): la penetración de la raíz a través de la película de PVA que se observa en el día 150 o después del mismo desde el inicio del cultivo;

"x" (pobre): la penetración de la raíz a través de la película de PVA que se observa antes del día 150 desde el inicio del cultivo; y

"-" (no medible): el crecimiento de la planta fue pobre, y las raíces no se han extendido y adherido a la película de PVA.

Tabla 1

	Espesor de la película (µm)	Tangente de pérdida (tan δ) (G'' / G')	Grado de hinchamiento en equilibrio en agua 30° C	Número de días hasta la penetración de la raíz
Ejemplo 1 (F-1)	30	0,072	184 %	○ (150 días o más)
Ejemplo 2 (F-2)	40	0,060	183 %	○ (150 días o más)
Ejemplo 3 (F-3)	30	0,044	152 %	○ (150 días o más)
Ejemplo 4 (F-4)	40	0,037	149 %	○ (150 días o más)
Ejemplo comparativo 1 (F-5)	70	0,234	200 %	× (59 días)
Ejemplo comparativo 2 (F-6)	60	0,220	127 %	× (22 días)
Ejemplo comparativo 3 (F-7)	25	0,048	118 %	-
Ejemplo comparativo 4 (F-8)	65	0,341	148 %	× (38 días)
Ejemplo comparativo 5 (F-9)	60	0,350	153 %	× (59 días)

En los ejemplos 1 a 4, el crecimiento de la planta fue bueno, las raíces de la planta se extendieron bien y se adhirieron a la película de PVA, y se evitó la aparición de la penetración de la raíz a través de la película de PVA durante un período de 150 días o más. Por otro lado, en el ejemplo comparativo 3, la película de PVA mostró una baja permeabilidad a los componentes nutrientes y de ahí que se suprimió el crecimiento de la planta. En los ejemplos comparativos 1, 2, 4 y 5, la resistencia de la película de PVA no fue satisfactoria, de tal modo que la penetración de la raíz de la planta a través de la película de PVA se produjo en un período de tiempo relativamente corto.

10 APLICABILIDAD INDUSTRIAL

Al realizar el cultivo de plantas utilizando el sistema de cultivo de plantas de la presente invención utilizando una película de PVA que tenía no solo una excelente absorción y permeabilidad al agua o a un líquido nutriente, sino también una excelente resistencia de la película, se puede hacer que las raíces de las plantas absorban cantidades satisfactorias de componentes nutrientes para un largo período de tiempo de manera eficaz y estable, evitando al mismo tiempo la infección por bacterias y similares causantes de enfermedades de las plantas y también previniendo que las raíces de las plantas sufran una deficiencia de oxígeno causante de la pudrición de la raíz y similares, haciendo posible, de este modo, promover notablemente el crecimiento de las plantas de forma continua durante un largo periodo de tiempo. Por lo tanto, la presente invención es útil en una amplia variedad de sectores, tales como campos que implican el cultivo de plantas, por ejemplo, la agricultura, la jardinería y la fabricación de productos farmacéuticos.

DESCRIPCIÓN BREVE DEL DIBUJO

[Figura 1] Una vista esquemática en sección transversal de un ejemplo de una realización básica del sistema de cultivo de plantas de la presente invención.

Descripción de los numerales de referencia

-1-: Película de PVA; -2-: Tanque hidropónico; -3-: Líquido nutriente; -4-: Cuerpo de la planta; -5-: Raíces; -6-: Soporte del cultivo de plantas; -7-: Material de supresión de la evaporación o placa de siembra; y -8-: Medios de pulverización de niebla.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de cultivo de plantas que comprende:
5 una película de alcohol polivinílico (PVA) (1) para cultivar una planta (4) sobre la misma, y
un medio de retención de líquido nutriente (2) que se dispone para estar en contacto con la superficie inferior de la
película de PVA, y
en el que dicha película de PVA tiene un grado de hinchamiento en equilibrio desde el 125 hasta el 250 %, medido
10 en agua a 30 °C,
caracterizado porque dicha película de PVA tiene una tangente de pérdida ($\tan \delta$) en el intervalo de desde 0,005
hasta 0,2 medido en un estado hinchado en equilibrio en agua a 30 °C.
2. Sistema de cultivo de plantas, según la reivindicación 1, en el que dicha película de PVA es una película de PVA
orientada biaxialmente.
- 15 3. Sistema de cultivo de plantas, según la reivindicación 1 ó 2, en el que dicha película de PVA tiene un espesor en
seco de 5 a 100 μm .
4. Sistema de cultivo de plantas, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicho medio de retención
20 de líquido nutriente es un tanque hidropónico que aloja un líquido nutriente que está dispuesto para estar en
contacto con la superficie inferior de la película de PVA.
5. Sistema de cultivo de plantas, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicho medio de
retención de líquido nutriente es un material que tiene una superficie impermeable al agua sobre la cual o por
25 encima de la cual se dispone la película de PVA y
en la que dicho sistema de cultivo de plantas comprende, además, un medio de alimentación de líquido nutriente
para alimentar, de forma continua o intermitente, un líquido nutriente a una posición entre dicha película de PVA y
dicho medio de retención de líquido nutriente.
- 30 6. Sistema de cultivo de plantas, según la reivindicación 5, en el que dicho medio de alimentación de líquido
nutriente comprende un tubo de riego por goteo dispuesto entre dicha película de PVA y dicho medio de retención
de líquido nutriente.
7. Procedimiento para cultivar una planta, que comprende:
35 (1) proporcionar un sistema de cultivo de plantas que comprende:
una película de PVA (1) para cultivar una planta (4) sobre la misma,
y
un medio de retención de líquido nutriente (2) dispuesto para estar en contacto con la superficie inferior de la
película de PVA,
40 en el que dicha película de PVA tiene un grado de hinchamiento en equilibrio en el intervalo del 125 al 250 % medido
en agua a 30 °C
(2) colocar una planta sobre la película de PVA de dicho sistema de cultivo de plantas, y
(3) hacer que el líquido nutriente esté en contacto con la planta a través de dicha película de PVA, cultivando de este
modo la planta sobre la película de PVA,
45 caracterizado porque dicha película de PVA tiene una tangente de pérdida ($\tan \delta$) en el intervalo de desde 0,005
hasta 0,2 medido en un estado hinchado en equilibrio en agua a 30 °C.

[Fig. 1]

