

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 663 783**

51 Int. Cl.:

A01G 7/06 (2006.01)
A01G 7/04 (2006.01)
A01G 17/00 (2006.01)
A01H 3/02 (2006.01)
A01H 4/00 (2006.01)
F21K 99/00 (2006.01)
H05B 33/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2010** **E 14199577 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.01.2018** **EP 2853151**

54 Título: **Método y medios para la aclimatación de plántulas para la vida al aire libre**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
17.04.2018

73 Titular/es:

VALOYA OY (100.0%)
Melkonkatu 26
00210 Helsinki , FI

72 Inventor/es:

AIKALA, LARS y
KIVIMÄKI, ILKKA

74 Agente/Representante:

CAMPELLO ESTEBARANZ, Reyes

ES 2 663 783 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

Método y medios para la aclimatación de plántulas para la vida al aire libre

5 CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

La invención se refiere a un método y un dispositivo para la aclimatación de plántulas para la vida al aire libre. Más particularmente, la invención se refiere a un método y dispositivos de iluminación que pueden usarse para tratar una plántula en una cámara de crecimiento o invernadero antes de la introducción de la plántula en el exterior.

10

ANTECEDENTES

Las plantas de árboles producidas industrialmente se cultivan típicamente en cámaras de crecimiento o invernaderos en etapas tempranas de su vida. Cuando las plántulas alcanzan una determinada edad o tamaño, posteriormente se plantan al aire libre de acuerdo con la técnica anterior. El traslado al aire libre es una experiencia muy impactante para las plantas. Entre otras cosas, el "choque de trasplante" para la planta debido al traslado al aire libre proviene de la diferencia en el espectro de luz en el interior (las condiciones del invernadero o de la cámara de crecimiento del laboratorio) y en el exterior. Para evitar esto, las plantas a menudo se mantienen bajo la sombra de pantallas durante algunas semanas para limitar la exposición directa a la luz solar. Este período causa trabajo e inversión adicional al productor y retrasa la maduración de la cosecha.

El choque a las plantas es causado por la exposición brusca al sol, ya que la luz que han recibido en el invernadero o la cámara de crecimiento ha tenido un espectro de luz limitado en comparación con el exterior y el espectro de luz del sol. Las condiciones de luz en el interior se componen de luz solar, generalmente filtrada a través del vidrio o policarbonato del invernadero, y en la mayoría de los casos, también luz artificial adicional de lámparas de sodio de alta presión durante horas con menos luz natural. Los tubos fluorescentes a menudo se usan en cámaras de crecimiento. Las luces especiales basadas en LED también se están volviendo más comunes, lo que puede reemplazar/reemplazará las luces HPS y las luces fluorescentes en el futuro.

Por lo tanto, se ha informado que las plántulas de árboles sufren un "choque de trasplante", es decir, mortalidad de las plántulas o crecimiento alterado, después de que se han introducido al aire libre. Este efecto se revisa en el artículo "The physiological basis of containerised tree seedlings 'transplant shock': a review" by Close et al. que se menciona aquí como referencia.

El documento US 2008/0120736 describe un método de iluminación de plantas en las regiones PAR (radiación fotosintéticamente activa) y UV-A y UV-B, o infrarroja del espectro. Se alega que la iluminación UV aumenta la resistencia de los insectos, la respuesta inmune, mejora la pigmentación y el aroma, y altera la arquitectura de la planta, tal como la forma, el número y volumen de las flores y la densidad del tricoma. Este documento también se cita aquí como referencia.

40

También se conoce a partir de "Photobiology of higher plants", pág. 28, que la radiación UV estimula la producción de compuestos fenólicos protectores del exceso de radiación. También se conoce a partir de "Photobiology of higher plants", pág. 136, que muchas plantas en entornos con mucha luz aumentan la reflectancia de sus hojas al adquirir una capa de pilosidad foliar o cera, como un medio de fotoprotección externa. Este documento también se cita aquí como referencia. Estos dos fenómenos son bien conocidos entre los fotobiólogos de plantas profesionales, pero no se han utilizado de ninguna manera práctica.

45

El documento EP 0364952 A2 muestra un método para irradiar semillas con UV. La viabilidad de las semillas se ensaya con este método, ya que las semillas no viables causan la fluorescencia de la sinapina. Este documento también se cita aquí como referencia.

50

En resumen, parece que en la técnica anterior, se sabe que la potenciación de UV de las plantas proporciona una diversidad de efectos fotomorfogénicos y de otro tipo. Además, se usa iluminación UV como método para detectar la viabilidad de las semillas.

55

Los métodos de la técnica anterior tienen considerables deficiencias. La detección de la viabilidad de la semilla es esencialmente inútil si la plántula finalmente muere del choque de trasplante mencionado anteriormente. Además, la mejora fotomorfogénica de las plantas al aumentar su tamaño o el número de flores también es ineficaz en vista del resultado final, si la plántula no sobrevive al choque de trasplante. El uso de sombra por pantallas es antieconómico

ya que aumenta desproporcionadamente la clasificación de las plántulas hechas por el productor de plantas. Esto se debe a que el transporte de las plantas bajo la sombra y su retirada de la sombra también añade una fase de trabajo costosa adicional para el productor de plántulas.

5 La publicación KIM JONG JIN ET AL: "Effects of UV-B radiation and water stress on hardening phase growth of container-grown *Betula platyphylla* seedlings" (KIM JONG JIN ET AL, JOURNAL OF KOREAN FORESTRY SOCIETY, vol. 87, n.º 4, diciembre de 1998 (12-1998), páginas 601-610, ISSN: 0445-4650) investiga la posibilidad de aplicación complementaria de UV-B a la fase de endurecimiento de las plántulas de *Betula platyphylla* cultivadas en contenedores.

10

La publicación FISCHER A L: "LEDs in the greenhouse" (PHOTONICS SPECTRA LAURIN PUBLISHING CO. INC. USA, vol. 42, n.º 7, julio de 2008 (07-2008), página 78, ISSN: 0731-1230) analiza el uso de LED en invernaderos.

15 La solicitud de patente internacional WO 2009/131008 A1 divulga es un dispositivo de iluminación para controlar enfermedades de las plantas.

La publicación LIANG MA ET AL: "Investigation of Eu-Mn energy transfer in A3MgSi208:Eu2+, Mn2+ (A=Ca,Sr,Ba) for light-emitting diodes for plant cultivation" (APPLIED PHYSICS LETTERS AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS USA, vol. 93, n. 14, 6 de octubre de 2008 (06-10-2008), ISSN: 0003-6951) informa de una lámpara de crecimiento de plantas que utiliza diodos emisores de luz casi ultravioleta y fósforos con espectros de emisión que consisten en bandas de color azul y rojo.

20

RESUMEN

25 La presente divulgación se refiere a un sistema y a un método para tratar eficazmente plántulas de árbol contra el choque de trasplante antes de su entrada al exterior. En los siguientes párrafos, la presente divulgación describe la invención y proporciona información útil para comprender la invención.

30 Un método y una disposición de acuerdo con la invención se caracterizan por lo que se indica en las reivindicaciones independientes. Las realizaciones preferidas de la invención se desvelan en las reivindicaciones dependientes.

35 Un objetivo de la presente divulgación es presentar un tratamiento a la plántula de una manera que tenga lugar en un corto período de tiempo, minimizando de este modo la clasificación de las plántulas que el productor de plantas necesita gestionar. Un objetivo adicional es proporcionar un tratamiento para el choque de trasplante que sea eficaz en latitudes norte y sur, o en latitudes diferentes, ya que la cantidad de luz solar y, por lo tanto, los requisitos para un tratamiento del choque de trasplante exitoso pueden variar con la latitud.

40 Otro objetivo de la presente divulgación es proporcionar un tratamiento de choque de trasplante que se puede aplicar a plántulas cultivadas en una cámara de crecimiento oscura, o en sombra debido, por ejemplo, al apilamiento, o en cualquier entorno de crecimiento caracterizado por la ausencia de luz solar natural.

45 El tercer objetivo de la presente divulgación es proporcionar un tratamiento de choque de trasplante que puede aplicarse a plantas alojadas en un invernadero en el que las plántulas reciben algo de luz solar natural y se usa luz artificial para complementar esta luz natural para el tratamiento del choque de trasplante. Aún un objetivo más de la presente divulgación es proporcionar luz artificial que se pueda aplicar durante la noche en un invernadero a las plántulas y/o plantas para el tratamiento del choque de trasplante.

50 Un aspecto de la presente divulgación es una luz mediante la cual las plantas pueden prepararse para las condiciones exteriores, dándoles ciertas longitudes de onda de luz que actualmente no reciben de la luz en el invernadero o cámaras de crecimiento. La luz de la presente divulgación se puede aplicar en dosis más pequeñas durante la mayor parte del cultivo de las plántulas o como un período de "choque solar" al final del período de cultivo en el interior. Al dar luz a las plántulas a partir de la presente divulgación, están preparadas para la luz del sol y no necesitan pasar algunas semanas bajo las pantallas de sombra.

55 En una realización de la presente divulgación, el dispositivo de iluminación de la cámara de crecimiento emite una radiación que proporciona a las plantas las partes de radiación que no han recibido durante su período de crecimiento. Las áreas espectrales clave del dispositivo son la radiación UV-A (315-400 nm), UV-B (280-315 nm), así como las áreas violeta y azul (400-500 nm), así como las áreas roja y roja lejana (600-800 nm). En algunas realizaciones de la presente divulgación, el dispositivo también puede contener áreas verdes y amarillas del espectro

(500-600 nm).

Por lo tanto, los métodos y dispositivos de acuerdo con la presente divulgación mejoran el ciclo de crecimiento de las plántulas de árboles, aumenta la proporción de plántulas viables y elimina una fase de trabajo en el proceso de crecimiento, mejorando de este modo la economía del cultivo y crecimiento de las plántulas.

Un método para tratar plantas es de acuerdo con la presente divulgación y está caracterizado por que,

- 10 - al menos una de dichas plántulas de planta se aloja en el interior,
- dicha al menos una plántula de planta está expuesta a luz UV artificial en el interior antes de la vida al aire libre,
- al menos una parte de la luz UV incidente es producida por diodos emisores de luz (LED).

Un método para tratar plantas es de acuerdo con la presente divulgación y está caracterizado por que,

- 15 - al menos una de dichas plántulas de planta se aloja en el interior en un invernadero transparente,
- dicha al menos una plántula de planta está expuesta a luz artificial en el interior antes de la vida al aire libre,
- al menos una parte de la luz artificial es producida por diodos emisores de luz (LED),
- 20 - el espectro de dicha luz artificial cuando se combina con el espectro de la luz solar que se transmite a través de dicho invernadero se dispone de forma similar a la luz solar al aire libre en la Tierra.

Un método para tratar plantas es de acuerdo con la presente divulgación y está caracterizado por que,

- 25 - al menos dicha planta de este tipo es una plántula de árbol y se aloja en el interior,
- dicha al menos una plántula de árbol está expuesta a luz UV artificial en el interior antes de la vida al aire libre,
- al menos una parte de la luz UV incidente es producida por diodos emisores de luz (LED).

30 Un dispositivo de luz para el tratamiento de plantas es de acuerdo con la presente divulgación y se caracteriza por que, al menos dicho dispositivo de luz es un LED UV y se dispone para iluminar al menos una plántula de planta en el interior antes de la transferencia de dicha al menos una plántula de planta a la vida al aire libre.

35 Un dispositivo de luz para el tratamiento de plantas es de acuerdo con la presente divulgación y se caracteriza por que, al menos dicho dispositivo de luz es un LED UV y se dispone para iluminar al menos una plántula de árbol en el interior antes de la transferencia de dicha al menos una plántula de árbol a la vida al aire libre.

El uso de luz artificial para tratar el choque de trasplante en plantas es de acuerdo con la presente divulgación.

40 De acuerdo con un aspecto de la presente divulgación, las plántulas de árboles se cultivan en un invernadero con paredes y techo transparentes o semitransparentes, típicamente fabricados de policarbonato o cualquier otro plástico y/o vidrio. En esta realización, se enciende luz artificial sobre las plántulas a partir de LED que complementan el espectro natural que se transmite a través de las paredes y los techos del invernadero. Dado que se sabe que los fotones de alta energía son parados por algunos materiales en las paredes o techos de los invernaderos, la luz artificial típicamente emite fotones UV. El espectro compuesto de la luz natural y la luz artificial se dispone para tratar la plántula contra el choque de trasplante. En aspectos adicionales de la presente divulgación, la luz artificial se usa durante la noche o cuando el sol está bajo en el horizonte para tratar el choque de trasplante.

50 De acuerdo con otro aspecto de la presente divulgación, las plántulas de árboles se alojan en una cámara oscura de crecimiento donde no hay luz solar natural. En realizaciones en las que la única fuente de luz para la planta es luz artificial, el tratamiento del choque de trasplante se puede disponer para que se realice por la fuente de luz primaria en alguna fase del período de cultivo de la plántula, o por una fuente de luz especial que se usará en diferentes momentos. La fuente de luz especial que proporciona el tratamiento del choque de trasplante puede integrarse en el dispositivo de luz de crecimiento primario. El espectro de la luz para el tratamiento del choque por trasplante necesita formar un espectro compuesto preferido con una fuente de luz primaria cuando está en uso, y/o formar el espectro de tratamiento del choque de trasplante completo cuando no se usan otras luces.

Algunas o todas las ventajas mencionadas anteriormente de los métodos y los dispositivos de acuerdo con la presente divulgación se acumulan cuando el tratamiento del choque de trasplante se ajusta de manera que interfiera

con el crecimiento de la planta lo menos posible.

Además y con referencia a las realizaciones de acumulación de ventaja mencionadas anteriormente, se puede considerar que el mejor modo de los métodos y dispositivos de acuerdo con la presente divulgación es la provisión de pequeñas dosis de pulsos UV de alta energía a las plántulas de árboles alojadas en una cámara con acceso muy limitado a la luz solar.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

10 A continuación los métodos y dispositivos de acuerdo con la presente divulgación se describirán con mayor detalle con referencia a realizaciones ejemplares de acuerdo con los dibujos adjuntos, en los que

La Figura 1 demuestra una realización de un método de acuerdo con la presente divulgación para tratar a las plantas contra el choque de trasplante como un diagrama de flujo.
 15 La Figura 2 demuestra una realización 20 del tratamiento del choque de trasplante de la presente divulgación al usarse en un invernadero como un diagrama de bloques.
 La Figura 3 demuestra una realización 30 del tratamiento del choque de trasplante de la presente divulgación al usarse en una cámara de crecimiento como un diagrama de bloques.
 20 La Figura 4 demuestra una realización 40 de un método de acuerdo con la presente divulgación para tratar a las plantas en un invernadero contra el choque de trasplante como un diagrama de flujo.
 La Figura 5 demuestra una realización 50 de un método de acuerdo con la presente divulgación para tratar a las plantas en una cámara de crecimiento con luz solar limitada o nula contra el choque de trasplante como un diagrama de flujo.
 25 La Figura 6 demuestra una realización 60 de espectros LED preferidos usados de acuerdo con la presente divulgación que han sido construidos y probados por el solicitante.

Algunas de las realizaciones se describen en las reivindicaciones dependientes.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

30 La Figura 1 muestra un método para tratar plantas contra el choque de trasplante como un diagrama de flujo 10. Típicamente, dichas plantas son plántulas de árboles y se alojan en el interior en una fase temprana de su vida. Para una plántula de árbol, el evento de plantación es especialmente importante, ya que cualquier lesión en esta fase puede significar años de crecimiento tardío o inhibido, o una muerte prematura directa de las plántulas de árboles, lo
 35 que representa una pérdida económica sustancial para el productor. El método de la presente divulgación se puede aplicar en principio a todas las plántulas de árboles, pero es especialmente adecuado para tratar cualquiera de las siguientes especies contra el choque de trasplante: roble, acacia, pino, abedul, arce, secuoya, secuoya roja, eucalipto, bambú, palma, abeto, álamo temblón, aliso, tilo, ciprés, y/o cualquier otra especie de árbol que se cultive en interiores en la fase 100. En la fase 110, dichas plántulas de árboles están expuestas a luz UV artificial en el
 40 interior antes de la vida al aire libre. Al menos una parte de la luz UV incidente se produce mediante diodos emisores de luz (LED) en la fase 110. En una realización, dicha luz artificial se aplica en pequeñas dosis durante la mayor parte del cultivo de las plántulas. En otras realizaciones, se usa un período único y/o un pulso al final del período de cultivo en interiores.

45 En algunas realizaciones, dicha luz artificial se aplica en cualquiera de las siguientes bandas: UV-A (315-400 nm), UV-B (280-315 nm), áreas violeta y azul (400-500 nm), áreas roja y roja lejana (600-800 nm) y/o áreas verde y amarilla del espectro (500-600 nm). En algunas realizaciones de la presente divulgación, el dispositivo de luz es cualquiera de los siguientes: un diodo emisor de luz (LED), HB-LED AlInGaP rojo y AlInGaP verde y/o azul, un material fosforescente de conversión ascendente de longitud de onda de luz que se deposita en la proximidad
 50 directa del chip LED, materiales fosforescentes de $Ba_xSr_yZnS_3$ co-dopados con europio-cerio y/o sulfuros de óxido de lantánido dopados con cerio en proximidad directa del chip LED, y/o un dispositivo de conversión ascendente de longitud de onda por medio de al menos un punto cuántico de semiconductor, que se coloca cerca del LED.

En esta solicitud, "fósforo" se refiere a cualquier material de fosforescencia, que puede ser, por ejemplo, un elemento
 55 de fósforo, pero no está limitado solo al elemento de fósforo. Los subíndices x e y representan las variables numéricas en una fórmula química en esta solicitud.

También se ha de apreciar que la realización 10 se puede permutar y/o combinar fácilmente con cualquiera de las realizaciones 20, 30, 40, 50 y/o 60 y usarse para crear cualquiera de las realizaciones 20, 30, 40, 50 y/o 60.

La Figura 2 muestra una realización de acuerdo con la presente divulgación donde el tratamiento se administra en un invernadero 200. El invernadero 200 tiene típicamente paredes transparentes, que en algunas realizaciones están fabricadas de vidrio o plástico o un material transparente similar. Estos materiales típicamente bloquean la entrada de radiación UV de alta energía con longitudes de onda de 300-400 nm o menos en el invernadero, lo que da como resultado una modificación en el espectro de la luz solar 230 a la luz solar filtrada 240. Al menos una plántula de árbol 210 se cultiva en el invernadero de acuerdo con la presente divulgación. La luz artificial 220 está típicamente unida físicamente a un lugar desde el cual tiene la máxima exposición y cobertura de las plántulas de árboles 210.

En algunas realizaciones, dicho espectro de luz artificial 250 combinado con el espectro de luz solar transparente a través de las paredes o techos de invernadero 230 asciende a un espectro de suma combinado similar al espectro solar observado en el suelo de la Tierra. Esto aclimata las plántulas a la vida al aire libre en realizaciones preferibles de la presente divulgación.

En algunas realizaciones de la presente divulgación, los fotones verdes y amarillos 500-600 nm se omiten de la luz artificial 220 y su espectro 250. En algunas realizaciones de la presente divulgación, las paredes y los techos del invernadero pueden comprender un filtro para 500-600 nm de luz, ya que esta banda no es tan fotosintéticamente activa como la banda azul o roja, ya que las plantas reflejan luz verde, y dado que esta banda puede crear calor no deseado. La luz verde es importante para las plantas en otros fines, por ejemplo, las plantas obtienen mucha información fotomorfogénica de la luz verde, y sus relaciones espectrales con otras bandas. Por lo tanto, en una realización preferida de la presente divulgación, hay luz verde presente en el espectro administrado para tratar el choque de trasplante, pero esta banda del espectro tiene una intensidad relativa menor a las bandas azul y roja que en el espectro de la luz solar. En algunas realizaciones de la presente divulgación, incluso cuando el objetivo es crear de otro modo un espectro similar al sol en el interior, la intensidad relativa de la banda de 500-600 nm se deja deliberadamente más pequeña que en el espectro de la luz solar.

El dispositivo de luz 220 es cualquiera de los siguientes: un diodo emisor de luz (LED), HB-LED AlInGaP rojo y AlInGaP verde y/o azul, un material fosforescente de conversión ascendente de longitud de onda de luz que se deposita en la proximidad directa del chip LED, materiales fosforescentes de $Ba_xSr_yZnS_3$ co-dopados con europio-cerio y/o sulfuros de óxido de lantánido dopados con cerio que se depositan en proximidad directa del chip LED, y/o un dispositivo de conversión ascendente de longitud de onda por medio de al menos un punto cuántico de semiconductor, que se coloca cerca del LED. Los sufijos x e y representan las variables en la fórmula química del compuesto. Además, en algunas realizaciones de la presente divulgación, el dispositivo de luz 220 puede estar equipado con cualquiera de los siguientes materiales fosforescentes expresados con la siguiente fórmula química:

- $MAISiN_3X$ (donde en M es un metal tal como Ca, Sr, Ba y X es un elemento de tierras raras tal como Eu en cualquier relación y combinación, o X es Mn en cualquier relación y combinación),
- $MMgSiOX$ (donde en M es un metal tal como Ca, Sr, Ba y X es un elemento de tierras raras tal como Eu en cualquier relación y combinación, o X es Mn en cualquier relación y combinación).

En algunas realizaciones, el dispositivo de luz 220 se dispone para transmitir un espectro diferente por la noche que durante el día. En algunas realizaciones, el espectro se dispone para cambiarse dinámicamente con la hora del día o la estación (es decir, la fecha) o ambas, de acuerdo con la presente divulgación.

También se ha de apreciar que la realización 20 se puede permutar y/o combinar fácilmente con cualquiera de las realizaciones 10, 30, 40, 50 y/o 60 y usarse para crear cualquiera de las realizaciones 10, 30, 40, 50 y/o 60.

En la Figura 3, las plántulas de árboles están alojadas en al menos una cámara de crecimiento 360. Las cámaras de crecimiento 360 están típicamente dentro de un edificio 300, y las cámaras de crecimiento 360 están apiladas para ahorrar espacio y coste al productor. En algunas realizaciones, las cámaras de crecimiento son transparentes y el edificio es un invernadero transparente como se ha explicado anteriormente, en algunas realizaciones, el edificio 300 es opaco, en algunas realizaciones, los laterales de la cámara de crecimiento están fabricados de material opaco de acuerdo con la presente divulgación.

En algunas realizaciones donde los laterales de la cámara de crecimiento 360, así como el edificio 300 son de material transparente, hay solo una o pocas fuentes de luz 320 para varias plántulas de árboles. En otras realizaciones donde todos o algunos laterales de la cámara de crecimiento son opacos, las fuentes de luz 321 pueden colocarse más cerca de, o dentro de las propias cámaras de crecimiento 360 para asegurar un tratamiento

suficiente contra el choque de trasplante.

También se ha de apreciar que la realización 30 se puede permutar y/o combinar fácilmente con cualquiera de las realizaciones 10, 20, 40, y/o 50 y usarse para crear cualquiera de las realizaciones 10, 20, 40, 50 y/o 60.

5

La Figura 4 muestra la realización del método de tratamiento utilizado en la configuración de la Figura 2 como un diagrama de flujo. En la fase 400, se registra el espectro que emerge a través de las paredes y/o el techo del invernadero, por ejemplo, con un espectrómetro. Este espectro se complementa con luz artificial en la fase 410. En muchas realizaciones de la presente divulgación, la luz artificial de la fase 410 es principalmente luz UV. Esto se debe a que el componente de alta energía típicamente en la UV se ha reflejado por las paredes y/o techos del invernadero en algunas realizaciones. En la fase 420, el espectro compuesto se ilumina en las plántulas de árboles.

10

En algunas realizaciones, la iluminación artificial complementa el espectro de manera diferente, dependiendo de la hora y la cantidad de luz solar disponible. Por ejemplo, durante la noche, la luz artificial puede usarse para producir todo el espectro, que en algunas realizaciones se parece al espectro de la luz solar.

15

También se ha de apreciar que la realización 40 se puede permutar y/o combinar fácilmente con cualquiera de las realizaciones 10, 20, 30, 50 y/o 60 y usarse para crear cualquiera de las realizaciones 10, 20, 30, 50 y/o 60.

20 La Figura 5 muestra una realización 50 del método que se usa con la configuración de la Figura 3 en algunas realizaciones. Dichas plántulas de árboles están expuestas predominantemente al espectro de luz artificial, ya que las plántulas están alojadas en una cavidad de crecimiento oscura o con sombra 360 en la fase 500.

En la fase 510, la iluminación artificial produce un espectro que se asemeja a la luz solar, ya que la luz artificial es casi la única fuente de luz. En algunas realizaciones, la luz artificial produce pulsos cortos de UV desde una ubicación que está muy cerca de la plántula para aclimatar las plántulas a la vida al aire libre en la fase 520. Esto es preferible en algunas realizaciones de la presente divulgación ya que minimiza la energía utilizada en iluminación y una gran mayoría de los fotones con alta radiación UV destinados a alcanzar la plántula alcanzan la plántula, en lugar de brillar fuera del objetivo.

30

También se ha de apreciar que la realización 50 se puede permutar y/o combinar fácilmente con cualquiera de las realizaciones 10, 20, 30, y/o 40 y usarse para crear cualquiera de las realizaciones 10, 20, 30, 40 y/o 60.

35 Debe apreciarse que la luz UV artificial generada para superar el choque de trasplante puede disponerse en diversas configuraciones de dispositivo. En una realización, la luz UV artificial puede ser una luz LED que emite única o principalmente en la banda UV-B de acuerdo con la presente divulgación. En otras realizaciones, la luz UV está integrada a y con otros dispositivos emisores de luz, tales como LED, que pueden emitir en cualquiera de las siguientes bandas: UV, luz visible, banda roja lejana (700-800 nm), banda infrarroja (800 nm+).

40 En algunas realizaciones, la luz se produce por electroluminiscencia o por fosforescencia o ambas de acuerdo con la presente divulgación. Por ejemplo, en una realización, la luz UV se produce por electroluminiscencia y la luz en la banda visible o IR se produce mediante un fósforo o material fosforescente en la proximidad de la luz UV que absorbe la luz UV y luego emite luz de longitudes de onda mayores. En esta realización basada en la fosforescencia, es posible ajustar la relación de las intensidades de la emisión UV y la emisión infrarroja visible ajustando el tipo y la cantidad del material fosforescente cuando se fabrica el dispositivo de luz.

45

Cada LED puede tener uno o más picos de emisión de acuerdo con la presente divulgación tanto en la UV como en las bandas visible, roja lejana y/o infrarroja de acuerdo con la presente divulgación.

50 La Figura 6 muestra espectros LED preferidos usados de acuerdo con la presente divulgación que han sido contruidos y probados por el solicitante. La longitud de onda se muestra en el eje x horizontal y la intensidad relativa en el eje y vertical. Se sabe que una realización preferible es un LED UV + LED G2 de la Figura 6 o un LED UV y un LED AP9 del solicitante de la Figura 6. Otra realización preferida de la presente divulgación combina los espectros AP6 y AP7 de la Figura 6 con LED UV.

55

En una realización de la presente divulgación, el al menos uno o más LED UV emiten en la banda UV-A (315-400 nm) y UV-B (280-315 nm), pero no en la banda UV C (100-280 nm) de acuerdo con la presente divulgación.

Se ha de apreciar que cualquier régimen de dosificación ventajoso de luz artificial para tratar el choque de trasplante

puede aplicarse de acuerdo con la presente divulgación. En una realización, se administran exposiciones pequeñas de luz artificial a intervalos conocidos o aleatorios. En otras realizaciones, la exposición a la luz para tratar el choque de trasplante se administra al final del período de crecimiento en el interior de acuerdo con la presente divulgación.

- 5 Se ha de apreciar además que es según la presente divulgación combinar el tratamiento con luz artificial de la presente divulgación con otros tratamientos del choque de trasplante, tales como el enfriamiento de las plántulas. En algunas realizaciones, las luces artificiales de la presente divulgación están alojadas en un refrigerador, de manera que las plántulas estén dispuestas para su aclimatación a las condiciones de invierno al aire libre en dicho refrigerador. De forma similar, el tratamiento con luz artificial del choque de trasplante puede combinarse con viento
10 artificial o una dieta controlada de minerales para las plántulas de acuerdo con la presente divulgación.

Se ha de apreciar además que en cualquiera de las realizaciones anteriores de la presente divulgación, el dispositivo de luz dispuesto para producir luz artificial para el tratamiento del choque de trasplante puede estar equipado con cualquiera de los siguientes materiales fosforescentes:

- 15
- MAiSiN_3X (donde en M es un metal tal como Ca, Sr, Ba y X es un elemento de tierras raras tal como Eu o Mn en cualquier relación y combinación),
- MMgSiOX (donde en M es un metal tal como Ca, Sr, Ba y X es un elemento de tierras raras tal como Eu o Mn en cualquier relación y combinación).

- 20 Los métodos y dispositivos de acuerdo con la presente divulgación se han explicado anteriormente con referencia a las realizaciones mencionadas anteriormente y se han demostrado varias ventajas comerciales e industriales. Los métodos y disposiciones de la presente divulgación permiten tratar las plántulas de árboles contra el choque de trasplante y, por lo tanto, aumentar la probabilidad de una plantación exitosa de las plántulas de árboles al aire libre.

- 25 El tratamiento de la presente divulgación reduce las fases de trabajo para el productor, ya que los métodos y dispositivos de acuerdo con la presente divulgación eliminan la necesidad de pantallas de sombra durante el cultivo de las plántulas de árboles, y posteriormente la necesidad de mover las plántulas hacia y desde el área de sombra.

- Los métodos y dispositivos de acuerdo con la presente divulgación se han explicado anteriormente con referencia a
30 las realizaciones mencionadas anteriormente. Sin embargo, es evidente que la invención no se limita únicamente a estas realizaciones, sino que comprende todas las posibles realizaciones dentro del alcance de la invención y las siguientes reivindicaciones de patente.

BIBLIOGRAFÍA

- 35 "The physiological basis of containerised tree seedlings 'transplant shock': a review", Dugald C. Close, Christopher L Beadle and Philip H. Brown, Australian Forestry 2005, Vol. 68 No. 2 pp. 112-120.
EP 0364952 A2, Determining seed viability, Taylor et al., 1990.
US 2008/0120736, Process of photomorphogenically enhancing plants, William E. Hurst, 2008.
40 Photobiology of higher plants, Maurice S. McDonald, John Wiley & Sons, 2003.

REIVINDICACIONES

1. Un método para tratar plantas, **caracterizado por que**,
5 - al menos dicha planta de este tipo es una plántula y se aloja en el interior (100),
- dichas plántulas están expuestas a luz artificial en interiores para tratar el choque de trasplante en las plantas en el interior antes de la vida al aire libre (110),
- la luz artificial se produce mediante un dispositivo de iluminación de diodo emisor de luz (LED) (110) y comprende un par de un primer pico de emisión de luz UV artificial y un segundo pico de emisión de luz roja
10 lejana artificial.
2. Un método según la reivindicación 1, **caracterizado por que**, dicha luz artificial se aplica en pequeñas dosis durante la mayor parte del cultivo de al menos una plántula (210, 310) y/o como un período único al final del período de cultivo en interiores.
15
3. Un método según la reivindicación 1, **caracterizado por que**, dicha luz artificial (220, 320, 321) se aplica adicionalmente en cualquiera de las siguientes bandas: áreas violeta, azul, verde, amarillo y rojo del espectro.
4. Un método según la reivindicación 1, **caracterizado por que**, dicho espectro de luz artificial (250)
20 combinado con el espectro de luz solar transparente a través de una pared y/o techo de invernadero (240) equivale a un espectro de suma combinado similar al espectro solar observado en el suelo de la Tierra con o sin una brecha de intensidad entre 500-600 nm.
5. Un método según la reivindicación 1, **caracterizado por que**, dicho espectro de luz artificial es similar
25 al espectro solar observado en el suelo de la Tierra.
6. Un método según la reivindicación 1, 4 y/o 5, **caracterizado por que**, las áreas verde y amarilla del espectro (500-600 nm) se han omitido o tienen una intensidad espectral relativa menor en comparación con las bandas azul o roja que en luz solar.
30
7. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que**, la al menos una de dichas plántulas (210, 310) está expuesta al espectro de luz artificial de la reivindicación 4 durante el día.
8. Un dispositivo de luz de tratamiento para plantas, **caracterizado por que**, al menos dicho dispositivo
35 de luz de este tipo (220, 320, 321) es un dispositivo de luz LED configurado para irradiar luz artificial que tiene un par de un primer pico de emisión de luz UV artificial y un segundo pico de emisión de luz roja lejana artificial para al menos una plántula y se dispone para iluminar dicha al menos una plántula (210, 310) en el interior para tratar de este modo el choque de trasplante en dicha al menos una plántula antes de la transferencia de dicha al menos una plántula a la vida al aire libre.
40
9. Un dispositivo de luz según la reivindicación 8, **caracterizado por que**, dicha luz artificial (220, 320, 321) se dispone para aplicarse en pequeñas dosis durante la mayor parte del cultivo de las plántulas y/o como un período único al final del período de cultivo en el interior.
- 45 10. Un dispositivo de luz según la reivindicación 8, **caracterizado por que**, dicha luz artificial (220, 320, 321) se dispone para aplicarse adicionalmente en cualquiera de las siguientes bandas: áreas violeta, azul, verde, amarillo y rojo del espectro (500-600 nm).
11. Un dispositivo de luz según la reivindicación 8, **caracterizado por que**, dicho espectro de luz artificial
50 (250) combinado con el espectro (240) de luz solar transparente a través de una pared de invernadero se dispone para constituir un espectro de suma combinado similar al espectro solar observado en el suelo de la Tierra con o sin una brecha de intensidad entre 500-600 nm.
12. Un dispositivo de luz según la reivindicación 8, **caracterizado por que**, dicho espectro de luz artificial
55 se dispone de forma similar al espectro solar observado en el suelo de la Tierra.
13. Un dispositivo de luz según la reivindicación 8, 11, y/o 12, **caracterizado por que**, las áreas verde y amarilla del espectro (500-600 nm) se disponen para omitirse o se disponen para tener una intensidad espectral relativa menor en comparación con las bandas azul o roja que en luz solar.

14. Un dispositivo de luz según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que**, la al menos una de dichas plántulas (210, 310) se dispone para exponerse al espectro de luz artificial de la reivindicación 15 durante el día.

5

15. Un dispositivo de luz según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que**, dicha al menos una plántula (210, 310) se dispone para exponerse al espectro de luz artificial de la reivindicación 16 durante la noche.

10 16. Uso de luz artificial procedente de un dispositivo de luz LED que tiene un par de un primer pico de emisión de luz UV artificial y un segundo pico de emisión de luz roja lejana artificial para tratar el choque de trasplante en las plantas, **caracterizado por que**, al menos una planta es una plántula (210, 310) y al menos parte de la luz artificial está en la banda UV-B.

10

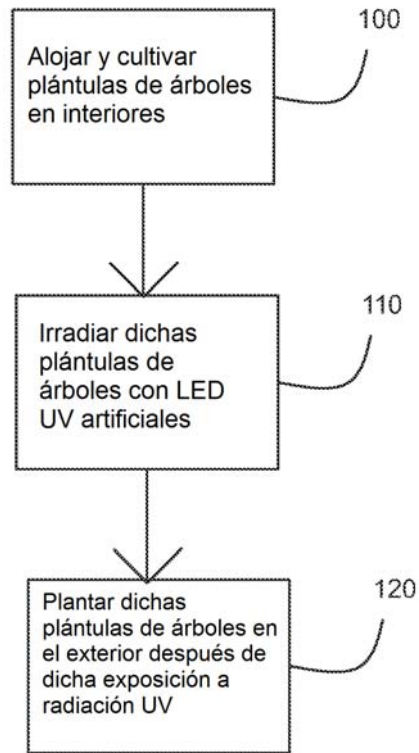


FIG 1.

20

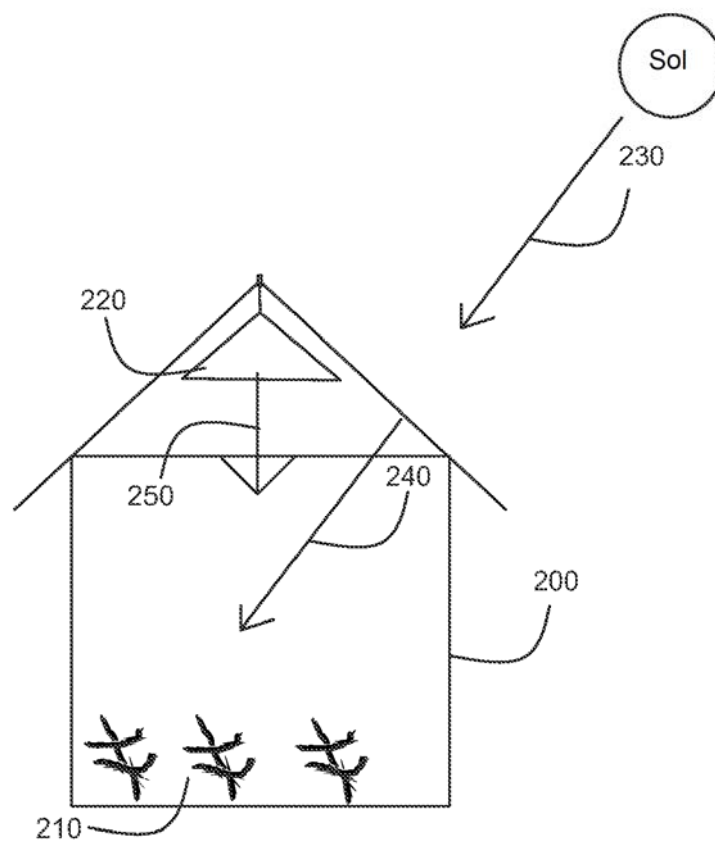


FIG 2.

30

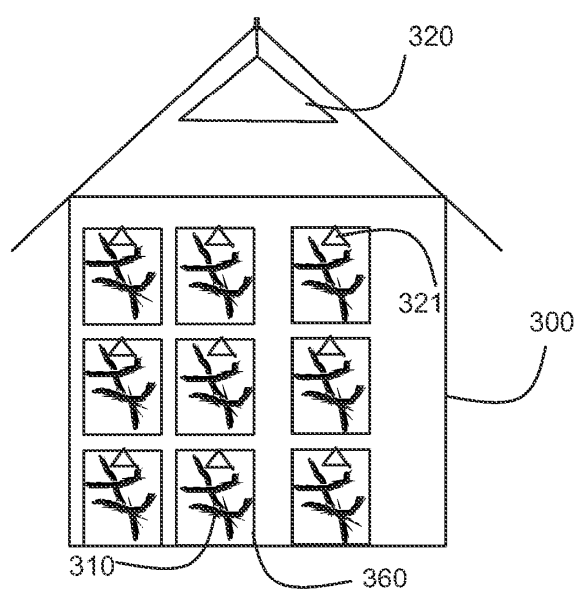


FIG 3.

40

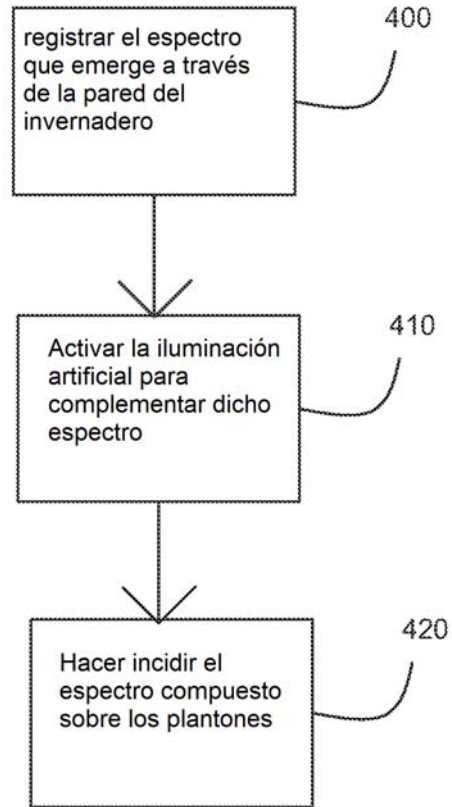


FIG 4.

50

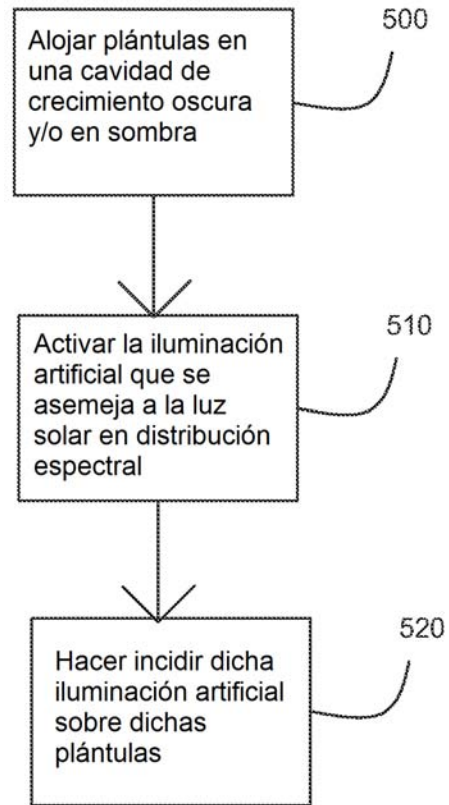


FIG 5.

60

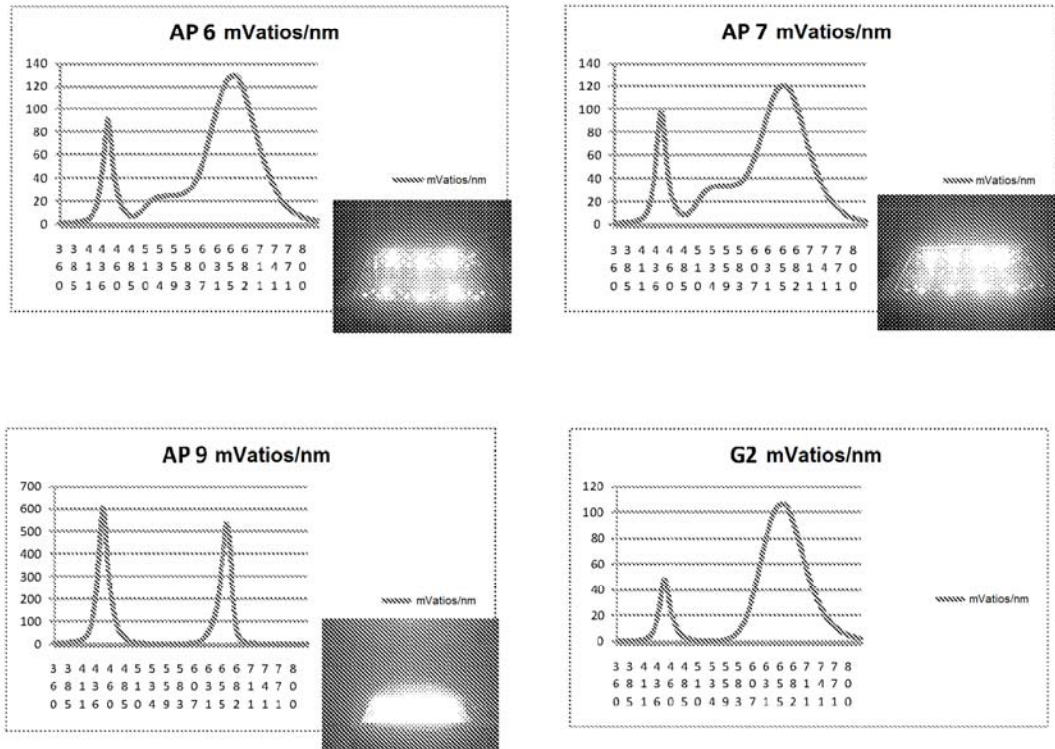


FIG 6.