

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 552 003**

51 Int. Cl.:

**A01G 9/14** (2006.01)

**B32B 27/20** (2006.01)

**B32B 27/30** (2006.01)

**C08J 3/22** (2006.01)

**C08K 3/22** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2012 E 12799302 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.08.2015 EP 2747549**

54 Título: **Cuerpo laminar para fabricar techos de invernadero y método de cultivo en invernadero**

30 Prioridad:

**31.10.2011 IT PD20110341**

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

**25.11.2015**

73 Titular/es:

**ULTRABATCH S.R.L. (100.0%)  
Via Botticelli  
20022 Castano Primo (MI), IT**

72 Inventor/es:

**BOLDRIN, LANFRANCO**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

**ES 2 552 003 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

Cuerpo laminar para fabricar techos de invernadero y método de cultivo en invernadero

### 5 **Campo de aplicación**

La presente invención se refiere a un cuerpo laminar para fabricar techos de invernadero y a un método de cultivo en invernadero.

### 10 **Estado de la técnica**

Como se sabe, en el cultivo en invernadero es fundamental reducir la temperatura diurna dentro de los invernaderos, dependiendo de la transmitancia luminosa del techo (película o lámina) y el estado actual del cultivo.

15 Hasta la actualidad, la disminución de las temperaturas que superan los límites de la tolerancia fisiológica se ha logrado insertando agentes de dispersión o filtración en los techos.

En todos los casos, los aditivos usados de facto reducen la radiación solar disponible para las plantas y por tanto su fotosíntesis con un efecto negativo evidente sobre las propias plantas. En los momentos de mayor insolación e irradiación de hecho debe fomentarse el efecto opuesto (es decir, un aumento en la fotosíntesis) de modo que se tenga un aumento de productividad y salud del cultivo.

20 Dentro de este marco, se han propuesto películas de múltiples capas para fabricar techos de invernadero, diseñadas con una estructura de múltiples capas y una composición química de las capas individuales tal que se aumenta la "fotoluminiscencia" de la película con la transformación de bandas radiantes del campo de UV al campo visible. Sin embargo, los efectos beneficiosos sobre las plantas son limitados.

Además, el uso de aditivos debe evaluarse teniendo en cuenta los efectos sobre la resistencia mecánica y química del cuerpo laminar que va a usarse para el techo.

30 Esto es incluso más importante en el caso de techos fabricados con películas flexibles, en contraste con techos fabricados con láminas rígidas o semirrígidas. Las películas flexibles son más baratas que las láminas rígidas, requieren estructuras de soporte menos robustas y son más fáciles de aplicar pero, al mismo tiempo, son generalmente menos resistentes mecánica y químicamente.

35 La elección del material del techo y los aditivos es por tanto muy importante porque es necesario satisfacer diferentes requisitos, algunas veces opuestos. Por ejemplo, la resistencia mecánica puede aumentarse aumentando el grosor, pero esto reduce la transmisión luminosa del cuerpo laminar. Además, para el mismo grosor, el efecto térmico (entendido como la capacidad para mantener la temperatura en los invernaderos por la noche) por ejemplo de un material tal como PVC plastificado (usado ampliamente para fabricar láminas rígidas) es más de dos veces el de otro material tal como polietileno (usado para fabricar películas flexibles).

40 En este sentido, pueden citarse ejemplos de películas fabricadas a partir de LDPE, EVA/C, PP con la adición de aditivos, generalmente silicatos o carbonatos, que impiden o limitan la transmisión directa de radiación solar (UVA, visible o IR corto) sobre las plantas impidiendo el abrasamiento que resulta de la refracción o difracción de rayos solares.

45 Estas películas, conocidas como de "luz difusa" contienen cargas minerales u otras soluciones que tienen un efecto de reflexión de toda la radiación luminosa, incluyendo rayos UVA, parcialmente dentro del invernadero y parcialmente fuera. Los diversos rebotes de los rayos luminosos determinan una reducción de la energía entrante, pero, al mismo tiempo, una disminución del nivel radiante para las plantas, a pesar de que garantizan una uniformidad luminosa positiva y cierta. El efecto final es el de una disminución total de la radiación que, a menudo, puede ser insuficiente para los requisitos fisiológicos.

50 Los aditivos usados debilitan además la estructura de la película y, para el mismo grosor, reducen su resistencia mecánica.

El documento FR 2773100 A1 da a conocer un cuerpo de múltiples capas usado para invernaderos que comprende una matriz de polímero y nanopartículas de dióxido de titanio dispersadas en la matriz de polímero.

60 También se menciona una película a base de un material de polímero que contiene burbujas de gas dispersadas. Esta película tiene una resistencia mecánica inferior en promedio que sus homólogos producidos con el mismo polímero de base. Además, la alta absorción de radiación solar en el campo infrarrojo corto (debido a la presencia de las burbujas que provocan una estructura física y química particular), reduce la entrada de luz directa dentro del invernadero, determinando situaciones de baja radiación incompatibles algunas veces con los requisitos de muchas cosechas. La misma observación también se aplica con respecto a la absorbancia casi total en el campo UV.

5 Tal como se sabe, otro problema típico del cultivo en invernadero es la formación de condensación sobre la superficie interior de los techos. Este fenómeno es extremadamente dañino para las cosechas, dado que proporciona un entorno ideal para la proliferación de parásitos, así como un daño directo e irreparable que resulta del goteo de gotas de condensación sobre las hojas o los frutos.

10 Generalmente, la carga electrostática presente sobre la superficie de películas normales usadas para fabricar techos no puede resolver este grave problema de condensación. Actualmente, el fenómeno se atenúa por tanto añadiendo tensioactivos a la película para reducir la tensión superficial, lo que tiene sin embargo una eficacia limitada y de duración relativamente corta.

### Presentación de la invención

15 En consecuencia, el fin de la presente invención es eliminar las desventajas de la técnica anterior mencionadas anteriormente poniendo a disposición un cuerpo laminar para fabricar techos de invernadero que hace posible aumentar la actividad fotosintética de las cosechas sin reducir el efecto de pantalla.

20 Un fin adicional de la presente invención es poner a disposición un cuerpo laminar para fabricar techos de invernadero que permite una reducción de la formación de condensación dentro del invernadero sin el uso de tensioactivos.

Un fin adicional de la presente invención es poner a disposición un cuerpo laminar para fabricar techos de invernadero que es mecánica y químicamente resistente.

25 Un fin adicional de la presente invención es poner a disposición un cuerpo laminar para fabricar techos de invernadero que es fácil y económico de producir.

30 Un fin adicional de la presente invención es poner a disposición un método de cultivo en invernadero que hace posible aumentar la actividad fotosintética de las plantas sin reducir su efecto protector.

Las características técnicas de la invención según los fines mencionados anteriormente pueden observarse claramente a partir del contenido de las reivindicaciones más adelante y las ventajas de la misma serán más claramente evidentes a partir de la siguiente descripción detallada.

### 35 Descripción detallada

40 Según una realización general de la invención, el cuerpo laminar para fabricar techos de invernadero comprende al menos una capa laminar, que define al menos una superficie principal del cuerpo laminar y comprende una matriz de polímero y nanopartículas de dióxido de titanio  $TiO_2$  en forma de anatasa y/o rutilo, dispersadas en la matriz de polímero.

45 Tal como se explicará adicionalmente y más claramente a continuación, para los fines de la invención, en una condición de uso el cuerpo laminar se orienta con la superficie principal, definida por la al menos una capa laminar con nanopartículas mencionada anteriormente, dirigida directamente al interior del invernadero.

Las nanopartículas de dióxido de titanio  $TiO_2$  tienen dimensiones no mayores de 100 nm (nanómetros).

50 El dióxido de titanio está presente en una concentración en peso de entre 30 y 1500 ppm en relación con la matriz de polímero (es decir entre el 0,003% y el 0,15% en peso). De hecho se ha observado que concentraciones de dióxido de titanio en forma de nanopartículas por encima de 1500 ppm en peso (en particular si están por encima del 1% en peso) se vuelven esencialmente perjudiciales debido a su violento efecto oxidante de los enlaces moleculares, destruyendo la película en un tiempo muy corto y disminuyendo la transmitancia luminosa de la película hasta valores inaceptables para el cultivo. En la descripción se señalarán adicionalmente otros efectos negativos.

55 Preferiblemente, el dióxido de titanio está presente en una concentración en peso de entre 300 y 1500 ppm (es decir entre el 0,03% y el 0,15% en peso) en relación con la matriz de polímero.

60 Preferiblemente, las nanopartículas de dióxido de titanio  $TiO_2$  tienen dimensiones no mayores de 20 nm, e incluso más preferiblemente de no más de 10 nm.

Ventajosamente las nanopartículas de dióxido de titanio están dispersadas uniformemente en la matriz de polímero.

65 Preferiblemente, el dióxido de titanio  $TiO_2$  tiene una pureza de no menos del 99,5%. Preferiblemente, el dióxido de titanio está libre de elementos contaminantes que podrían tener efectos negativos sobre la matriz de polímero.

Según una solución de realización preferida, el dióxido de titanio  $TiO_2$  está en forma de anatasa.

Es posible prever el uso de una mezcla de dióxido de titanio en forma de anatasa y en forma de rutilo.

5 Preferiblemente, la matriz de polímero se prepara a partir de poliolefinas y copolímeros termoplásticos de poliolefinas.

10 En particular, la matriz de polímero de la capa con nanopartículas mencionada anteriormente comprende uno o más polímeros, tomados individualmente o mezclados entre sí, elegidos del grupo que consiste en polietileno (PE), polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), polipropileno (PP), copolímero de propileno, etileno-acetato de vinilo (EVA), etileno-acrilato de butilo (EBA), etileno-acrilato de metilo (EMA), poli(metacrilato de metilo) (PMMA), policarbonato (PC), poliamida (PA), etileno-tetrafluoroetileno (ETFE) y poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF). No se excluye el uso de otros polímeros.

15 Preferiblemente, la al menos una capa laminar mencionada anteriormente se obtiene mediante extrusión o coextrusión. Del mismo modo, incluso en el caso en el que la capa laminar comprende dos o más de tales capas laminares (tal como se describirá adicionalmente en la descripción), tales capas se obtienen individualmente mediante extrusión (y luego se unen entre sí), o se obtienen ya unidas entre sí mediante coextrusión.

20 Ventajosamente, la matriz de polímero comprende dentro de la misma aditivos de fotoestabilización.

Preferiblemente, se usan fotoestabilizadores que no tienen propiedades de pantalla frente a los rayos UV. En particular, tales estabilizadores son estabilizadores de amina estereoinpedida, o bien HALS (estabilizadores de luz de amina impedida) (HALS) o bien NOR\_HALS (estabilizadores de luz de amina impedida de N-alcoxilo monoméricos).

25 En lugar de, o en combinación con, los fotoestabilizadores que no tienen propiedades de pantalla, pueden usarse fotoestabilizadores con un efecto de pantalla de UV (tal como un agente de extinción de níquel).

30 Preferiblemente, los aditivos de fotoestabilización mencionados anteriormente están presentes en la capa laminar individual con una concentración en peso del 0,60% al 1,25%.

35 Ventajosamente, la matriz de polímero de la capa laminar individual comprende dentro de la misma aditivos que tienen una función de pantalla de UV. Preferiblemente, tales aditivos con una función de pantalla de UV (absorbente de UV) están presentes con una concentración en peso del 0,15% al 0,35%. En particular, tales aditivos con un efecto de pantalla de UV se eligen del grupo compuesto por triazina (2,4-bis(2,4-dimetilfenil)-6-(2-hidroxi-4-n-octiloxifenil)-1,3,5-triazina), benzofenona (2-hidroxi-4-n-octoxibenzofenona), triazol (ácido 3,5-di-(t-butil)-4-hidroxibenzoico, éster hexadecílico) y benzotriazol (2-(2'-hidroxi-3'-t-butil-5'-metilfenil)-5-clorobenzotriazol).

40 La presencia de fotoestabilizadores y/o de aditivos con una función de pantalla de UV hace posible calibrar la reactividad del TiO<sub>2</sub> dentro de la capa laminar. Para tal fin en particular, se usan aditivos que tienen una transparencia a los rayos UV con al menos el 25% de transmitancia de UV desde 315 hasta 400 nm de modo que se permite el efecto de catalizador correcto y una protección adecuada simultáneamente de los enlaces moleculares para una duración adecuada de uso del cuerpo laminar.

45 Ventajosamente, la matriz de polímero de la capa laminar individual puede comprender dentro de la misma aditivos tensioactivos. En particular los aditivos tensioactivos se eligen del grupo compuesto por éster etílico de octadecano y monoestearato de sorbitano, tomados individualmente o mezclados entre sí. Preferiblemente, los aditivos tensioactivos mencionados anteriormente están presentes en la capa laminar individual con una concentración en peso del 1% al 1,5%.

50 Tal como se describirá adicionalmente en la descripción, en el caso en el que el cuerpo laminar comprende dos capas laminares superficiales (de las cuales una se dirige al interior del invernadero y la otra se dirige al exterior del invernadero), los tensioactivos están presentes preferiblemente sólo en la capa laminar dirigida hacia dentro. El uso de los tensioactivos tiene como objetivo mantener de manera constante una película de humedad muy fina sobre la superficie del cuerpo laminar (dirigida al interior del invernadero), película de humedad que (tal como se especificará más adelante en la descripción) permite la reacción fotocatalítica que se propaga dentro del invernadero determinando un efecto de saneamiento ambiental.

60 Debido a las propiedades hiperhidrófilas del dióxido de titanio en forma de anatasa, el uso de nanopartículas de TiO<sub>2</sub> anatasa con concentraciones en peso en una capa laminar individual de más de 1500 ppm conduciría a que la superficie del cuerpo laminar estuviese prácticamente seca. La ausencia de humedad sobre la superficie del cuerpo laminar impediría la aparición de las reacciones redox activadas por dicho TiO<sub>2</sub> y de ese modo el efecto fungicida, antiviral y antibacteriano relacionado con tales reacciones (tal como se describirá adicionalmente en la descripción). La presencia de tensioactivos dentro de la matriz de polímero de la capa laminar superficial dirigida al interior del invernadero tiene como objetivo atenuar las propiedades hiperhidrófilas del dióxido de titanio, para garantizar (como ya se mencionó) la presencia de una película de humedad.

Ventajosamente, la matriz de polímero de la capa laminar individual puede comprender dentro de la misma cuarcita micronizada (también conocida como polvo de cristal de sílice o polvo de dióxido de sílice). En particular la cuarcita micronizada tiene una dimensión media de partícula de 10 a 20  $\mu\text{m}$  (micrómetros). Preferiblemente, la cuarcita micronizada está presente en la capa laminar individual con una concentración en peso del 0,3% al 0,5%.

Se ha observado que la cuarcita micronizada presente dentro de la matriz de polímero actúa en sinergia con las nanopartículas de dióxido de titanio anatasa. Los cristales de cuarcita reflejan parte del UV sobre la superficie de las nanomoléculas de dióxido de titanio. Esto aumenta, de una manera significativa pero calibrada, la fotocatalisis. La formación específica de tales microcristales no influye en la transmitancia de la capa laminar. Por el contrario, hay pruebas de un probable desplazamiento de la radiación luminosa (dentro del espectro visible) provocado por tales cristales con ligeros aumentos en la luminosidad total del entorno del invernadero. En cualquier caso, la presencia de cuarcita micronizada y dióxido de titanio en nanopartículas provoca una mayor distribución de la propia luz dentro del invernadero, reduciendo el peligro de la radiación dirigida a las plantas y los operarios, sin limitar sin embargo su intensidad, con efectos positivos sobre el entorno del invernadero.

Además, la presencia de cuarcita micronizada aumenta significativamente el efecto de barrera frente a la radiación IR media-larga (efecto invernadero) de la capa laminar (y por tanto del cuerpo laminar) con efectos beneficiosos para su uso en invernaderos. El cuerpo laminar usado como techo de invernadero tiene una retención muy alta del calor que vuelven a liberar la tierra y las plantas durante la noche, lo que permite un resultado agronómico mejorado y una actividad catalítica mejorada del cuerpo laminar. Esto último de hecho sigue ocurriendo a temperaturas superiores: esto favorece las reacciones de fotocatalisis.

La presencia de la cuarcita micronizada y las nanopartículas de  $\text{TiO}_2$  determina un efecto de barrera significativo contra el efecto de calentamiento de la radiación que entra en el invernadero. La cuarcita y el dióxido de titanio de hecho absorben la radiación para realizar las funciones fotocatalíticas (tanto exotérmicas como endotérmicas). Se ha encontrado por tanto que gracias a tal efecto de barrera contra el calor la temperatura dentro de un invernadero con un techo fabricado con el cuerpo laminar según la presente invención permanece siempre muy baja en comparación con invernaderos con techos tradicionales. El cuerpo laminar según la presente invención mantiene además su transmitancia total sustancialmente inalterada a lo largo del tiempo sin la necesidad de usar otros tipos de aditivos o sustancias químicas, adecuados para crear una barrera frente a la luz y por tanto frente al calor con consecuencias negativas sobre el cultivo y sobre la vida útil del propio cuerpo laminar.

El cuerpo laminar según la invención, cuando se usa como techo para invernaderos, explica por tanto un efecto de barrera tanto frente al calor como frente al agua.

Según una solución de realización preferida, la al menos una capa laminar con nanopartículas mencionada anteriormente está en forma de una película.

Se pretende que "película" signifique una estructural laminar, generalmente flexible, que tiene una extensión de superficie principal y un grosor del orden de varias decenas de micrómetros hasta varios cientos de micrómetros.

Según una solución de realización alternativa, la al menos una capa laminar con nanopartículas mencionada anteriormente puede estar en forma de una lámina.

Se pretende que "lámina" signifique una estructura laminar rígida o semirrígida que tiene una extensión de superficie principal y un grosor hasta el orden de varios milímetros.

Ventajosamente, el cuerpo laminar según la invención puede estar compuesto por una capa laminar individual, en forma de película o lámina. En este caso, la capa laminar define las dos superficies opuestas principales del cuerpo laminar. En condiciones de uso, tales superficies deben dirigirse una al interior y la otra al exterior del invernadero.

El cuerpo laminar según la invención puede comprender dos o más capas laminares, preferiblemente en forma de película. En este caso, preferiblemente, cada capa laminar define una de las dos superficies opuestas principales del cuerpo laminar, que en condiciones de uso, deben dirigirse una al interior y la otra al exterior del invernadero.

El cuerpo laminar puede comprender al menos un sustrato de soporte al que se une la capa laminar individual, o al que se unen las dos o más capas laminares mencionadas anteriormente. En el caso de una única capa sobre el sustrato, la capa laminar individual define sólo una de las dos superficies principales del cuerpo laminar.

En el caso de dos capas laminares unidas al sustrato, el sustrato está preferiblemente interpuesto entre las dos capas laminares, de modo que estas últimas definen las dos superficies opuestas principales del cuerpo laminar, de las cuales una se dirigirá al interior y la otra al exterior del invernadero.

El sustrato de soporte puede estar compuesto por una película de material de polímero o por una lámina de material de polímero.

Ventajosamente, el material de polímero del sustrato de soporte puede ser el mismo que el usado para la matriz de polímero de la capa laminar individual o la pluralidad de capas laminares.

- 5 Según una solución de realización preferida, el cuerpo laminar comprende dos capas laminares en forma de película con nanopartículas y un sustrato de soporte intermedio en forma de película, situado entre las dos capas.

Ventajosamente, las dos capas laminares y el sustrato de soporte están coextruidos.

- 10 Según una solución de realización particular, las dos capas laminares con nanopartículas tienen una matriz de polímero compuesta por del 15 al 20% en peso de copolímero de PP al azar y del 80 al 85% en peso de etilo-acetato de vinilo (EVA), mientras que el sustrato de soporte tiene una matriz de polímero de EVA. Se usa EVA con el 14% de acetato de vinilo. En cada una de las dos capas laminares, están presentes de 60 a 80 ppm en peso de dióxido de titanio en forma de anatasa. Las nanopartículas tienen dimensiones de 5 a 10 nm (nanómetros).  
 15 el cuerpo laminar tiene un grosor de aproximadamente 200  $\mu\text{m}$ , con una subdivisión sustancialmente uniforme del grosor de las capas laminares y el sustrato.

- Según una solución de realización preferida, las dos capas laminares superficiales con nanopartículas tienen una matriz de polímero de polietileno que comprende etilo-acetato de vinilo (EVA) con una concentración en peso de entre el 20% y el 15% (con el 14% de acetato de vinilo), mientras que el sustrato intermedio tiene una matriz de polímero de polietileno que comprende etilo-acetato de vinilo (EVA) con una concentración en peso de entre el 80% y el 85% (con el 14% de acetato de vinilo). En cada una de las dos capas laminares, están presentes aproximadamente 1.000 ppm en peso de dióxido de titanio en forma de nanopartículas de anatasa. Las nanopartículas tienen dimensiones de 5 a 10 nm (nanómetros).  
 20

- Preferiblemente, en el caso de un cuerpo laminar que comprende al menos dos capas laminares superficiales con un sustrato intermedio interpuesto entre las mismas, una de las dos capas laminares superficiales tiene una matriz de polímero que comprende los aditivos tensioactivos mencionados anteriormente, mientras que la otra capa laminar superficial tiene una matriz de polímero que no contiene aditivos tensioactivos. Por motivos que se describirán más adelante, cuando el cuerpo laminar se usa como techo de un invernadero, debe hacerse que la capa laminar superficial con los aditivos tensioactivos se dirija al interior del invernadero, mientras que debe hacerse que la otra capa laminar sin los aditivos tensioactivos mencionados anteriormente se dirija al exterior del invernadero.  
 25  
 30

- El sustrato intermedio puede tener la misma composición que las capas laminares superficiales. En particular, el sustrato intermedio puede tener una matriz de polímero y nanopartículas de dióxido de titanio  $\text{TiO}_2$  en forma de anatasa y/o rutilo, dispersadas en la matriz de polímero. Las nanopartículas tienen dimensiones de no más de 100 nm, preferiblemente no más de 20 nm e incluso más preferiblemente no más de 10 nm. El dióxido de titanio está presente en una concentración en peso de entre 30 y 1500 ppm en relación con la matriz de polímero, y preferiblemente en una concentración de 300 a 1500 ppm. Más en detalle, la matriz de polímero del sustrato intermedio puede comprender dentro de la misma los mismos aditivos, con respecto al tipo y la concentración, que los contenidos en las dos capas laminares superficiales y ya definidos anteriormente.  
 35  
 40

- Alternativamente, el sustrato intermedio puede tener una composición diferente a las capas laminares superficiales. En particular, el sustrato intermedio puede no contener nanopartículas de dióxido de titanio o puede tener una concentración mucho más baja. Lo que se ha dicho de las nanopartículas también se aplica a la cuarcita micronizada, los fotoestabilizadores y los filtros UV.  
 45

- Preferiblemente, el sustrato intermedio comprende siempre dentro del mismo aditivos tensioactivos, elegidos del grupo compuesto por éster etílico de octadecano y monoestearato de sorbitano, tomados individualmente o mezclados entre sí. Tales aditivos tensioactivos están presentes con una concentración en peso similar (es decir de desde el 1% hasta el 1,5%), o incluso superior a la de las capas laminares superficiales. Tales aditivos tienen puntos de fusión bajos (por debajo de 50°C) y por tanto tienen una tendencia a migrar hacia el exterior del cuerpo laminar y luego abandonarlo. El sustrato intermedio puede actuar como tanque de reserva o depósito para las capas laminares superficiales, garantizando una concentración estable de tales aditivos en las capas laminares superficiales durante un periodo de tiempo más prolongado. Los aditivos migran de hecho progresivamente hacia las capas laminares también debido a los gradientes de concentración.  
 50  
 55

- La composición del sustrato intermedio se elige en relación con el grosor de las capas laminares superficiales. A medida que disminuye el grosor, la contribución (en cuanto a los efectos beneficiosos descritos según la invención) proporcionada por las capas laminares superficiales disminuye. Por tanto, la contribución del sustrato intermedio también se vuelve necesaria. En consecuencia, en el caso de capas laminares superficiales de grosor reducido (20-30  $\mu\text{m}$ ), el sustrato tiene una composición, en cuanto a la calidad y la concentración de los aditivos y de las nanopartículas, equivalente a la de las capas laminares superficiales.  
 60

- Preferiblemente, el cuerpo laminar según la invención, en sus diversas configuraciones, tiene grosores de 25 a 300  $\mu\text{m}$ . Se adoptan preferiblemente grosores cercanos al límite inferior para soluciones con una capa laminar individual,  
 65

mientras que se adoptan preferiblemente grosores cercanos al límite superior para soluciones de múltiples capas.

También pueden preverse soluciones con grosores fuera del intervalo mencionado anteriormente.

5 Preferiblemente, las dimensiones de las nanopartículas de dióxido de titanio se eligen en relación con los grosores del cuerpo laminar y de las capas laminares individuales. En particular es absolutamente preferible usar nanopartículas de dimensiones no mayores de 10  $\mu\text{m}$  cuando los grosores del cuerpo laminar están cercanos al límite inferior del intervalo mencionado anteriormente.

10 Las capas laminares y el sustrato en forma de película se fabrican preferiblemente mediante extrusión. En particular, puede usarse extrusión mediante soplado, extrusión mediante calandrado o extrusión de lámina plana. En el caso de cuerpos laminares de múltiples capas, es decir con dos o más capas laminares, con o sin sustrato de soporte en forma de película, es preferible usar un procedimiento de coextrusión.

15 En el caso de un sustrato en forma de lámina, la capa laminar individual o las dos o más capas laminares se fabrican por separado y luego se hace que se adhieran al sustrato.

Pueden preverse soluciones con una capa laminar en forma de lámina, en particular láminas sólidas y/o láminas con una estructura alveolar.

20 Se ha observado que el cuerpo laminar según la invención, usado para fabricar techos de invernadero, hace posible lograr resultados agronómicos sorprendentes, si se compara con soluciones tradicionales, atribuibles a un aumento significativo en la actividad fotosintética de las cosechas.

25 En particular, pruebas realizadas en invernaderos usados como viveros muestran un desarrollo significativamente más temprano en comparación con la velocidad de maduración normal de las plantas cultivadas. También se ha observado que las plantas son más sanas en cuanto a la perfección del producto, con un alto nivel de uniformidad de las características de las plantas cultivadas. También se observó un alto grado de robustez de las plántulas y un aumento del grosor de las hojas. Las plántulas mostraron además un aparato radicular perfecto, un aspecto importante para lograr un cultivo satisfactorio.

30 También se realizaron pruebas en invernaderos con condiciones muy malas de luz y humedad. En invernaderos con techos fabricados con cuerpos laminares según la invención (especialmente películas flexibles), las cosechas continuaron produciendo sin estrés particular. En invernaderos tradicionales, en condiciones ambientales similares, se observó un bloqueo completo de la producción, a pesar del tratamiento con pesticidas, lo que no se había encontrado necesario en los invernaderos según la invención.

35 Tal como se especificará adicionalmente en la descripción, en relación con el método de cultivo en invernadero al que se refiere la presente invención, los efectos agronómicos descritos anteriormente están relacionados con la presencia de una capa laminar en el cuerpo laminar que define al menos una superficie principal del propio cuerpo laminar y comprende una matriz de polímero con nanopartículas de dióxido de titanio  $\text{TiO}_2$  en forma de anatasa y/o rutilo, dispersadas dentro de la misma, con concentraciones en peso que oscilan entre 30 y 1500 ppm y dimensiones de partícula de no más de 100 nm.

45 Se encontraron los mejores efectos agronómicos con cuerpos laminares que tenían nanopartículas de anatasa, con concentraciones en peso de alrededor de 1.000 ppm y dimensiones de partícula de no más de 10 nm.

50 Tales efectos pueden atribuirse principalmente a las consecuencias de las actividades fotocatalíticas generadas por las nanopartículas de dióxido de titanio, en forma de anatasa y/o rutilo, en presencia de radiación solar en y/o junto a la capa laminar mencionada anteriormente. El agente de activación es la radiación solar (o incluso luz artificial).

55 La actividad fotocatalítica mencionada anteriormente provoca procesos de degradación de una naturaleza redox de las sustancias orgánicas y/o inorgánicas depositadas sobre la superficie de la capa laminar y/o presentes cerca de la misma. De hecho, a menudo se encuentran dentro de los invernaderos, cerca de los techos o depositadas sobre los mismos altas concentraciones de bacterias, virus, sustancias contaminantes y tóxicas (tales como pesticidas, en particular a base de azufre o cloro), que influyen negativamente en la capacidad vegetativa y de ese modo en la actividad fotosintética de las cosechas.

60 Los productos de degradación de las sustancias contaminantes orgánicas e inorgánicas ya no constituyen un daño para el entorno del invernadero, siendo en última instancia  $\text{CO}_2$  y agua y/o sales solubles tales como carbonatos y nitratos los que se depositan sobre las superficies en las que han tenido lugar las reacciones descritas anteriormente. Tales sales son fáciles de eliminar: pueden eliminarse mediante el agua de irrigación fácilmente y sin consecuencias para el entorno, o incluso usarse directamente por las plantas.

65 La formación de  $\text{CO}_2$  y agua, y por tanto la adición de tales sustancias al entorno del invernadero, determina además un aumento pasivo adicional de la fotosíntesis.

Los fenómenos redox mencionados anteriormente no degradan las nanopartículas de dióxido de titanio dado que interviene indirectamente como catalizador y no directamente en los procesos de transformación química.

5 Desde un punto de vista dinámico del proceso, comienza en el momento en el que la radiación luminosa, de una determinada longitud de onda, implica a las nanopartículas de dióxido de titanio que actúan como semiconductores. De ese modo se crean pares de electrón-hueco. Esto último provoca la oxidación y reducción de especies químicas adsorbidas sobre la superficie de soporte (en particular oxígeno y agua) y de potencial redox apropiado. El proceso químico que subyace es, de hecho, una oxidación que comienza gracias al efecto combinado de la luz (solar o artificial) y el aire (oxígeno) y/o agua. La radiación solar (rayos y luz ultravioleta) activa el TiO<sub>2</sub> contenido en la capa laminar de matriz de polímero. El titanio interacciona con el oxígeno y con el agua presentes en el entorno dentro del invernadero. Las especies químicas generadas por los procesos redox del oxígeno y/o del agua oxidan o reducen las sustancias contaminantes que entran en contacto con las superficies, descomponiéndolas.

15 Los fenómenos de degradación mencionados anteriormente también determinan procesos de autolimpieza de las superficies. Se mantiene de ese modo a lo largo del tiempo una transmitancia luminosa perfecta del cuerpo laminar. Las sustancias orgánicas y/o inorgánicas depositadas mediante fotocatalisis, una vez transformadas en sustancias sencillas, pueden eliminarse por lavado fácilmente por la lluvia. Esto supone un aumento de producción en comparación con otras películas que tienden de manera natural a volverse cada vez más sucias, disminuyendo la transmitancia de la película, algunas veces por debajo del umbral mínimo requerido para la actividad fotosintética.

Estos fenómenos de degradación tienen efectos positivos sobre la vida útil del cuerpo laminar. De hecho, favoreciendo la degradación de compuestos de azufre y/o cloro (que se derivan especialmente de pesticidas), reducen la agresividad química de tales compuestos hacia el cuerpo laminar.

25 La presencia de dióxido de titanio sobre la superficie del cuerpo laminar dirigida al interior del invernadero crea además condiciones de hiperhidrofilia sobre las superficies internas del techo. Esto desencadena un proceso de prevención del goteo natural útil con una reducción drástica de las gotas de condensación peligrosas y perjudiciales que se forman en películas de techo tradicionales, sin recurrir al uso de tensioactivos. Tal como ya se mencionó, el uso combinado con tensioactivos es sin embargo preferible para atenuar las propiedades de hiperhidrofilia del dióxido de titanio.

Los rayos solares que pasan a través de la capa laminar con nanopartículas de dióxido de titanio se excitan físicamente, aumentando como resultado la actividad fotosintética de las plantas cultivadas.

35 Al mismo tiempo, las características de efecto invernadero del cuerpo laminar se mantienen y a menudo se aumentan. El aumento en el efecto invernadero está vinculado a la opacidad del TiO<sub>2</sub> frente a la radiación infrarroja media-larga (7.000-13.000 nm), que es el calor que vuelven a liberar los cuerpos calentados, lo que se añade al efecto invernadero peculiar para el propio cuerpo laminar.

40 La presencia de nanopartículas de TiO<sub>2</sub>, en particular en forma de anatasa, a las concentraciones especificadas anteriormente, tiene la sorprendente característica de "interaccionar" con la radiación UVA, desactivando parcialmente los efectos de tal radiación, anteriormente responsable, debido a su alta frecuencia de ondas (véase el efecto microondas), de la destrucción de los enlaces de polímeros y el "abrasamiento" de las plantas. Se produce de ese modo un efecto de pantalla no filtrante (diferente de las soluciones de la técnica anterior), lo que hace posible usar sin peligro todo el intervalo de radiaciones luminosas dentro del invernadero para el beneficio de las cosechas y por tanto una gestión de producción económica. La presencia de nanopartículas de TiO<sub>2</sub> dispersadas en la matriz de polímero (a las concentraciones especificadas) tiene también un efecto de "difusión" que hace posible mejorar la distribución de la luz dentro del invernadero con un aumento consecuente en la uniformidad del producto.

50 Gracias a su capacidad para atenuar la reactividad de los rayos UVA, la presencia del dióxido de titanio también tiene efectos beneficiosos sobre la estabilidad química y por tanto sobre la resistencia mecánica del cuerpo laminar. Esto puede conducir a una reducción significativa de los costes de gestión del invernadero y una reducción consecuente de la probabilidad de daño a las cosechas debido a la rotura precoz del material de techo.

55 La presente invención se refiere a un método de cultivo en invernadero.

Tal método comprende las siguientes etapas:

60 predisponer un invernadero fabricando el techo con al menos un cuerpo laminar según la invención, tal como se describió anteriormente; en particular el cuerpo laminar comprende al menos una capa laminar, que define al menos una superficie principal del cuerpo laminar y comprende una matriz de polímero con nanopartículas de dióxido de titanio TiO<sub>2</sub> en forma de anatasa y/o rutilo, dispersadas dentro de la misma, teniendo las nanopartículas dimensiones no mayores de 100 nm y estando presente el dióxido de titanio con una concentración en peso de entre 30 y 1500 ppm en relación con la matriz de polímero;

orientar el cuerpo laminar de un modo tal que la superficie principal definida por la capa laminar con nanopartículas se dirige directamente al interior del invernadero; y

5 fomentar el paso de radiación solar (luz visible y UV) a través de la capa laminar con nanopartículas de dióxido de titanio, para fomentar las reacciones redox mencionadas anteriormente del oxígeno y/o el agua presentes junto a la capa laminar o adsorbidos en la misma; estando tales reacciones fotocatalizadas por las nanopartículas de dióxido de titanio y afectando a las sustancias orgánicas e inorgánicas que entran en contacto con o que fluyen cercanas a la capa laminar, de modo que se degradan tales sustancias.

10 En particular, la etapa c) de fomentar el paso de radiación solar puede adoptar la forma (durante la etapa de fabricar el cuerpo laminar) de eliminar o en cualquier caso reducir el uso de sustancias o aditivos que apantallan la radiación solar, y en particular la luz UV y la visible a frecuencia superior en la medida en que están más intensamente implicadas en el proceso de fotocátalisis. En particular, como ya se mencionó, es preferible adoptar aditivos de fotoestabilización que no tienen propiedades de pantalla tales como HALS o NOR-HALS.

15 Funcionalmente, durante el cultivo tal etapa c) puede incluso adoptar la forma práctica de evitar la aplicación de recubrimientos de pantalla en el exterior de los invernaderos, tales como disoluciones de cal apagada (usadas frecuentemente en cultivo en invernadero).

20 En su forma más general, la invención prevé que al menos una de las dos superficies principales del cuerpo laminar esté definida por una capa laminar con nanopartículas de dióxido de titanio. En condiciones de uso, tal como se señaló en la etapa b) de orientación del método de cultivo, es fundamental que tal superficie principal se dirija al interior del invernadero para que se produzcan sus efectos agronómicos positivos principales comentados anteriormente.

25 En una forma particularmente ventajosa de la invención, el cuerpo laminar comprende al menos una segunda capa laminar con nanopartículas de dióxido de titanio, que define una segunda superficie principal del cuerpo laminar, opuesta a la primera. Tal segunda superficie se dirige por tanto al exterior del invernadero y hace posible aprovechar el proceso de autolimpieza mencionado anteriormente.

30 Ventajosamente, el método de cultivo según la invención proporciona que en la etapa b) de orientación el cuerpo laminar se sitúe con la segunda superficie mencionada anteriormente dirigida directamente al exterior del invernadero. El paso de la radiación solar determina las reacciones redox mencionadas anteriormente en o cerca de la superficie del cuerpo laminar dirigida hacia el exterior del invernadero, de modo que se degradan las sustancias orgánicas e inorgánicas presentes cerca o sobre tal superficie y se mantiene de ese modo alta la transmitancia luminosa del cuerpo laminar.

35 Preferiblemente, la capa laminar superficial dirigida directamente al interior del invernadero tiene una matriz de polímero que comprende los aditivos tensioactivos mencionados anteriormente, mientras que la capa laminar superficial dirigida directamente al exterior del invernadero tiene una matriz de polímero que no contiene aditivos tensioactivos.

40 La invención también se refiere al uso del cuerpo laminar según la invención para fabricar techos de invernadero según los fines y modos de aplicación del cuerpo laminar (entendido, por ejemplo, como la orientación de las capas laminares en relación con el interior del invernadero) ya descritos.

45 Por último, la presente invención se refiere a un invernadero caracterizado por el hecho de tener un techo que comprende al menos un cuerpo laminar según la invención tal como se describió anteriormente. El cuerpo laminar está orientado de un modo tal que la superficie principal definida por la capa laminar con nanopartículas se dirige directamente al interior del invernadero.

La invención permite de ese modo que se logren numerosas ventajas en parte ya descritas.

50 La invención hace posible aumentar la actividad fotosintética de las cosechas sin reducir el efecto de pantalla. El efecto de pantalla, entendido en particular en cuanto a la atenuación de la transmisión directa de radiación solar, se garantiza de hecho por la capacidad de las nanopartículas de dióxido de titanio (en particular en forma de anatasa) para atenuar la reactividad de la radiación UVA, determinando al mismo tiempo una especie de "difusión" y distribución perfecta de la luz dentro del invernadero con una uniformidad relativa de la irradiación.

60 El aumento en la actividad fotosintética está vinculado directamente con la excitación física de la radiación solar que pasa a través de la capa laminar individual o la pluralidad de capas laminares con nanopartículas, así como con el aumento en el fenómeno de efecto invernadero provocado por la opacidad del dióxido de titanio a las radiaciones infrarrojas medias-largas (7.000 - 13.000 nm).

65 El aumento de la actividad fotosintética está vinculado además indirectamente con el enriquecimiento del entorno del invernadero con agua y CO<sub>2</sub>, con un aumento pasivo en la fotosíntesis. La destrucción bacteriana y viral del entorno

alrededor de las cosechas provocada por fenómenos de degradación fotocatalítica favorece indirectamente la actividad vegetativa con productos sanos, eliminando de manera natural parásitos peligrosos que requerirían el uso de pesticidas y/o la destrucción del producto.

- 5 El cuerpo laminar según la invención también hace posible reducir la formación de condensación dentro del invernadero sin el uso a gran escala de tensioactivos o incluso excluyéndolos totalmente.

Además, el cuerpo laminar según la invención es mecánica y químicamente resistente.

- 10 Por último, el cuerpo laminar para fabricar techos de invernadero es fácil y económico de fabricar.

La invención así concebida logra por tanto los fines expuestos.

- 15 Obviamente, en su realización práctica, puede asumir formas y configuraciones diferentes de las anteriores al mismo tiempo que se mantiene dentro de la presente esfera de protección.

Además, todas las partes pueden reemplazarse por partes técnicamente equivalentes y las dimensiones, formas y materiales pueden variarse según se requiera.

## REIVINDICACIONES

1. Cuerpo laminar para fabricar techos de invernadero, que comprende al menos una capa laminar, que define al menos una superficie principal de dicho cuerpo laminar y comprende una matriz de polímero y nanopartículas de dióxido de titanio TiO<sub>2</sub> en forma de anatasa y/o rutilo, dispersadas en la matriz de polímero, teniendo dichas nanopartículas dimensiones no mayores de 100 nm, estando presente el dióxido de titanio en una concentración en peso de entre 30 y 1500 ppm en relación con la matriz de polímero.
2. Cuerpo laminar según la reivindicación 1, en el que dichas nanopartículas tienen dimensiones de no más de 20 nm y, preferiblemente, no más de 10 nm.
3. Cuerpo laminar según la reivindicación 1 ó 2, en el que el dióxido de titanio está presente con una concentración en peso de 300 a 1500 ppm.
4. Cuerpo laminar según la reivindicación 1, 2 ó 3, en el que las nanopartículas de dióxido de titanio están dispersadas uniformemente en la matriz de polímero.
5. Cuerpo laminar según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que el dióxido de titanio TiO<sub>2</sub> tiene una pureza de no menos del 99,5%.
6. Cuerpo laminar según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha al menos una capa laminar se obtiene mediante extrusión o coextrusión.
7. Cuerpo laminar según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que la matriz de polímero es a base de poliolefinas y copolímeros termoplásticos de poliolefinas.
8. Cuerpo laminar según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que la matriz de polímero comprende uno o más polímeros elegidos del grupo que consiste en polietileno, polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), polipropileno, copolímero de propileno, etileno-acetato de vinilo, etileno-acrilato de butilo, etileno-acrilato de metilo, poli(metacrilato de metilo), policarbonato, poliamida, etileno-tetrafluoroetileno y poli(fluoruro de vinilideno), tomados individualmente o mezclados entre sí.
9. Cuerpo laminar según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que la matriz de polímero comprende dentro de la misma aditivos de fotoestabilización, preferiblemente estabilizadores de amina estereoinpedida.
10. Cuerpo laminar según la reivindicación 9, los aditivos de fotoestabilización mencionados anteriormente están presentes con una concentración en peso del 0,60% al 1,25%.
11. Cuerpo laminar según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que la matriz de polímero comprende dentro de la misma aditivos que tienen una función de filtro de UV.
12. Cuerpo laminar según la reivindicación 11, en el que dichos aditivos que tienen una función de filtro de UV están presentes con una concentración en peso del 0,15% al 0,35%.
13. Cuerpo laminar según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que la matriz de polímero comprende dentro de la misma aditivos tensioactivos.
14. Cuerpo laminar según la reivindicación 13, en el que dichos aditivos tensioactivos se eligen del grupo compuesto por éster etílico de octadecano y monoestearato de sorbitano, tomados individualmente o mezclados entre sí, estando presentes dichos aditivos tensioactivos con una concentración en peso del 1% al 1,5%.
15. Cuerpo laminar según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que la matriz de polímero comprende dentro de la misma cuarcita micronizada.
16. Cuerpo laminar según la reivindicación 15, en el que dicha cuarcita micronizada está presente con una concentración en peso del 0,3% al 0,5%.
17. Cuerpo laminar según la reivindicación 15 ó 16, en el que dicha cuarcita micronizada tiene una dimensión media de partícula de 10 a 20 µm.
18. Cuerpo laminar según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha al menos una capa laminar con nanopartículas está en forma de película.
19. Cuerpo laminar según la reivindicación 18, que comprende al menos un sustrato de soporte al que está asociado dicha al menos una capa laminar con nanopartículas, estando compuesto preferiblemente el sustrato de soporte por una película de material de polímero o por una lámina de material de polímero.

20. Cuerpo laminar según la reivindicación 18 ó 19, que comprende al menos dos capas laminares con nanopartículas en forma de película, cada una de las cuales define una de las dos superficie opuestas principales del cuerpo laminar.
- 5 21. Cuerpo laminar según la reivindicación 19 ó 20, en el que dicho sustrato se sitúa entre dichas dos capas laminares en forma de película.
- 10 22. Cuerpo laminar según la reivindicación 21, en el que dichas dos capas laminares superficiales y dicho sustrato intermedio están coextruidos.
- 15 23. Cuerpo laminar según la reivindicación 13 ó 14 y la reivindicación 21 ó 22, en el que una de las dos capas laminares superficiales tiene una matriz de polímero que comprende dichos aditivos tensioactivos, mientras que la otra capa laminar superficial tiene una matriz de polímero que no contiene aditivos tensioactivos.
- 20 24. Cuerpo laminar según una o más de las reivindicaciones 21 a 23, en el que dicho sustrato intermedio tiene una base de polímero y nanopartículas de dióxido de titanio TiO<sub>2</sub> en forma de anatasa y/o rutilo, dispersadas en la matriz de polímero, teniendo dichas nanopartículas dimensiones no mayores de 100 nm, y preferiblemente de no más de 20 nm, e incluso más preferiblemente de no más de 10 nm, estando presente el dióxido de titanio con una concentración en peso de entre 30 y 1500 ppm en relación con la matriz de polímero.
- 25 25. Cuerpo laminar según la reivindicación 24, en el que la matriz de polímero comprende dentro de la misma los mismos aditivos, en cuanto a la calidad y la concentración, que los contenidos en las dos capas laminares superficiales.
- 30 26. Cuerpo laminar según una o más de las reivindicaciones 21 a 25, en el que la matriz de polímero de dicho sustrato intermedio comprende dentro de la misma aditivos tensioactivos, elegidos del grupo compuesto por éster etílico de octadecano y monoestearato de sorbitano, tomados individualmente o mezclados entre sí, estando presentes dichos aditivos tensioactivos con una concentración en peso de preferiblemente el 1% al 1,5%.
- 35 27. Cuerpo laminar según una o más de las reivindicaciones anteriores 1 a 17, en el que dicha al menos una capa laminar con nanopartículas está en forma de lámina.
- 40 28. Método de cultivo en invernadero, que comprende las siguientes etapas:  
 predisponer un invernadero fabricando el techo con al menos un cuerpo laminar según una o más de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos una capa laminar, que define al menos una superficie principal del cuerpo laminar y comprende una matriz de polímero con nanopartículas de dióxido de titanio TiO<sub>2</sub> en forma de anatasa y/o rutilo, dispersadas dentro de la misma, teniendo las nanopartículas dimensiones no mayores de 100 nm, estando presente el dióxido de titanio presente con una concentración en peso de entre 30 y 1500 ppm en relación con la matriz de polímero;
- 45 orientar el cuerpo laminar de tal modo que la superficie principal definida por la capa laminar con nanopartículas se dirige directamente al interior del invernadero; y  
 fomentar el paso de radiación solar a través de la capa laminar con nanopartículas de dióxido de titanio, para fomentar reacciones redox del oxígeno y/o el agua presentes junto a la capa laminar o adsorbidos en la misma, estando dichas reacciones fotocatalizadas por las nanopartículas de dióxido de titanio y afectando a las sustancias orgánicas e inorgánicas que entran en contacto con o que fluyen cercanas a la capa laminar, de modo que se degradan tales sustancias.
- 50 29. Método según la reivindicación 28, en el que dicho cuerpo laminar comprende al menos una segunda capa laminar con nanopartículas de dióxido de titanio, definiendo dicha segunda capa laminar una segunda superficie principal del cuerpo laminar, opuesta a la primera, estando situado en dicha etapa b) el cuerpo laminar con tal segunda superficie dirigida directamente sobre el exterior del invernadero, determinando el paso de radiación solar dichas reacciones redox en o cerca de la superficie del cuerpo laminar dirigida hacia el exterior del invernadero, de modo que se degradan sustancias orgánicas e inorgánicas presentes cerca o sobre tal superficie de modo que se mantiene alta la transmitancia luminosa del cuerpo laminar.
- 55 30. Método según la reivindicación 29, en el que la capa laminar superficial dirigida directamente al interior del invernadero tiene una matriz de polímero que comprende dichos aditivos tensioactivos, mientras que la capa laminar superficial dirigida directamente al exterior del invernadero tiene una matriz de polímero que no contiene aditivos tensioactivos.
- 60 31. Uso del cuerpo laminar según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 27, para fabricar techos de invernadero para generar, gracias a la radiación solar, reacciones redox del oxígeno y/o el agua presentes en o cerca de al menos
- 65

- 5 una superficie principal de tal cuerpo laminar, dirigida al interior del invernadero y definida por una capa laminar que comprende una matriz de polímero con nanopartículas de dióxido de titanio  $TiO_2$  en forma de anatasa y/o rutilo, dispersadas dentro de la misma, teniendo dichas nanopartículas dimensiones no mayores de 100 nm, estando presente el dióxido de titanio con una concentración en peso de entre 30 y 1500 ppm en relación con la matriz de polímero, estando dichas reacciones redox fotocatalizadas por las nanopartículas de dióxido de titanio y afectando a las sustancias orgánicas e inorgánicas, que entran en contacto con o que fluyen cercanas a la capa laminar, de modo que se degradan tales sustancias.
- 10 32. Invernadero caracterizado por el hecho de tener un techo que comprende al menos un cuerpo laminar según una o más de las reivindicaciones 1 a 27, en el que dicho cuerpo laminar está orientado de un modo tal que la superficie principal definida por dicha al menos una capa laminar con nanopartículas se dirige directamente al interior del invernadero.
- 15 33. Invernadero según la reivindicación 32, en el que dicho cuerpo laminar comprende al menos una segunda capa laminar con nanopartículas de dióxido de titanio, definiendo dicha segunda capa laminar una segunda superficie principal del cuerpo laminar, opuesta a la primera, estando situado el cuerpo laminar con tal segunda superficie dirigida directamente al exterior del invernadero, teniendo dicha primera capa laminar una matriz de polímero que comprende dichos aditivos tensioactivos, mientras que la capa laminar superficial dirigida directamente al exterior del invernadero tiene una matriz de polímero que no contiene aditivos tensioactivos.