(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 670 429**

(51) Int. Cl.:

A01G 31/00 (2008.01)
A01G 9/10 (2013.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.06.2011** **PCT/FR2011/000325**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **08.12.2011** **WO11151542**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2011** **E 11730720 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.03.2018** **EP 2575427**

(54) Título: **Sustrato destinado a servir como soporte de cultivo y aplicación para la preparación en particular de superficies deportivas**

(30) Prioridad:

01.06.2010 FR 1002299

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.05.2018

(73) Titular/es:

DENDRO CONCEPT (100.0%)
8bis rue de la Guérinière
91730 Mauchamps, FR

(72) Inventor/es:

PICARD, EDMOND-PIERRE

(74) Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 670 429 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

Sustrato destinado a servir como soporte de cultivo y aplicación para la preparación en particular de superficies deportivas

[0001] Sustrato destinado a servir como soporte de cultivo y aplicación para la preparación en particular de superficies deportivas.

[0002] La presente invención se refiere a un sustrato destinado a servir como soporte de cultivo en particular para césped natural, en particular para preparar una superficie deportiva de césped natural destinada a la práctica deportiva de fútbol, rugby o deportes hípicos, como carreras de galope o de trote, polo, saltos de obstáculos y doma, por ejemplo.

[0003] La superficie convencionalmente utilizada para estos numerosos deportes es la hierba, más precisamente el césped natural: éste se reconoce como la superficie ideal en primavera, pero que sin embargo presenta la desventaja de ser sensible a las condiciones climáticas y de no soportar el uso intensivo sin deteriorarse cuando las condiciones no son favorables, en particular en caso de precipitaciones o heladas.

[0004] Para solventar este inconveniente, se pensó en reemplazar el césped natural con superficies artificiales y, en particular, el césped sintético para fútbol o rugby y, para las pistas o los paseos o las carreras de caballos, con superficies sintéticas a base de arena, en particular silíceos, posiblemente asociados con elementos tales como mallas, fibras, cenizas, elementos sintéticos triturados, parafina y todos los elementos diseñados para aumentar la cohesión de la pista o reducir su sensibilidad a las heladas así como su necesidad de riego.

[0005] Sin embargo, estas superficies presentan desventajas significativas en comparación con las superficies de césped natural, tanto desde el punto de vista ecológico como desde el punto de vista económico, comodidad de uso, aprobación de los jugadores y de la vecindad y seguridad del juego.

[0006] De hecho, el césped natural participa, como cualquier otra planta, en el medio ambiente por la fotosíntesis, actúa como un verdadero acondicionador de energía solar, manteniendo la temperatura del suelo a aproximadamente 20 ºC mientras que la temperatura de las superficies sintéticas alcanza los 60 ºC al sol, y por último participa en la purificación de aire y agua mediante la absorción de polvo fino; por el contrario, las superficies sintéticas no atrapan la suciedad ni el polvo, sino que los producen, sueltan productos a la naturaleza, huelen mal en verano y plantean un problema de reciclaje. También económicamente, el precio de una superficie deportiva de césped, referido a la hora de uso, es ventajosa por el hecho de que la inversión es más baja y más duradera que las superficies sintéticas, que deben cambiarse después de 10 años. Otra ventaja muy importante del césped con respecto a las superficies sintéticas es la aceptación y la seguridad de los jugadores: el césped, por una parte, permite que el suelo sea lo suficientemente firme como para transportar y restaurar energía y cuidar los músculos de los deportistas, y por otra parte, permite que el suelo permanezca lo suficientemente plano e hinchable y al mismo tiempo lo suficientemente flexible como para amortiguar la carrera y cuidar las articulaciones de los deportistas. El césped cuida los músculos de los deportistas y/o los animales.

[0007] A pesar de las desventajas descritas anteriormente en comparación con el césped natural en condiciones ideales, las superficies de sustitución del césped natural crecen en detrimento de este último, con el «césped sintético» para campos de fútbol, arenas y fibras o textiles o triturados para carreras y paseos: de hecho, el césped natural presenta el inconveniente excluyente de no estar en todas las circunstancias en un estado correcto. Este inconveniente se considera hoy como un impedimento inaceptable y pesa más que todas las demás ventajas (económicas, ecológicas y de salud) del césped natural en comparación con las superficies artificiales.

[0008] Para superar estos inconvenientes de la falta de mantenimiento del césped en un periodo húmedo, ya se ha propuesto añadir numerosos elementos a los sustratos de cultivo de césped, y en particular de enrejados de fibras de plástico y fibras sintéticas gruesas y finalmente, recientemente, de fibras sintéticas «finas».

[0009] De la misma manera que el hormigón fue armado y reforzado por enrejados de metal con malla gruesa (hormigón armado) y luego por la adición de fibras sintéticas relativamente finas (con un diámetro superior o igual a 100 µm) y luego por las llamadas microfibras (con un diámetro superior o igual a 50 µµ), así también se han realizado propuestas para la adición de fibras para los sustratos de cultivo de césped con tiras de redes de polipropileno (tales como las comercializadas bajo la marca registrada Netlon), luego agregando fibras más y más finas, como las recién disponibles en el mercado que se usan para armar el hormigón.

[0010] Además, para mejorar la resistencia de un suelo de sustitución con césped esencialmente constituido de arena, ya se ha propuesto incorporar fibras más finas que las utilizadas en el hormigón. Se sabe por ejemplo (documento FR-2.707.03-A) que se puede obtener un suelo deportivo artificial sin césped, que es resistente al cizallamiento por medio de un mecanismo cercano al de la resistencia dada al suelo por las raíces del césped, por la incorporación de una dosis ponderal de 1 a 5 % de fibras de sección fina (5 a 20 µ) y de longitud relativamente corta (4 a 75 mm) en un sustrato esencialmente arenoso con una granulometría entre 10 µm y 20 mm con una dosis comprendida entre 1 y 5 % en dosificación ponderal. Un sustrato compuesto de arena y fibras se conoce por el documento EP-A-1108685. Estas adiciones son cada vez más eficaces para «armar» un suelo de sustitución, como el hormigón: de hecho, se obtiene un suelo que logra un buen rendimiento en términos de resistencia al cizallamiento, pero desafortunadamente, esta mejora en la resistencia se logra en detrimento de la flexibilidad.

[0011] Para superar el inconveniente de un suelo helado y también para proporcionar más flexibilidad a la superficie del césped, recientemente se ha propuesto la adición de gránulos de corcho y más especialmente corcho cocido de granulometría gruesa (>3 mm), granulometría media (500 µµ a 3 mm) y granulometría fina (<500 µµ) para conferir a un sustrato de cultivo en el que se incorpora características mejoradas de resistencia a las heladas por el doble efecto del carácter aislante del corcho y su resiliencia que le permite «limitar» el aumento de volumen de agua bajo el efecto de las heladas y bajo el efecto de la permeabilidad conferida por las partículas gruesas de corcho. Al mismo tiempo, el corcho presenta el interés de conferir al sustrato ligereza, flexibilidad y resistencia a la compactación por su densidad y carácter resiliente. Además, si los granos gruesos mejoran la permeabilidad del sustrato, los pequeños granos de corcho, no hinchables, también ofrecen una alta capacidad de retención de agua capilar debido a la fuerte tensión superficial del corcho y la relación entre su superficie y su volumen.

[0012] Sin embargo, si la incorporación del corcho permite mejorar la flexibilidad y el buen comportamiento en caso de heladas, especialmente en el caso de la adición de partículas gruesas, esto se hace a expensas de la cohesión y la resistencia al cizallamiento del sustrato, especialmente en el caso de la adición de partículas gruesas.

[0013] Uno de los objetivos de la presente invención es por lo tanto proporcionar un sustrato destinado a servir como cultivo, en particular para césped natural, que permite preparar una superficie deportiva, en particular un césped natural aceptable para cualquier disciplina deportiva.

[0014] Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un sustrato muy resistente, muy flexible, altamente drenante, resistente a las heladas y que no se vea afectado por precipitaciones muy elevadas.

[0015] Estos y otros objetivos, que se pondrán de manifiesto a continuación, se consiguen por las características de la reivindicación 1. Preferentemente, el conjunto de todas las partículas con dimensión superior a 180 µm o inferior a 100 µm representa menos de 1.000 gramos por litro de sustrato.

[0016] Según una primera realización de la presente invención, para una proporción volumétrica PV de partículas resilientes $P_{R>100}$ inferior a 5 %, la suma de la dosificación D_F de fibras finas y la dosificación D_{AI} de todas las demás inclusiones de la cuarta parte es superior a 0,5 g/litro de sustrato y 20 g/litro de sustrato.

[0017] Según una segunda realización de la presente invención, para una proporción volumétrica PV de partículas resilientes $P_{R>100}$ superior a 5 % y la suma de la dosificación D_F de fibras finas y de la dosificación D_{AI} de todas las demás inclusiones de la cuarta parte es superior a 1 g/litro de sustrato.

[0018] Según una tercera realización de la presente invención, para una proporción volumétrica PV de partículas resilientes $P_{R>100}$ superior a 5 % y 60 %, la dosificación D_F de fibras finas es superior a 1 g/litro de sustrato, y la suma de dosificación D_F de fibras finas y la dosificación D_{AI} de todas las demás inclusiones de la cuarta parte es inferior a 80 g/litro de sustrato.

[0019] Según una cuarta realización de la presente invención, para una proporción volumétrica de partículas resilientes $P_{R>100}$ superior a 60 %, la suma de dosificación D_F de las fibras finas y la dosificación D_{AI} de todas las otras inclusiones de la cuarta parte se comprende entre 7 g/litro de sustrato y 40 g/litro de sustrato.

[0020] Según una quinta realización de la presente invención, para una proporción volumétrica PV de partículas resilientes $P_{R>100}$ inferior a 60 %, la suma de dosificación de fibras finas D_F y la dosificación D_{AI} de todas las demás inclusiones de la cuarta parte se comprende entre 2 g/litro de sustrato y 80 g/litro de sustrato.

[0021] Según una sexta realización de la presente invención, para una proporción volumétrica PV de

partículas resilientes $P_{R>100}$ superior a 60 %, la suma de la dosificación D_F de fibras finas y la dosificación D_{AI} de todas las demás inclusiones de la cuarta parte se comprende entre 5 g/litro de sustrato y 200 g/litro de sustrato.

[0022] Ventajosamente, las partículas duras de la primera parte son granos de arena silícea.

[0023] Preferentemente, las partículas resilientes P_R de la primera parte son granos de corcho.

[0024] Ventajosamente, los elementos corpusculares de la segunda parte están constituidos de arcilla, limo, arena cuya granulometría es inferior a 100 µm, materia orgánica, elementos porosos finos tales como polvo de zeolita, de coral o diatomeas.

[0025] Preferentemente, los elementos corpusculares de la segunda parte con una dimensión inferior a 20 µm representan menos de 60 g/l de sustrato y los elementos corpusculares con una dimensión inferior a 100 µm representan menos de 300 g/sustrato.

[0026] Según una variante de realización, los elementos corpusculares de la segunda parte con una dimensión inferior a 80 µm representan menos de 45 g/l de sustrato.

[0027] Ventajosamente, las fibras finas de la tercera parte son fibras huecas de poliéster con un diámetro comprendido entre 10 µm y 20 µm.

[0028] Preferentemente, al menos el 20 % de las fibras de la tercera parte están recubiertas con un producto hidrófobo lubricante, tal como, por ejemplo, silicona.

[0029] Ventajosamente, más del 50 % del peso de las fibras finas de la tercera parte está constituido de fibras finas cuyo diámetro es inferior al 10 % de la granulometría media de partículas duras de este sustrato.

[0030] Preferentemente, la proporción volumétrica PV de las partículas resilientes $P_{R>100}$ en el sustrato es superior al 5 % e inferior al 60 %, y más del 50 % del peso de las fibras finas de la tercera parte está constituido de fibras finas cuyo diámetro es inferior al 10 % de la granulometría media de las partículas duras.

[0031] En el caso donde las partículas duras son granos de arena, por una parte, más del 80 % en peso de estos granos presenta una granulometría comprendida entre 200 µm y 400 µm, y, por otra parte, las fibras finas de la tercera parte son fibras huecas de poliéster, con un diámetro comprendido entre 12 y 30 µm y con una superficie de silicona.

[0032] Un sustrato según la presente invención permite la preparación, posiblemente *in situ*, de superficies deportivas, superficies de terrazas, medios para el trasplante de plantas o cultivo de césped en tepes.

[0033] Según una realización preferida, la superficie deportiva está constituida por panes yuxtapuestos, limitados por paredes, y rellenos con el sustrato a una altura al menos igual a la de estas paredes.

[0034] La siguiente descripción, y que no presenta ningún carácter limitativo, permitirá a los expertos en la materia comprender mejor no sólo las ventajas de la presente invención, sino también su implementación y sus aplicaciones.

[0035] Un sustrato según la presente invención destinado a servir como soporte de cultivo, en particular un césped, comprende:

- una primera parte, que constituye la estructura del sustrato y que representa más del 70 % del volumen total del sustrato, compuesta de partículas $P_{>100}$ de una granulometría superior a 100 µm, el conjunto de estas partículas está constituido por partículas duras $P_{D>100}$ y/o partículas resilientes $P_{R>100}$, estas partículas resilientes $P_{R>100}$ constituyen una proporción volumétrica PV comprendida entre 0 % y 100 % en volumen de esta primera parte;
- una segunda parte de elementos corpusculares $P_{<100}$ inferiores a 100 µm, esta parte constituye de 0 a 450 gramos por litro de sustrato;
- una tercera parte, que constituye de 0 a 200 gramos por litro de sustrato, compuesta por fibras finas con una longitud comprendida entre 3 mm y 100 mm y un diámetro comprendido entre 5 µm y 35 µm;
- una cuarta parte, que constituye de 0 a 200 gramos por litro de sustrato, compuesta por otras inclusiones alargadas y/o superficiales, teniendo cada una de estas inclusiones alargadas o superficiales al menos una de sus

dimensiones que es mucho mayor a la granulometría de las partículas de la primera parte, y la suma de las dosis de la tercera parte y la cuarta parte es superior a 3 gramos por litro de sustrato.

[0036] Cabe recordar en este caso que la presente invención debe permitir responder a las siguientes condiciones diferentes:

- el sustrato debe presentar un volumen poral de poros de gran dimensión correspondiente al agua gravitatoria de la mayor cantidad posible, que se obtiene con partículas de gran tamaño, pero al mismo tiempo con una reserva útil de agua lo más grande posible, que se obtiene con elementos de pequeño tamaño y alta tensión superficial;
- fibras disponibles en cantidad suficiente y a un precio compatible con la aplicación;
- fibras que cumplen los requisitos del principio de precaución en relación con los riesgos para la salud si hay inhalación de microfibras;
- fibras que participan, si es necesario, en el aumento de la reserva de agua capilar útil para el dique de contención y luego el crecimiento del césped o plantas cultivadas en el sustrato.

[0037] Sorprendentemente, se ha demostrado que se puede obtener un suelo compatible con el cultivo de césped, que es relativamente satisfactorio en términos de limpieza y muy satisfactorio para un suelo cuyo contenido de partículas de una granulometría inferior a 20 µm es inferior a 60 gramos/litro de sustrato y cuyo contenido de partículas con una granulometría inferior a 100 µm es inferior a 300 gramos/litro de sustrato: la superficie así obtenida presenta una permeabilidad relativa.

[0038] Según otra realización de la invención, se seleccionan los elementos corpusculares de la segunda parte que tienen una dimensión inferior a 80 µm que representan menos de 45 g/l de sustrato: la superficie así obtenida presenta una alta permeabilidad.

[0039] Para respetar el principio de precaución, y para no presentar ningún riesgo con respecto a la salud de las personas que los manipulan para la formación del sustrato y durante todo el ciclo de vida del sustrato, se sabe que un diámetro de microfibras superior a 3 micrómetros es considerado como el diámetro máximo que se puede inhalar, cuyo diámetro de 6 micrómetros es el diámetro por encima del cual la legislación actual no clasifica las fibras de acuerdo con un posible peligro para la salud: se ha considerado preferentemente que un diámetro de 10 micrómetros permite mantener un amplio margen de seguridad. No sólo se ha considerado la dimensión de las fibras incorporadas, sino también su futuro en el tiempo y cómo pueden o no descomponerse en fibrillas más finas. A este respecto, las fibras de poliéster ya conocidas no pueden descomponerse en fibras más pequeñas debido a su método de fabricación y se las reconoce como inofensivas para el medio ambiente y la salud: permiten respetar el principio precaución. Las fibras de poliéster con un diámetro superior a 10 µm son compatibles con estas medidas de precaución y están disponibles habitualmente en el mercado. Un diámetro mínimo prudencial de 10 µm corresponde a una fibra hueca de poliéster con una valoración de 1,15 dtex y un diámetro mínimo de 6 µm corresponde a una valoración de 0,4 dtex.

[0040] Para permitir que una fibra se mueva antes de estirarse en una red poral durante el cizallamiento, existen dos posibilidades:

- en caso de que los granos estén en arena rígida, entonces es necesario en el corte que el diámetro de la fibra sea más pequeño que el diámetro del orificio entre tres granos contiguos en el plano formado por el centro de estos tres granos (como el alambre que pasa por el ojo de una aguja): si una fibra tiene un diámetro superior a 1/5 del diámetro de tres granos contiguos, estos granos deben desviarse para dejar pasar la fibra sin aplastarla y no hay ningún grado de libertad para la fibra en estas condiciones.
- en caso de que los granos entre los que se enrolla la fibra se encuentren en granos elásticos y, en particular, si se trata de granos de corcho: la condición de dimensión de la fibra en relación con la dimensión del grano de corcho no es necesaria en la medida en que la fibra que se apoya sobre el grano resistente la aplastará sin oponerse al movimiento de cizallamiento y el conjunto volverá a su lugar después del esfuerzo.

[0041] Sin embargo, como la granulometría de los sustratos según la invención no es homométrica y como una fibra, que es muy larga en comparación con la dimensión de un grano de arena, pasa a través de numerosos poros en su trayectoria y como el diámetro de la fibra debe permitir que no se «enganche» con demasiada frecuencia en su trayectoria, requiere una diferencia significativa de diámetro entre el paso delimitado por tres granos y el diámetro de una fibra (para fijar las ideas, una fibra de 3 cm de longitud corresponde a 100 veces la dimensión de un grano de arena de 300 µµ). Esto depende no sólo del diámetro de la fibra, sino también de su flexibilidad (que aumenta cuando el diámetro disminuye) y de su lubricación y, por supuesto, de la distribución

estadística de las dimensiones de los pasos en la porosidad en función de la distribución granulométrica de la arena; si es posible dar fácilmente un diámetro en un medio homométrico más allá del cual se sabe que la fibra está atascada, no es fácil determinar teóricamente un diámetro por debajo del cual la fibra se deslizará en la porosidad antes de estirarse y bloquear el movimiento.

[0042] Los ensayos realizados han demostrado sorprendentemente que se puede obtener un efecto macroscópico satisfactorio cuando al menos el 50 % de las fibras tienen un diámetro inferior a D50/10, y muy satisfactorio para un diámetro inferior a D50/20, estando el diámetro D50 de grano por debajo del cual están presentes el 50 % de los granos de arena del sustrato, es decir, que el conjunto de las partículas duras de dimensión inferior a D50 representa la mitad del peso de todas las partículas duras; en otras palabras, más del 50 % del peso de las fibras finas de la tercera parte está constituida de fibras finas cuyo diámetro es inferior al 10 % de la granulometría media de las partículas duras. Esta condición es particularmente ventajosa en el caso en el que la proporción volumétrica PV de las partículas resilientes $P_{R>100}$ en el sustrato es superior a 5 % e inferior a 60 %.

[0043] Para el aspecto de flexibilidad y para la eficacia de bloqueo de la fibra, es preferible tener un diámetro lo más pequeño posible; pero cuanto más larga es la fibra, más difícil es mantener la flexibilidad, más fácil es bloquear el sustrato y más difícil es incorporar la fibra en el sustrato.

[0044] Se comienza a tener una eficacia significativa para una longitud de fibra igual a 5 mm pero, es preferible tener una longitud superior a 20 mm y los resultados mejoran cuando aumenta la longitud de la fibra. Una fibra de 60 mm es muy eficaz y sería deseable tener longitudes de fibra de hasta 100 o 200 mm o incluso más, pero no ha sido posible incorporarlas en los ensayos realizados recientemente puesto que la incorporación de fibras es cada vez más difícil cuando la longitud aumenta.

[0045] Otros ensayos han demostrado, sorprendentemente, que se puede obtener un efecto macroscópico satisfactorio para una fibra con un diámetro inferior a D30/10 y muy satisfactorio para un diámetro inferior a D30/20, siendo D30 el diámetro del grano por debajo del cual hay un 30 % en peso de los granos duros del sustrato.

[0046] Preferentemente, se prefiere un diámetro de fibra pequeño para proporcionar un mejor bloqueo y una mayor flexibilidad al mismo tiempo; pero se constata que cuanto menor es el diámetro, más difícil es separar las fibras entre sí y mezclarlas con el sustrato, lo que reduce la eficacia de las fibras.

[0047] Teniendo en cuenta estos elementos, la experiencia muestra que se obtiene un resultado satisfactorio en arena con una granulometría comprendida entre 200 µm y 1.000 µm para una fibra hueca de poliéster que tiene un diámetro comprendido entre 12 y 30 µm, correspondiente a una titulación comprendida entre 1,6 dtex y 34 dtex.

[0048] Las fibras de silicona tienen la ventaja de un mejor «deslizamiento» en la porosidad de la arena gracias a un «manguito» de gotas que resulta de la hidrofobicidad inducida por el recubrimiento de silicona: es un efecto positivo para la flexibilidad del sustrato para un diámetro de fibra dado. Por el contrario, sin embargo, al deslizarse mejor, son menos eficaces en mantener la arena.

[0049] Por lo tanto, es preferible utilizar las fibras de silicona sólo en el caso de fibras largas, preferentemente para fibras de más de 3 cm.

[0050] Además, la fibra de silicona no retiene agua por capilaridad y, por lo tanto, el hecho de utilizar una fibra de silicona de este tipo debería reducir, en principio, la reserva útil.

[0051] No obstante, por el contrario, se reconoció sorprendentemente que el uso de fibras hidrófobas tales como fibras de silicona es un medio extremadamente eficaz para retener agua en la porosidad cuando el diámetro de la gota de agua en la superficie hidrófoba de la fibra es superior a la dimensión del paso entre tres granos de arena disminuido del diámetro de la fibra, ya que el agua entra en esta cavidad y se agrupa en forma de una gran gota debido a que la hidrofobicidad de la fibra ya no puede volver a salir por el paso agarrado por la fibra.

[0052] En la práctica, se ha constatado sorprendentemente que una fibra hidrófoba, por ejemplo, una fibra de silicona, en una arena cuyo D50 es inferior a 500 µm, confiere al sustrato un comportamiento hídrico que es particularmente favorable para el desarrollo del césped.

[0053] Así, una fibra de silicona en una arena de D50<500 µm y más particularmente en una arena de D50<350 µm, presenta el doble interés de una lubricación que permite la incorporación de la fibra a la porosidad de

esta arena, siendo esta incorporación más difícil ya que la arena es fina y crea una sinergia completamente nueva entre una porosidad de gránulos hidrófilos y una fibra de superficie hidrófoba para atrapar agua en la porosidad, esta agua es muy fácil de usar por la raíz de las plantas que crecen en el sustrato.

[0054] Teniendo en cuenta estos elementos, la experiencia muestra que se obtiene un resultado particularmente satisfactorio tanto mecánicamente como en términos de crecimiento del césped, teniendo en cuenta una buena reserva útil y una buena capilaridad en una arena de granulometría comprendida entre 200 µm y 400 µm y para una fibra de poliéster de silicona hueca con un diámetro comprendido entre 12 y 30 µm.

[0055] La experiencia muestra que se obtienen resultados incluso mejores con una fibra que no es de silicona, pero que es más difícil de incorporar bien y que la eficacia disminuye si no está bien incorporada. Para longitudes de fibra de menos de 80 mm, sin embargo, la elección de fibras que no sean de silicona es una posibilidad interesante si se dispone de medios de incorporación particularmente eficaces.

[0056] La fibra de poliéster resultante de la recuperación industrial también se puede usar con tela de algodón.

[0057] Es posible suprimir el algodón que no desempeña un papel mecánico positivo significativo y menos aún un papel mecánico positivo duradero, ya que es biodegradable. Pero, sorprendentemente, el algodón, al ser extremadamente hidrófilo, aporta una reserva de agua muy interesante al comienzo de la vida del sustrato, en el momento crucial de la implantación del césped por siembra o la implantación de plantas en una terraza o para trasplantar árboles grandes.

[0058] De forma similar, se ha descubierto sorprendentemente que las fibras, que no están individualizadas, son menos eficaces para el papel originalmente pretendido que consiste en reforzar mecánicamente el sustrato. Pero estas fibras no individualizadas que aparecieron inesperadamente en el procedimiento de fabricación en forma de pequeños ovillos poco atractivos, han demostrado ser interesantes para dar un tipo de estructura al sustrato que se asemeja a la estructuración de terrones de un suelo natural.

[0059] Si las fibras son hidrófilas pero también, más inesperadamente, si no son hidrófilas sino de silicona, sorprendentemente, los ovillos han demostrado ser muy eficaces en la creación de reservas de agua útiles en las que las radículas jóvenes se concentran principalmente durante una siembra; y, además, ha aparecido inesperadamente que estos ovillos se oponen de manera eficaz a la penetración de un crampón, por ejemplo, ya que los moños de pelo protegen a los guerreros impidiendo que un sable afilado les corte el cuello. También se observó, inesperadamente, que estos ovillos ocupan un gran volumen, capaces de aplastar al mismo y retomar su volumen: finalmente constituyen una especie de partícula ligera, aislante, aireada, con una fuerte reserva de agua y resiliente.

[0060] Sin embargo, muy numerosos, estos ovillos o elementos superficiales, además de ser particularmente antiestéticos en la superficie, hacen de manera especial extremadamente difícil la colocación del sustrato y la igualación de la superficie; y, además, eventualmente pueden reducir la cohesión del conjunto si se pueden formar superficies de deslizamiento continuas de un ovillo a otro. Además, con una eficacia mecánica casi nula en comparación con la de las fibras individualizadas, estas fibras en terrones, si son más numerosas de lo necesario, aumentan el precio del sustrato sin ventaja mecánica.

[0061] Por lo tanto, según la presente invención, la dosificación de estos elementos superficiales no debe representar más del 75 % de la dosificación ($D_F + D_{AI}$) de todas las inclusiones de la tercera y cuarta partes.

[0062] Sorprendentemente, se ha observado que la dosis máxima de fibras que se puede mezclar con el sustrato es considerablemente superior si el sustrato comprende una parte preponderante de corcho o material resiliente con respecto a la arena; e incluso se ha observado, incluso más sorprendentemente, que es posible formar un sustrato a partir del cual el corcho constituye la parte esencial, ya que la arena está ausente o es muy minoritaria en la dosificación volumétrica (por ejemplo, una dosis de arena inferior al 30 %): este sustrato a base de corcho es, contra todo pronóstico, para una misma dosificación de fibras incluso más resistente al cizallamiento que un sustrato compuesto principalmente de arena.

[0063] Por lo tanto, se ha observado, de manera totalmente inesperada, que un sustrato constituido esencialmente de corcho puede admitir una dosis de fibra mucho más elevada, debido a que la fibra no bloquea la máquina que mezcla fibra y corcho creando un cizallamiento gracias a la capacidad de resistencia del corcho que se

bloquea para pasar por donde la arena se bloquearía en el procedimiento de fabricación.

[0064] En dicha mezcla, según la invención, gracias a los granos de corcho que mantienen separadas las fibras (que de otro modo se aglomerarían y compactarían), éstos constituyen, en mezcla con el corcho, y con el mismo título que este último, un constituyente integral del sustrato, ligero, aislante, resistente, capaz de retener agua capilar.

[0065] Se ha observado que, aún más sorprendentemente, el corcho y la fibra, en parte en ovillos y en parte en hebras individualizadas, constituye, posiblemente con un poco de arena, una matriz extraordinaria, cuyo comportamiento con respecto a las plantas es el de un suelo pero que se comporta en la escala macroscópica como un tatami de judo, por ejemplo, es decir, como un sólido elástico.

[0066] Este sustrato se puede moldear y comprimir hasta su espesor de equilibrio y se puede caminar o saltar sobre su canto sin destruirlo: el canto puede aplastarse localmente bajo el peso de varios centímetros e inmediatamente volver a su lugar.

[0067] Cuanto menor es la parte de arena, y más resistente la parte del grano, especialmente cuanto más fuerte sea el corcho, y cuanto menor es la densidad del sustrato mayor es el coeficiente de aislamiento.

[0068] Para un sustrato cuyo corcho representa más del 50 % en volumen, las características mecánicas del sustrato casi no se ven afectadas por el gel. Incluso se ha descubierto que un césped implantado en un sustrato según la presente invención con una parte de corcho de más del 75 % permanece flexible, mientras que los otros suelos están congelados y son duros como la piedra.

[0069] Para dicho sustrato según la invención, cuyo corcho en gránulos grandes representa más del 20 % y preferentemente más del 50 %, y cuya parte de arena tiene un D10 superior a 200 µµ, la permeabilidad es tal que el sustrato «caja grande» y solo conserva al final de las peores precipitaciones el agua retenida por capilaridad.

[0070] La combinación del agua retenida por capilaridad y el aislamiento térmico permiten conservar durante un largo periodo y hasta la superficie una reserva de agua disponible para la siembra.

[0071] Un sustrato según la presente invención se puede caracterizar independientemente de la formulación, de la siguiente manera:

- por una parte, la proporción volumétrica inicial de cada componente de la mezcla, a excepción de las fibras, definido como el volumen de pila del componente antes de su incorporación dividido por la suma de los volúmenes de pila de todos los componentes antes de su incorporación (con la excepción de fibras); y,
- por otra parte, por una densidad ponderal de la fibra en la mezcla definida como el peso de la fibra dividido por la suma de los volúmenes de pila de todos los componentes antes de su incorporación a la mezcla, con la excepción de las fibras.

[0072] De la manera habitual, en un análisis del suelo, se consideran en una mezcla las proporciones ponderales (en peso seco) de las diversas fracciones, ya que el peso seco de la mezcla es igual a la suma de los pesos secos de los constituyentes, mientras que el volumen de una mezcla no es necesariamente igual a la suma de los volúmenes iniciales de los constituyentes, debido a la expansión o asentamiento de la mezcla, las partículas pequeñas pueden «desaparecer» en la porosidad de las partículas grandes.

[0073] En la práctica, sin embargo, para los constituyentes distintos de la fibra, se utiliza, para caracterizar el sustrato, las proporciones volumétricas iniciales como se definen anteriormente, de modo que la suma de las proporciones volumétricas iniciales de todos los constituyentes abarque el 100 %.

[0074] La ventaja, en el contexto de la presente invención, de expresar la composición del sustrato en proporciones volumétricas iniciales es triple:

- Por una parte, los constituyentes utilizados son seleccionados no hinchables, lo que significa que el volumen de pila de cada constituyente permanece igual, que el constituyente que está húmedo o seco, mientras que el peso de pila varía considerablemente en función del contenido en agua. El volumen de pila, y no el peso de pila, es por lo tanto proporcional al peso seco del elemento en cuestión.
- Por otra parte, el proceso de dosificación de arena y corcho, como se practica en el contexto de la invención, se

realiza por el volumen de pila y no por el peso.
- Finalmente, y especialmente, las densidades de los constituyentes son muy diferentes entre sí ya que, por ejemplo, la arena es 20 veces más densa que el corcho, una proporción volumétrica inicial hipotética del 75 % de corcho daría una proporción ponderal del 15 % de corcho mientras que 3/4 del volumen está ocupado por el corcho y que es esta ocupación del espacio la que hace que el corcho imponga su comportamiento mecánico (densidad de la mezcla, capacidad de absorción, resiliencia, aislamiento térmico, etc.) que, por lo tanto, está más relacionado con la proporción volumétrica inicial que con la proporción ponderal.

[0075] En otra versión del proceso de dosificación, la dependencia del inicio de la arena se controla en función de la variación del peso de la arena en una tolva y se puede expresar la relación entre el volumen de corcho y el peso de la arena, pero es más revelador para el experto en la materia considerar la relación de volumen entre el corcho y la arena; si se conoce el peso de la arena, basta con dividir el peso por la densidad de la arena, incluso si esta densidad se elige arbitraria o convencionalmente, para convertir el peso de la arena en volumen y reducir a una composición de volumen en lo que concierne a los componentes de arena y corcho.

[0076] En cuanto a las fibras, por el contrario, el volumen inicial de las fibras no se utiliza puesto que el volumen de la misma cantidad de fibras puede variar en una relación de más de 10 en función del acondicionamiento de estas fibras que pueden comprimirse fuertemente y ocupar un pequeño volumen o, por el contrario, se abren y ocupan un volumen muy grande. Para un tipo dado de fibra, es por lo tanto el peso de la fibra el parámetro más práctico para conocer la cantidad de fibra incorporada.

[0077] Un sustrato según la presente invención tiene, desde luego, para aplicación principal la realización, posiblemente *in situ*, de superficies deportivas, pero también superficies de terraza o medio para el trasplante de plantas o de cultivo de césped en tepes.

[0078] La mejora de las características de flexibilidad, de menor sensibilidad a la compactación y el aislamiento térmico es detectable cuando la proporción volumétrica de las partículas resilientes en el sustrato es superior al 5 % y el diámetro de las fibras finas es inferior a 10 % de la granulometría de las partículas duras de la primera parte. Esta mejora se acentúa naturalmente a medida que aumenta la proporción de partículas resilientes. Sin embargo, el aumento concomitante en el precio de coste y la dificultad de mantener una cohesión tan buena más allá del 60 % en volumen hacen que las fórmulas que tengan más del 60 % en volumen de elementos resilientes sean bastante reservadas para el cultivo de sustratos para disposición de terrazas; las fórmulas de campos deportivos preferentemente contienen menos del 60 % en volumen de elementos resilientes.

[0079] Teniendo en cuenta estos elementos, el sustrato según la invención está disponible en varias formulaciones diferentes dependiendo de las aplicaciones.

[0080] Varios elementos permiten definir la formulación de acuerdo a las necesidades.

[0081] El precio de coste aumenta de manera muy significativa con el aumento en la proporción volumétrica PV de corcho, que es un primer elemento de la limitación del corcho por razones económicas. Además, si el corcho aporta flexibilidad, es necesario que los terrenos mantengan, según su destino, un cierto rendimiento y un rebote suficiente: el terreno es más rápido para la carrera o para el balón cuando es más duro; por ejemplo, es necesario un rebote suficiente de una pelota de fútbol o de tenis: esta es una razón para limitar el corcho por razones técnicas.

[0082] Durante un año, se llevaron a cabo experimentos para mejorar el producto y ensayar las formulaciones.

[0083] Para mejorar el producto, se buscaron diferentes fuentes de fibras y se descubrió que se obtienen resultados totalmente diferentes en términos de comportamiento mecánico con fibras relativamente poco diferentes y formulaciones exactamente equivalentes en otros lugares.

[0084] El espesor de las fibras es un elemento importante, así como su estado superficial y su longitud han demostrado ser decisivas. Si las fibras, en igualdad de condiciones, son demasiado cortas en relación con la dimensión de los granos, el efecto estabilizador es muy débil, a veces incluso inexistente; además aumenta la longitud y más eficaces son las fibras, para una misma dosificación de fibras, siempre que logren mantenerlas desenredadas, lo cual es cada vez más difícil cuando aumenta la longitud.

[0085] Para mejorar la formulación e incorporar fibras de la manera más efectiva posible, ha sido necesario

mejorar el sistema de desfibración, que tiene por objeto separar las fibras, mantenerlas separadas e introducirlas bien separadas en el medio granular, en el punto de encuentro estratégico en el procedimiento de mezcla.

[0086] Teniendo en cuenta estas mejoras, fue posible ensayar muchas formulaciones con fibras bien desfibradas al instalarse en un damero y luego probando el comportamiento mecánico de diferentes formulaciones obtenidas, para diferentes tipos de fibras, variando la concentración de fibras a lo largo de un eje del damero y la concentración de corcho a lo largo del otro eje.

[0087] En particular, los ensayos se llevaron a cabo con longitudes de fibra de 40 mm que resultaron ser eficaces, pero demasiado cortas para una buena eficacia, fibras de 70 mm que resultaron ser muy eficaces en la obtención de un sustrato flexible y estable y 140 mm que resultó ser aún más eficaz, especialmente con los sustratos más corchosos.

[0088] Preferentemente, se ha descubierto que otras inclusiones alargadas o superficiales que se pueden agregar a las fibras para estabilizar el sustrato son más eficaces si tienen una dimensión mayor al menos 10 veces superior a su dimensión más pequeña y al menos 10 veces superior a la granulometría media de las partículas que constituyen la estructura del sustrato.

[0089] En los ejemplos estudiados, fue necesario elegir una descripción de las mezclas, teniendo en cuenta lo que se puede medir y la relación entre la densidad del corcho y la de la arena. Se ha desarrollado un procedimiento para la formulación y dependencia de la fabricación de las mezclas, caracterizado por el hecho de que dispone de tres elementos dispensadores cuyo caudal se debe ajustar, un elemento dispensador de arena, un elemento dispensador de corcho y un elemento dispensador de fibras y que ajusta los diferentes caudales para obtener una formulación igual a la proporción de los caudales de distribución de los componentes elementales.

[0090] En este procedimiento, el caudal de arena se caracteriza por el peso medido de arena que transita por unidad de tiempo, mientras que el caudal de corcho se caracteriza por el volumen medido de corcho que pasa por unidad de tiempo y el caudal de fibras se caracteriza por el peso de las fibras que pasan por unidad de tiempo.

[0091] Se ha decidido caracterizar el medio granular por la proporción de los respectivos volúmenes de arena y corcho, pero surge una dificultad para la arena, cuyo volumen depende del estado de compactación y del cual sólo se conoce el peso.

[0092] En vista de las incertidumbres del peso debido al agua adherida a la arena, se mide el peso de la arena húmeda que pasa por unidad de tiempo, y se considera en el procedimiento de fabricación y evaluación un volumen arbitrario de arena calculado a partir de su peso, decidiendo arbitrariamente que el «volumen arbitrario» de arena es el correspondiente al peso medido, para una densidad arbitraria elegida, por ejemplo de 1,4 kg/litro de arena; se caracteriza entonces la proporción volumétrica entre arena y la suma arbitraria de arena y el volumen medido de corcho, la suma de las proporciones volumétricas de arena y de corcho es igual al 100 %.

[0093] La dosificación de las fibras se considera en gramos por litro de mezcla: se considera por unidad de tiempo la relación entre el peso de la fibra suministrada y el volumen arbitrario de la mezcla igual a la suma del volumen arbitrario de arena y el volumen de corcho medido en la misma unidad de tiempo.

[0094] Lo que se denomina el peso de la fibra en relación con el volumen de la mezcla es, de hecho, la relación entre el peso de las fibras suministrado y el volumen arbitrario de granulados definido por la suma del volumen arbitrario de arena y el volumen medido de corcho.

[0095] El procedimiento desarrollado se caracteriza entonces por el hecho de que, por una parte, el caudal de arena es ajustable y medido continuamente por la medición de la variación de peso de un elemento de circulación de arena, por ejemplo, mediante el montaje de este elemento en pesones de precisión y, por otra parte, por el hecho de que existe un programa informático de dependencia de caudales que permiten, en función de la formulación deseada, someter a esta medida de caudal de arena a los caudales de corcho y fibra y también acelerar o desacelerar continuamente el caudal de arena para mantener su velocidad de caudal, a pesar de las irregularidades de caudal relacionadas con las irregularidades de fricción interna en el circuito.

[0096] En vista del progreso realizado en términos de desfibrado, por una parte, elección de fibras, por otra parte, y precisión de las mezclas finalmente, ha sido posible ensayar sistemáticamente numerosas formulaciones. Sorprendentemente, los resultados son muy diferentes de los resultados preliminares obtenidos con fibras menos

adecuadas, mucho menos desfibradas y mezcladas con menor precisión.

[0097] Sorprendentemente, los progresos realizados en la elección de las fibras y el procedimiento de desfibrado trastornaron completamente los resultados obtenidos previamente, como muestran algunos ejemplos de los siguientes ensayos.

[0098] Se han llevado a cabo numerosos ensayos sobre las diversas mezclas y se relacionan con el aspecto mecánico, el aspecto agronómico e hídrico y la adaptación del producto a diferentes usos.

[0099] En particular, las pruebas acelerométricas permiten ensayar la elasticidad y los modos de disipación de energía cinética, mientras que otras pruebas permiten medir la cohesión y el ángulo de fricción interno del sustrato.

[0100] La desventaja de estas pruebas es que proporcionan mediciones que caracterizan bien el sustrato, pero sin dar ningún umbral de efectividad, ya sea un umbral mínimo o un umbral máximo.

[0101] Se ha podido definir, además de las medidas científicas de caracterización, una prueba cualitativa de umbral mínimo de eficacia, muy simple y que parece relevante ya que es simple de realizar, discriminar y reproducible, y se correlaciona con el objetivo de la estabilidad buscada. Esta prueba consiste, para un sustrato dado, en extenderlo sobre una pequeña altura y una superficie pequeña, compactarlo y luego intentar introducir un vaso de precipitados: para una dosificación de fibra inferior a una dosificación determinada que define el umbral de eficacia puesto de relieve por esta prueba, es posible empujar el vaso de precipitados, mientras que por encima de esta dosificación, se vuelve muy difícil e imposible de hacer, tan pronto como se supera un poco este umbral de eficacia; aunque dependa en términos absolutos de la metodología de compactación y la humedad, o de cómo introducir un vaso de precipitados, esta prueba, realizada de forma resumida compactando con los pies, resultó perfectamente reproducible, incluso si no es de gran precisión y, por lo tanto, se usó para determinar el umbral mínimo de fibras que se incorporarán en las diversas mezclas granulares ensayadas.

[0102] Estas pruebas han permitido mostrar una sensibilidad con las fibras en las dosificaciones bajas, pero con una dosificación mínima que aumenta con la cantidad de fibras.

[0103] Se ha observado que es preferible tener al menos 0,5 g/l de fibras para observar una reacción de las fibras.

[0104] Es preferible tener al menos 0,5 g/l de fibras y al menos 1 g/litro de la suma de fibras más inclusiones para obtener un resultado visible con una dosis de corcho superior al 5 % e inferior al 60 %.

[0105] Es preferible tener al menos 1 g/l de fibras y al menos 2 g/litro de la suma de fibras más inclusiones para obtener un resultado visible con una dosis de corcho superior al 60 %.

[0106] Preferentemente, se obtiene una eficacia máxima para un sustrato que tiene una dosis de corcho inferior al 60 % para una dosificación de fibras más inclusiones alargadas o superficiales comprendida entre 2 g/litro y 80 g/litro.

[0107] Preferentemente, se obtiene una eficacia máxima para un sustrato que tiene una dosis de corcho superior al 60 % para una dosificación de fibras más inclusiones alargadas o superficiales comprendida entre 5 g/litro y 200 g/litro.

[0108] Del lado del umbral máximo de fibra utilizable en una mezcla, no fue posible encontrar una prueba objetiva en cuanto al umbral mínimo y es necesario determinar la dosis máxima preferida de los criterios no intrínsecos que son esencialmente la posibilidad y el interés para poner más fibras en cada mezcla granular.

[0109] Se hizo evidente que cuanto más corcho hay mayor es la cantidad de fibra que puede integrarse sin «bloquear» la máquina mezcladora, y más útil es agregar algo para estabilizar la mezcla.

[0110] Las desventajas de poner demasiado son:

- en primer lugar, la dificultad de incorporar la fibra sin detener la máquina de mezcla,
- y la dificultad de mantener una mezcla homogénea que se compacte bien,

- el aumento del costo del material,
- y la disminución en el ritmo de fabricación,
- la dificultad de extender la mezcla y mantenerla plana,
- y finalmente, la mayor dificultad de evitar posteriormente la segregación de fibras en una cantidad excesiva y mal mezcladas.

[0111] En general, sin embargo, los ensayos no han mostrado de manera evidente una desventaja intrínseca inaceptable por una dosificación excesivamente elevada de fibras, tan pronto como sea posible incorporarlas; con las mejoras de la herramienta de producción, fue posible mezclar dosis mucho más importantes de las que se habían imaginado anteriormente, sin llegar a una dosificación que revelara un defecto de comportamiento, incluso aunque, cuando aumente la dosis de fibra demasiado:

- el sustrato se vuelve más difícil de colocar,
- el sustrato se vuelve cada vez más difícil de compactar,
- el sustrato requiere más y más agua y esfuerzo mecánico para ser compactado,
- el sustrato se vuelve más y más seco,
- el sustrato está cada vez más sujeto a la segregación al secado, con las fibras que se separan con el tiempo en la superficie del sustrato,
- el sustrato tiene características agronómicas degradadas.

[0112] Se observa que más allá de una dosificación determinada, el sustrato ya no se presenta como una matriz granular con fibras que circulan alrededor de los granos y se separan unas de otras por estos granos, pero evoluciona continuamente hacia una matriz fibrosa en la que se incorporan los granulados que están unidos a las fibras por fuerzas electrostáticas o cohesión hidráulica y que continúan presentándose como un sustrato de cultivo pero con características cambiadas continuamente y menos interesantes por razones económicas, de densidad.

[0113] Por lo tanto, a la vista de estos nuevos ensayos, parece que no existe una prueba de umbral máximo, ya que existe una prueba de umbral mínimo, pero que simplemente hay una degradación progresiva del interés por aumentar la dosificación de fibras, tanto económica como técnicamente. Teniendo en cuenta estas nuevas observaciones, ninguna prueba permitió fijar un umbral intrínseco máximo que no debía excederse, incluso si las consideraciones económicas o las dificultades de fabricación en el estado actual o la ausencia de ventajas observadas aumenta la dosificación de fibras más allá de un cierto límite que permite fijar una dosificación máxima que es preferible para los diversos ensayos llevados a cabo.

[0114] Por lo tanto, no es necesario fijar una dosificación máxima, aunque sin embargo es preferible, preferentemente, no exceder una dosificación máxima para usos en terrenos deportivos, y particularmente para las dosificaciones con un alto contenido de arena ya que:

- por una parte, más allá de un cierto umbral, el suelo se vuelve cada vez más difícil de ajustar cuando aumenta la dosis de fibra
- y porque, por otra parte, el precio aumenta (precio de la fibra y tiempo de mezcla) sin que sea posible observar a cambio una ventaja significativa en términos de estabilización.

[0115] Para una dosificación de corcho inferior al 60 %, es preferible tener una dosificación de fibras inferior a 80 g/litro.

[0116] Más allá del 60 % de corcho y especialmente más del 75 % y hasta el 100 % de corcho, se percibió que, con nuevos ensayos llevados a cabo por una parte para el uso de un sustrato de césped para estacionamiento o para carreteras transitables y por otra parte un substrato ligero para cultivo en terraza, estos usos hacen interesante una importante dosificación de fibras, pero con los límites intrínsecos máximos que han aparecido.

[0117] En el caso de las terrazas, las dosificaciones de corcho preferibles se sitúan entre 60 % y 95 % (se usaron sustratos de corcho al 100 %, pero el sustrato se desarrolla menos y hay una alta segregación de las fibras por encima del 90 %).

[0118] Cuando se intentó aumentar la dosificación de fibras más allá de 200 g/m3 para dosificaciones de corcho del 95 %, se observó que era más interesante agregar 5 % de arena y volver a un sustrato de corcho al 90 % y 10 % de arena que agregar 70 g/m3 de fibras puesto que es esencialmente equivalente en términos de densidad del sustrato compactado al máximo, pero con un sustrato arenoso que se compacta mejor y luego permanece en su

lugar mientras aumenta el peso de las fibras aumenta toda la densidad del sustrato, pero proporciona un sustrato que se compacta mucho menos y luego se mantiene durante un mínimo por un costo mucho más elevado.

[0119] La dosificación máxima preferida para una proporción de corcho superior a 60 % es 300 g/litro.

[0120] En el caso de aparcamientos o carreteras, en primer lugar, pareció que aumentar la proporción de corcho favorece la fricción y el efecto anticizallamiento, pero que una densidad mínima de arena es útil para el principio de acción-reacción y la dosificación de corcho preferible se sitúa entre 40 y 70 %.

[0121] Luego parece de la misma manera que la densidad de las fibras debe ser lo más grande posible para crear un máximo de enlaces y una eficacia anticizallamiento lo más grande posible, pero que su aumento se enfrenta con la desventaja de que la superficie no permanece más compacta, ya que el agua es necesaria para compactar el volumen, pero cuando se seca nuevamente se produce esponjamiento y desestabilización.

[0122] También parece preferible no exceder una dosificación de 300 g/litro arbitrario de granulado.

[0123] Para un campo de deportes de fútbol, es preferible mantener una formulación de corcho muy baja en el nivel de entrada por razones económicas; pero es preferible tener entre 5 % y 20 % de corcho para mejorar la flexibilidad; para terrenos de alta gama, es preferible situarse entre 20 y 40 % de corcho, con una dosificación de fibras comprendida entre 7 y 15 % para terrenos con uso normalmente intensivo y hasta 20 g/l para terrenos de entrenamiento muy usados. Para que la pelota rebote lo suficiente, no se debe exceder el 60 % del corcho y para mantener un terreno rápido mientras se mejora la flexibilidad para los deportistas, parece que el 40 % del corcho es un buen término bueno.

[0124] Para un *green* de golf, el interés de un sustrato según la invención es permitir una superficie densa que permanece aireada, soportada y dura, y descompactada propicia al cultivo del césped con suficiente reserva de agua fácilmente utilizable. Para acelerar el *green*, es decir, la velocidad de la pelota en el green, que se busca generalmente, la proporción de corcho tendrá que disminuirse, pero el otro aspecto es tener *greens* de una velocidad similar a los demás *greens* de golf, de modo que la proporción de corcho será preferentemente entre 10 % y 40 %, dependiendo de si se busca el rendimiento del *green* considerado o la homogeneidad con respecto a los otros *greens* existentes.

[0125] De manera similar para el tenis, la cantidad de corcho influye en el tipo de juego; al aumentar la proporción de corcho, se obtiene una mayor comodidad, pero un rebote más bajo y una velocidad de rebote inferior, lo que acerca el comportamiento de la superficie a la de una superficie de tierra batida bien irrigada mientras que un sustrato según la invención con una baja proporción de corcho permitirá obtener una superficie que se aproxime al césped de hierba en tierra seca. Dependiendo de los objetivos, la proporción preferida de corcho será de 0 a 20 % para una superficie muy rápida, entre 20 % y 40 % para una superficie cómoda y más lenta de tipo tierra batida y hasta 60 % para una superficie muy cómoda con un juego lento, adecuado para tenis practicado por placer en lugar de para la competición.

[0126] Para un campo de rugby, la flexibilidad y la resistencia importan más que el rebote de la pelota y el mejor término medio se sitúa en el plano técnico entre 40 y 60 % de corcho con 15 a 20 g/litro de sustrato o entre 20 % y 40 % de corcho con 10 a 15 g/litro de fibras para un campo de entrenamiento de menor presupuesto.

[0127] Los campos de fútbol y rugby pueden tener una capa de sustrato según la invención de 10 a 15 cm de espesor o una capa de sustrato según la invención de 3 a 7 cm en la superficie, descansando sobre una subcapa de arena de permeabilidad al menos idéntica.

[0128] En un momento en el que existe una preocupación tanto del desarrollo sostenible como de calentar el césped, para su uso deportivo en invierno, el corcho presenta una gran ventaja debido a su naturaleza isotérmica: le da al suelo la capacidad de resistir heladas más duras sin congelarse y de permanecer lo suficientemente caliente como para permitir que el césped germine o crezca; además de esta naturaleza isotérmica, la apariencia resiliente del corcho permite que el suelo acomode la posible expansión del agua entre 4 ºC y 0 ºC cuando el agua se convierte en hielo: el suelo no se endurece y forma un bloque en el caso de que el agua presente en el sustrato se convierta en hielo, especialmente dado que el sustrato según la invención tiene una permeabilidad muy alta y retiene solo una pequeña cantidad de agua por capilaridad; la mayoría del agua presente en la porosidad es evacuada muy rápidamente por gravedad si el sustrato se estabiliza, como debería ser, sobre una superficie con drenaje eficaz.

[0129] Por lo tanto, los sustratos según la invención permiten preparar un campo deportivo que se puede usar en invierno sin calefacción mientras que otros terrenos son duros como una piedra y también permiten, si se coloca un calentamiento del sustrato, obtener una temperatura más importante para un consumo de energía mucho menor. Los ensayos han demostrado que, para la misma energía de calentamiento distribuida de la misma manera al mismo tiempo, el sustrato según la invención ensayado tenía una temperatura 10 ºC superior a la del sustrato de control.

[0130] En cuanto a los terrenos de galope, se necesita un terreno mucho más flexible, ya que los caballos tienen la costumbre de correr sobre hierba mojada en la que sus patas se hunden varios centímetros, y son muy resistentes para evitar tener que reemplazar los terrones, como es el caso actualmente, este trabajo representa un costo muy importante. Como resultado, las formulaciones deseables comprenden una proporción mínima de corcho, comprendida entre 40 y 60 % y preferentemente una proporción incluso superior entre 60 y 80 %, especialmente en las zonas más sensibles, tales como la recepción de obstáculos, con los espesores de dicho sustrato incluyen al menos entre 15 y 20 cm.

[0131] Para los terrenos de obstáculos, deben ser flexibles, pero no excesivos, y deben sobre todo ser buenos para restaurar la energía: una proporción entre 10 % y 40 % de corcho estaría indicada en un plano técnico.

[0132] Las superficies para polo o trote deben ser más duras y la proporción de corcho puede ser ventajosamente comprendida entre 5 % y 20 %.

[0133] Cuando el campo deportivo, o la superficie deportiva, está formada por paneles yuxtapuestos, limitados por paredes, se llenan con un sustrato según la presente invención a una altura al menos igual a la de estas paredes.

[0134] Cuando el nivel del sustrato supera el nivel de estas paredes en unos pocos centímetros, el sustrato preferido es un sustrato que comprende más del 50 % de corcho ya que la menor densidad del sustrato y su comportamiento sólido elástico permiten que los bordes verticales superen el nivel de las paredes y la superficie de juego para mantenerse bien, al tiempo que garantiza la flexibilidad del sustrato.

REIVINDICACIONES

1. Sustrato destinado a servir como soporte de cultivo, caracterizado:

• por una parte, porque comprende:

- una primera parte, que constituye la estructura del sustrato y que representa más del 70 % del volumen total de dicho sustrato, compuesta por partículas $P_{>100\,\mu m}$; con una granulometría superior a 100 µm, el conjunto de dichas partículas está constituido por partículas duras $P_{D>100}$ y partículas de corcho $P_{R>100}$, dichas partículas de corcho constituyen una proporción volumétrica PV comprendida entre 5 % y 90 % en volumen de esta primera parte;
- una segunda parte de elementos corpusculares $P_{<100}$ con una granulometría inferior a 100 µm, y que constituye de 0 a 450 g/l de dicho sustrato;
- una tercera parte, que constituye de 0 a 200 g/l de dicho sustrato, compuesta por fibras finas con una longitud comprendida entre 3 mm y 100 mm y un diámetro comprendido entre 5 µm y 35 µm;
- una cuarta parte, que constituye de 0 a 200 g/l de dicho sustrato, compuesta por otras inclusiones alargadas y/o superficiales, cada una de estas inclusiones alargadas o superficiales tiene al menos una de sus dimensiones considerablemente superior a la granulometría de las partículas de la primera parte;

• por otra parte, porque la suma de las dosificaciones de la tercera parte y de la cuarta parte es superior a 1 g/l de dicho sustrato.

2. Sustrato según la reivindicación 1, **caracterizado porque**, para una proporción volumétrica PV de partículas de corcho $P_{R>100}$ comprendida entre 5 % y 60 %, la dosificación D_F de fibras finas es superior a 1 g/litro de sustrato, y que la suma de la dosificación D_F de fibras finas y la dosificación D_{AI} de todas las demás inclusiones de la cuarta parte es inferior a 80 g/litro de sustrato.

3. Sustrato según la reivindicación 1, **caracterizado porque**, para una proporción volumétrica PV de partículas de corcho $P_{R>100}$ superior a 60 %, la suma de la dosificación D_F de fibras y la dosificación D_{AI} de todas las demás inclusiones de la cuarta parte se comprende entre 7 g/l de sustrato y 40 g/l de sustrato.

4. Sustrato según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que**, para una proporción volumétrica PV de partículas de corcho $P_{R>100}$ inferior a 60 %, la suma de la dosificación D_F de fibras finas y la dosificación D_{AI} de todas las demás inclusiones de la cuarta parte se comprende entre 2 g/litro de sustrato y 80 g/litro de sustrato.

5. Sustrato según la reivindicación 1, **caracterizado porque**, para una proporción volumétrica PV de partículas de corcho $P_{R>100}$ superior a 60 %, la suma de la dosificación D_F de fibras finas y la dosificación D_{AI} de todas las demás inclusiones de la cuarta parte se comprende entre 5 g/l de sustrato y 200 g/l de sustrato.

6. Sustrato según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** las partículas duras de la primera parte son partículas de arena.

7. Sustrato según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** las partículas duras de la primera parte son partículas de arena silícea.

8. Sustrato según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los elementos corpusculares de la segunda parte están constituidos por arcilla, limo, arena muy fina, cuya granulometría es inferior a 100 µm, materia orgánica, elementos finos porosos tales como polvo de zeolita, de coral o diatomeas.

9. Sustrato según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los elementos corpusculares de la segunda parte que tiene una dimensión inferior a 20 µm representan menos de 60 g/l de sustrato y que los elementos corpusculares de la segunda parte que tienen una dimensión inferior a 100 µm representan menos de 300 g/l de dicho sustrato.

10. Sustrato según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los elementos corpusculares de la segunda parte que tienen una dimensión inferior a 80 µm representan menos de 45 g/l de sustrato.

11. Sustrato según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** el conjunto de todas las

partículas de dimensión superior a 180 µm e inferior a 100 µm representa menos de 1.000 g/l de sustrato.

12. Sustrato según la reivindicación 1, **caracterizado porque** al menos un 20 % en peso de las fibras finas de la tercera parte son fibras huecas de poliéster.

13. Sustrato según la reivindicación 1, **caracterizado porque** al menos un 20 % en peso de fibras de la tercera parte están recubiertas con un producto hidrófobo lubricante.

14. Sustrato según la reivindicación 13, **caracterizado porque** el producto hidrófobo lubricante es silicona.

15. Sustrato según la reivindicación 1, **caracterizado porque** más del 50 % del peso de las fibras finas de la tercera parte está constituido por fibras finas cuyo diámetro es inferior al 10 % de la granulometría media de las partículas duras de la primera parte de dicho sustrato.

16. Sustrato según la reivindicación 1, **caracterizado porque** las inclusiones superficiales o alargadas de la cuarta parte tienen una dimensión más grande superior a 10 veces su dimensión más pequeña y al menos 10 veces superior a la granulometría media de las partículas que constituyen la estructura del sustrato.

17. Sustrato según la reivindicación 1, **caracterizado porque** las fibras de la tercera parte son fibras de poliéster y que las otras inclusiones de la cuarta parte son tela de algodón.

18. Sustrato según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el sustrato comprende fibras de una longitud superior a 20 mm.

19. Sustrato según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el sustrato comprende fibras con un diámetro superior a 10 µm.

20. Sustrato según la reivindicación 1, **caracterizado porque** más del 50 % de las fibras contenidas en el sustrato tienen un diámetro inferior al 10 % de la granulometría media de las partículas duras.

21. Sustrato según la reivindicación 1, **caracterizado porque** al menos el 50 % de las fibras contenidas en el sustrato tienen un diámetro inferior a D50/10, siendo D50 el diámetro de las partículas duras por debajo del cual se encuentra el 50 % de la masa de partículas duras del sustrato.

22. Sustrato según la reivindicación 1, **caracterizado porque**, por una parte, más del 80 % en peso de las partículas duras presenta una granulometría comprendida entre 200 µm y 400 µm, y que, por otra parte, las fibras finas de la tercera parte son fibras huecas de poliéster con un diámetro comprendido entre 12 y 30 µm.

23. Aplicación del sustrato según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 22 a la realización, posiblemente *in situ*, de superficies deportivas, superficies de terraza, medio para el trasplante de plantas o cultivo de césped en tepes.

24. Aplicación según la reivindicación 23, **caracterizada porque** la superficie deportiva está constituida por paneles yuxtapuestos, limitados por paredes, y rellenos con dicho sustrato a una altura al menos igual a la de dichas paredes.