

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la
Propiedad Intelectual
Oficina internacional



(10) Número de Publicación Internacional
WO 2017/024419 A2

(43) Fecha de publicación internacional
16 de febrero de 2017 (16.02.2017) W I P O I P C T

(51) Clasificación Internacional de Patentes:
A01G 31/02 (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/CL20 16/050046

(22) Fecha de presentación internacional:
4 de agosto de 2016 (04.08.2016)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:
2215-2015 7 de agosto de 2015 (07.08.2015) CL

(72) Inventor; e

(71) Solicitante : GARCÍA CASTELBLANCO, Roberto
[CL/CL]; Parcela 1, 2 y 3, Sector Los Copihues, Duqueco.,
Los Ángeles (CL).

(74) Mandatarios: MORENO SAMPER, Olga L. et al; Av.
Isidora Goyenechea 3250 oficina 302, Las Condes.,
Santiago, CP 7550083 (CL).

(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa,
para toda clase de protección nacional admisible): AE,
AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN,

BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE,
GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE,
KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS,
RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY,
TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN,
ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa,
para toda clase de protección regional admisible):
ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW,
SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ,
BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

— sin informe de búsqueda internacional, será publicada
nuevamente cuando se reciba dicho informe (Regla
48.2(g))

(54) Title: METHOD FOR OBTAINING ROOT MASS FROM VEGETABLE SEEDS AND ROOT MASS OBTAINED THEREOF

(54) Título : PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE MASA RADICULAR A PARTIR DE SEMILLAS VEGETALES Y MASA RADICULAR ASÍ OBTENIDA

(57) Abstract: The present invention relates to agriculture, and particularly relates to a process for obtaining a root mass from plant seeds which are subjected to particular conditions of germination in hydroponic culture, and once germinated, placed in conditions that favor the development of its root system. The root mass thus obtained can have multiple industrial applications such as material alternative to wood for thermal and acoustic insulation and fire-resistant construction.

(57) Resumen: La presente invención se relaciona con la agricultura, y en particular se refiere a un procedimiento para la obtención de masa radicular a partir de semillas vegetales, las cuales se someten a condiciones particulares de germinación en un cultivo hidropónico, y una vez germinadas se colocan en condiciones que favorecen el desarrollo de su sistema radicular. La masa radicular así obtenida puede tener múltiples aplicaciones industriales tales como material de construcción alternativo a la madera para aislación térmica y sonora y resistente al fuego.



WO 2017/024419 A2

PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE MASA RADICULAR A PARTIR DE SEMILLAS VEGETALES Y MASA RADICULAR ASÍ OBTENIDA

CAMPO DE LA INVENCION

- 5 La presente invención se relaciona con el campo de la Agricultura, y en particular se refiere a un procedimiento para la obtención de masa radicular a partir de semillas vegetales que germinan en condiciones particulares de cultivos hidropónicos. La masa radicular así obtenida puede tener múltiples aplicaciones industriales, tales como material de construcción alternativo a la madera, por sus
- 10 propiedades para la aislación térmica y sonora, y resistencia al fuego, entre otras. Adicionalmente, durante el proceso de secado de esta masa radicular, se puede obtener un extracto con propiedades útiles para la industria farmacéutica, cosmética y alimenticia.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 15 En la actualidad, los recursos naturales son bienes cada vez más escasos y más requeridos, lo que su obtención a largo plazo significa un aumento en los costos de producción de materia prima. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) insta a optimizar el desarrollo de los recursos naturales de forma sustentable y aprovechar al máximo la materia prima obtenida (Corvalán
- 20 et al. Ecosistemas y Bienestar Humano: Síntesis sobre salud. OMS. 2005).

- Una técnica de cultivo bien conocido en el estado de la técnica que optimiza el uso de suelos y de recursos hídricos, son los cultivos sin suelos o hidropónicos, mediante la cual se le suministra a las semillas los nutrientes necesarios disueltos en agua y en condiciones apropiadas para su germinación, de manera que
- 25 finalmente se obtiene el desarrollo de la planta en su totalidad en esas condiciones. Entre las ventajas de este tipo de cultivo versus el cultivo en tierra tradicional se destaca la eficiencia en el uso de nutrientes y otros insumos, un mejor control de plagas y a menor costo, mayor producción de productos por metro cuadrado de siembra, entre otros.

- 30 En la industria en general, es ampliamente conocido el valor comercial de las partes aéreas de la planta. Por ejemplo, las gramíneas tales como la avena, la

cebada, el maíz y el trigo y sus productos derivados, son de gran valor para la industria de los alimentos, y por lo mismo, los avances tecnológicos se encuentran orientados a aumentar el desarrollo de éstos. Sin embargo, existe poco conocimiento en cuanto a la utilización de las raíces de estas plantas. Su principal uso hasta la fecha es como forraje para animales, como se menciona en el "Manual Técnico: Forraje Verde Hidropónico" desarrollado por la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, 2001, en el cual se enseña la obtención de biomasa vegetal a partir de la germinación de semillas de cereales o leguminosas. Para ello, se siembran en bandejas semillas pre-germinadas, es decir, semillas que han sido remojadas y oreadas, y se riegan con agua y nutrientes por 12 a 14 días hasta obtener un forraje con aproximadamente 30 cm de altura con abundante hojas y tallos.

Una alternativa altamente innovadora para el uso de estas raíces, es como materia prima para materiales de construcción. La solicitud de patente internacional No. PCT/CL2009/000017, divulga una lámina prensada que se obtiene sobre la base de un colchón radicular proveniente de un cultivo hidropónico de semillas y un adhesivo.

Este colchón radicular en esencia se obtiene mediante la germinación de las semillas hasta obtener el componente foliar de las mismas que alcance una altura hasta 10 cm, momento en el cual, dicho componente foliar se corta dejando el mismo hasta una altura entre 1 y 1,5 cm, y permitiéndole nuevamente alcanzar la altura de 10 cm, para nuevamente recortarlo hasta la altura mencionada previamente.

Con este proceso se logra la producción preferida del sistema radicular del cultivo por encima del foliar, lográndose así una masa radicular que, al drenarse y deshidratarse, permite que se obtenga un material de soporte que se mezcla con un adhesivo y posteriormente se prensa para obtener un material de reemplazo de la madera, útil en la fabricación de paneles, tableros, planchas, etc.

El procedimiento anteriormente descrito es preferentemente utilizado para la obtención de masa radicular a partir de plantas de gramíneas germinadas bajo condiciones de cultivo hidropónico.

Lamentablemente este método no es eficiente en cuanto a la masa aérea producida, ni a la utilización de recursos, pues se debe cortar y eliminar las hojas y tallos producidos, generando una subsecuente pérdida de recursos y de tiempo. Por tanto, se requiere de una metodología más eficiente de producción de raíces, que evite la pérdida innecesaria de materia pero que mantenga una alta producción de masa radicular, no así de masa aérea.

SUMARIO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un procedimiento para la obtención de masa radicular a partir de semillas vegetales, el cual se basa en hacer germinar las semillas de un cultivo hidropónico bajo condiciones apropiadas, una vez germinadas dichas semillas se voltean para exponer sus raíces apicalmente, las cuales se mantienen en esa posición bajo determinadas condiciones, y finalmente se recolecta la masa radicular así obtenida.

En una modalidad preferida de la invención, las condiciones apropiadas para hacer germinar las semillas consisten en remojarlas y mantenerlas remojadas entre 16 y 24 horas y a una temperatura entre 10 y 18 grados. Las semillas posteriormente se olean en condiciones de oscuridad y durante 24 a 48 horas, manteniendo la temperatura entre 10 y 18 grados Celsius con irrigación diaria

Una vez germinadas las semillas en las condiciones anteriores, las mismas se voltean de manera que sus raíces queden expuestas apicalmente, manteniéndolas en esa posición durante 3 a 4 días más, y una temperatura entre 10 a 18 grados Celsius y también en condiciones de oscuridad.

La masa radicular así obtenida se colecta y se somete opcionalmente a un proceso de extracción de agua que puede ser por drenaje, centrifugación o prensa de la masa radicular y finalmente se seca.

Adicionalmente a la masa radicular obtenida por el proceso inventivo, la cual puede utilizarse como material de soporte como sustituto de la madera con fines constructivos de diferentes índoles, la invención también incluye el extracto de dicha masa que se obtiene durante el proceso de extracción de agua al que se somete la misma.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención se describe con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es una representación de las etapas en el proceso de obtención de una masa radicular.

- 5 La Figura 2 es una vista de múltiples paneles que se obtienen como resultado del proceso de fabricación de la masa radicular.

La Figura 3 es una vista frontal de un panel que se obtiene como resultado del prensado de la masa radicular obtenida.

- 10 La Figura 4 es una representación gráfica de la capacidad de la lámina prensada de masa radicular (LPMR) obtenida mediante la invención, en cuanto a la aislación sonora en comparación con materiales utilizados en el arte y especialmente diseñados para aplicaciones de aislación acústica.

- 15 La Figura 5 es una representación gráfica de la capacidad de la lámina prensada de masa radicular (LPMR) obtenida mediante la invención, en cuanto a la aislación térmica, la cual es similar a la de los mejores aislantes utilizados en la arte, con un $\lambda = 0,036 \text{ W/m}^2$.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

- La presente invención se refiere a un nuevo método para la producción de una alta densidad de raíces en cultivos hidropónicos con bajo contenido de la porción
20 aérea de las plantas, para la formación de una masa radicular que puede secarse y prensarse posteriormente para su utilización en la industria de la construcción, o puede moldearse para utilizarse en la industria de la jardinería y cultivos. Adicionalmente, durante el proceso de producción de esta masa radicular, se obtiene un extracto de las raíces con propiedades humectantes para la piel, que
25 puede ser útil en la industria cosmética y farmacéutica.

- En la Figura 1 se muestra una representación de las etapas comprendidas en la obtención de la masa radicular. El método de la presente invención comprende en su modalidad más amplia las etapas de: proporcionar las semillas **1** de una planta **A**, permitir la germinación de las semillas **1** en condiciones particulares de cultivo
30 hidropónico **B**, voltear las semillas germinadas **2** de manera que sus raíces

queden expuestas apicalmente, mantenerlas en esa posición bajo condiciones apropiadas **C**, y cosechar la masa radicular **3** obtenida mediante este procedimiento **D**.

En una modalidad preferida de la invención, las semillas **1** de plantas utilizadas
5 son aquellas de la familia de las *Poaceae* (semillas gramíneas), como por ejemplo, semillas de trigo (*Triticum* spp.), avena (*Avena* spp.), maíz (*Zea* spp.), arroz (*Oryza* spp.), centeno (*Sécale* spp.), cebada (*Hordeum* spp.), sorgo (*Sorghum* spp.), caña o caña de azúcar (*Saccharum* spp.), mijo (especies de la subfamilia *Panicoideae*), pero la invención no está limitada sólo a estos ejemplos
10 mencionados.

En una modalidad preferida, las condiciones particulares de cultivo hidropónico **B** utilizadas en esta invención, en la cual las semillas germinan, se refieren a un proceso de remojo **B-I** de las semillas bajo condiciones específicas, y orear **B-II** las semillas en condiciones de oscuridad. Las condiciones específicas de remojo
15 **B-I** de las semillas **1** se refieren a colocar las semillas en una solución de remojo **4** durante un periodo de tiempo que dependerá de la calidad de las semillas **1**. Preferentemente, las semillas se colocan en agua como solución de remojo **4** durante 16 a 24 horas, a una temperatura entre 10 y 18 grados Celsius, sin embargo no está limitado a dichos rangos pudiendo utilizar una temperatura
20 menor por mayor cantidad de horas, o una temperatura mayor por menor cantidad de tiempo. En esta etapa **B-I**, opcionalmente se puede incluir el uso de fertilizantes, y es aconsejable pero no obligatorio, oxigenar o airear adecuadamente el agua o la solución de remojo **4**. El proceso de orear **B-II** las semillas se realiza, preferentemente, sacando las semillas **1** de la solución de
25 remojo **4** y dejando reposar en una cámara oscura entre 24 a 72 horas, a una temperatura entre 10 y 18 grados Celsius. Luego de obtener las semillas acondicionadas **5**, éstas se siembran o se colocan en bandejas o bandas **6** para cultivos hidropónicos, en una cámara oscura, a una temperatura entre 10 y 18 grados Celsius, con riegos **7** constantes. Las semillas **5** se mantienen en estas
30 condiciones por aproximadamente 3 a 4 días, tiempo que demoran en germinar y extender su raíz y así obtener semillas germinadas **2**.

Opcionalmente, previo al proceso de remojo **B-I**, se puede incluir una etapa de selección **E**, limpieza y desinfección **F** de las semillas **1** para evitar impurezas y tener un cultivo aún más eficiente. De diferentes lotes o sacos de semillas, se seleccionan al azar pequeñas cantidades de cada uno de los sacos, hasta
5 completar un kilogramo de muestra **8**. Esta muestra **8** es sumergida en suficiente agua **9** para cubrir todas las semillas **1** y se somete a agitación, donde las semillas que pueden utilizarse para su cultivo (de calidad) se hunden y las semillas vacías, junto con impurezas **10**, flotan en la superficie del agua **9**. Si la cantidad de semillas vacías e impurezas **10** es superior al 20%, el lote o saco de
10 semillas correspondiente se rechaza **11** y no se utiliza para la siembra hidropónica. Una vez que se seleccionan las semillas **12**, éstas se pueden lavar y desinfectar **F**, con una solución de desinfección **13** apropiada, durante **3** a 5 minutos, y posteriormente se enjuagan con suficiente agua hasta eliminar la solución de desinfección **13**.

15 En una modalidad preferida, luego de mantener las semillas en las condiciones particulares de cultivo hidropónico **B** mencionados previamente, por aproximadamente **3** a 4 días, se voltean estas semillas germinadas **2** exponiendo el crecimiento apical de sus raíces hacia arriba, y se mantienen en estas condiciones durante **3** a 4 días a una temperatura entre 10 a 18 grados Celsius,
20 en una cámara oscura **C**. El crecimiento natural de las raíces en las plantas presenta un geotropismo positivo, es decir, crecen a favor del efecto de la gravedad. En la presente invención, se aprovecha este comportamiento natural para favorecer este crecimiento radicular de forma predominante sobre la porción aérea de la planta, lográndose así una masa radicular **3** densa que se entreteje
25 sobre sí misma así.

Es decir, una vez que se voltean las semillas germinadas **2** y las raíces que están creciendo hacia abajo de las bandejas o bandas de cultivo hidropónico se exponen hacia arriba, las raíces de forma natural crecen nuevamente hacia abajo (geotropismo positivo), y se genera una masa radicular entrelazada **C**. Este
30 procedimiento, junto con el cultivo de las semillas en oscuridad constante, evita que se favorezca el crecimiento de hojas y tallos, y se centra en el crecimiento de

raíces. Finalmente, luego de un periodo de 6 a 8 días desde la siembra de las semillas, se obtiene una masa radicular **3** lista para su cosecha **D**.

En una modalidad preferida, la masa radicular **3** cosechada se drena a través de cualquier método físico conocido en el estado de la técnica que permita eliminar el exceso de agua contenida. Preferentemente, se puede drenar mediante centrifugación o prensado durante aproximadamente 3 a 6 horas. El extracto de raíces obtenido en esta etapa, tiene excelentes propiedades humectantes y emolientes, pudiendo utilizarse por la industria cosmética y farmacéutica para el tratamiento de enfermedades de la piel, como por ejemplo, eczemas, dermatitis, urticaria, prurito, entre otros. Alivia la irritación de la piel causadas por alergias y el dolor causado por la exposición al calor, ya sea debido a los rayos del sol, al fuego u objetos calientes. La composición de este extracto variará levemente dependiendo de la especie de semillas que se utilice. En la Tabla 1 se describe la composición química del extracto de raíces de avena, a modo de ejemplo.

Tabla 1. Composición química del extracto de raíces de avena.

Propiedades Químicas	Composición
pH	5,5 - 6,5
Proteínas totales (%)	20 - 40
Fósforo (%)	0,35 - 0,45
Calcio (%)	0,20 - 0,25
Potasio (%)	0,40 - 0,60
Magnesio (%)	0,20 - 0,30
Sodio (%)	0,06 - 0,01
Azufre (ppm)	0,20 - 0,40
Cobre (ppm)	10 - 20
Hierro (ppm)	150 - 170
Manganeso (ppm)	60 - 90
Zinc (ppm)	30 - 50
Aluminio (ppm)	70 - 100
Boro (ppm)	3 - 5

Adicionalmente, debido al fósforo que la compone, el extracto de semillas actúa como ablandador de agua y regulador de pH.

Finalmente, la masa de raíces obtenida luego del drenaje del exceso de agua, se seca para su posterior almacenamiento y distribución. El proceso de secado se realiza, preferentemente, mediante métodos naturales al exponer la masa radicular al sol, pero puede utilizarse cualquier otro medio de secado forzado, por ejemplo secándolas en una estufa.

Una vez que se obtiene la masa radicular seca, ésta se puede ser utilizar como materia prima para fabricar tableros para la industria de la construcción, dada sus excelentes características de aislación térmica y sonora. Mediante un proceso de prensado en caliente, y adicionando adhesivos termoestables a esta masa radicular seca obtenida mediante el método de la presente invención, se pueden desarrollar paneles con sustitución parcial o total de madera para elaboración de paneles masa radicular-fibra (tipo MDF), masa radicular-partículas (tipo PB), sustitución parcial de láminas de madera por masa radicular en elaboración de tableros masa radicular-contrachapado o masa radicular-terciado (tipo *Plywood*), así como, paneles alternativos al SIP (*Structural Insulated Panel*), donde el uso de la masa radicular permite la sustitución parcial de madera y el reemplazo total del poliestireno expandido, con capacidad de aislación 4 veces mayor que un panel de poliestireno. Los paneles elaborados con masa radicular, como también paneles mixtos, donde las placas exteriores se hacen con productos de la madera, tienen un impacto en la reducción de explotación de los bosques increíblemente significativo.

Por otra parte, la masa radicular seca puede utilizarse también, como sustrato mejorador del suelo natural, al fabricarse mediante el proceso descrito en la presente invención, que no involucra el uso de productos químicos potencialmente dañinos para el cultivo de plantas. Esta masa radicular tiene una elevada porosidad y retención de agua, y su composición de minerales es ideal para permitir el crecimiento de cultivos sanos y vigorosos. Además, por su condición natural, se degrada en el tiempo convirtiéndose en tierra orgánica de excelente calidad.

Los tiempos de producción de esta materia prima son menores a dos semanas, lo que lo convierte en un sustrato renovable y sustentable. Esta masa radicular se

puede moldear en pequeños cuencos o maceteros, siendo también una excelente alternativa para la sustitución de materiales como la turba o la fibra de coco.

La invención se ilustrará a continuación de acuerdo a los siguientes ejemplos, cuyo fin es únicamente ilustrativo y no deben considerarse para la restricción del
5 alcance de la invención en ninguna circunstancia.

Ejemplo 1 : Obtención de la masa radicular a partir de un cultivo hidropónico de semillas de avena

Selección de las semillas :

Se comprobó la calidad de las semillas de avena y se determinó el nivel de
10 impurezas que las mismas traían. Se tomó al azar pequeñas cantidades de semillas de diferentes sacos hasta completar un kilogramo de muestra de semillas. La muestra se sumergió en agua, se agitó de forma manual y se determinó la cantidad de semillas vacías e impurezas que permanecieron flotando en el agua. El porcentaje de impurezas fue menor al 20%, por tanto los sacos de
15 semillas eran adecuados para su siembra.

Desinfección de las semillas:

Una vez seleccionadas las semillas adecuadas para su siembra, se lavaron en una solución de lejía (cloro al 10% p/v) durante 3 a 5 minutos en esta solución. Posteriormente, se enjuagaron con abundante agua, hasta eliminar la solución de
20 desinfección.

Remojo:

En un recipiente con oxigenación, las semillas desinfectadas se sumergieron en agua durante 24 horas a temperatura de 15 grados Celsius.

Aireación (Oreo de las semillas):

25 Se colocaron las semillas en recipientes abiertos para que les llegue el aire atmosférico, manteniéndolas bajo condiciones de oscuridad, durante aproximadamente 36 horas.

Siembra y germinación:

Las semillas ya acondicionadas se dispusieron en bandejas para su siembra y se trasladaron a un cuarto oscuro para simular las condiciones de oscuridad de la tierra. Se mantuvieron así durante 3 días, con 1 riego durante este periodo.

Volteo:

- 5 Una vez germinadas las semillas en la bandeja, se voltearon, dejando su parte área hacia debajo de la bandeja y exponiendo apicalmente las raíces. Se mantuvieron en condiciones de oscuridad por 3 días más, a 15 grados Celsius, con 1 riego durante este periodo. Luego de este tiempo, se cosechó la masa radicular obtenida.

10 **Ejemplo 2: Obtención de una lámina a partir de masa radicular prensada.**

A partir de la masa radicular obtenida en el Ejemplo 1, se llevó a cabo la eliminación del agua de la misma mediante las siguientes operaciones:

Drenaje:

- 15 La masa radicular se drenó, dejándola reposar aproximadamente una hora en una rejilla para eliminar el agua de forma natural por gravedad. Adicionalmente, se centrifugó durante aproximadamente 1 minuto, con lo cual otra parte de agua y parte de las semillas no germinadas se eliminaron también.

Secado:

- 20 La masa reticular se secó lentamente al sol durante aproximadamente 12 horas a fin de obtener un colchón radicular con aproximadamente 10% de humedad. Una vez que la etapa de secado terminó, este colchón se pesó y se midió.

Aplicación del adhesivo:

- 25 Se colocó una cantidad suficiente de adhesivo al colchón radicular seco dependiente de su peso y/o volumen del mismo y/o de las indicaciones del fabricante del adhesivo. Debido a que el colchón radicular es un cuerpo poroso, se aplicó el doble de la cantidad indicada por el fabricante por metro cuadrado.

- 30 Se aplicó el adhesivo al colchón radicular, asegurando que penetrara los intersticios del mismo de la mejor manera posible. Para ello, el colchón con el adhesivo se presionó en una prensa fría durante no más de 2 minutos a fin de promover la penetración del adhesivo dentro del colchón.

Posteriormente, la lámina obtenida se presionó con una prensa caliente a una temperatura de 50°C, durante al menos 2 minutos y se dejó reposar en prensa en frío para la estabilización de la misma, durante al menos 5 días.

Al terminar el proceso, se obtuvo una lámina prensada del colchón radicular, visualmente muy similar a madera aglomerada con un espesor de aproximadamente 4 milímetros.

El producto obtenido se trabajó de acuerdo a las dimensiones deseadas y sirve como sustituto de la madera en la fabricación de paneles de madera o productos de base similares.

10 **Ejemplo 3. Utilización de la lámina prensada obtenida a partir de la masa radicular como material aislante sonoro y térmico.**

La lámina prensada obtenida a partir de la masa radicular obtenida (LPMR) a partir del ejemplo anterior presentó excelentes características como aislante térmico y sonoro. Es 100% natural, renovable biodegradable, rápida de producir, resistente al fuego y demostró una capacidad térmica superior o igual a los utilizados en la industria y que provienen fundamentalmente de derivados del petróleo.

Al ser más eficiente térmicamente, se obtuvieron con ella las mismas propiedades de productos similares en el mercado, pero con la ventaja que tiene mucho menos espesor, lo cual facilita y economiza de manera sustancial su traslado y almacenamiento.

El coeficiente de absorción sonora (α) de la lámina obtenida por el método de la invención se determinó de acuerdo a lo descrito por la norma ISO 10354-2:1 998 "Acoustics - Determination of sound absorption coefficient and impedance tubes - Part 2: Transfer-function method". La medición de las características de absorción a incidencia normal en la muestra, está basada en mediciones en tubo de onda plana para luego obtener la función de transferencia:

$$\alpha = 1 - \left(\frac{H_{12} - e^{-jks}}{e^{jks} - H_{12}} \right) \times e^{j2kL}$$

H_{12} : Función de Transferencia, k : Número de Onda (m^{-1}), s : Distancia de separación entre micrófonos (m), L : Largo de tubo de impedancia (m).

El ensayo se realizó siguiendo el procedimiento de la normativa citada. Se configuraron dos posiciones de micrófono, altavoz en un extremo del tubo y la muestra a ensayar en el extremo opuesto. La señal sonora utilizada para el ensayo fue ruido blanco y se midió por bandas de 1/3 de octava, registrando las frecuencias centrales entre 125 y 1.000 Hz. El área de la muestra de ensayo fue 0,3 m², a una temperatura interior de tubo de impedancia de 19 grados Celsius.

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos en cuanto a la absorción sonora de dicho material objeto de la invención con respecto a otros conocidos y utilizado para el mismo propósito. En la Figura 4, se muestra una representación gráfica de los resultados mostrados en la Tabla 2. Los materiales utilizados para este análisis fueron: Tabique vacío, Ladrillos sin pintar, Placa de yeso, Madera, Goma de 0,5 cm de espesor, Ladrillo con yeso, Espuma Poliruretano Rígido marca FONAC® (Espuma PUR - FONAC®), Espuma Poliruretano marca SONEX® (Espuma PUR - SONEX®), Masa Radicular Estándar 2012, correspondiente al material divulgado en la solicitud de patente internacional No. PCT/CL2009/000017 (MR-STD-2012), Masa Radicular de la presente invención mezclado con Poliuretano (MR-PUR-2015), y Masa Radicular de la presente invención (MR-2015). En la Figura 4, se gráfica una línea punteada representa el valor límite de materiales considerados como mejores aislantes en el mercado actualmente. En estos resultados se puede apreciar que la masa radicular objeto de la presente invención, tiene una capacidad de aislación sonora competitivo con materiales de última generación, especialmente diseñados para aplicaciones de aislación acústica, como las espumas de poliuretano de marcas FONAC® y SONEX®.

Tabla 2. Datos comparativos del coeficiente de absorción sonora () para distintos materiales.

Material	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz
Tabique de madera vacío	0,071	0,07	0,073	0,08
Ladrillo sin pintar	0,03	0,03	0,03	0,04
Placa de yeso	0,29	0,1	0,05	0,04
Madera	0,15	0,11	0,1	0,07
Goma de caucho 0,5 cm de espesor	0,04	0,04	0,08	0,12

Pared de Ladrillo con yeso	0,01 3	0,01 5	0,02	0,03
Espuma PUR - FONAC®	0,1 1	0,1 4	0,36	0,82
Espuma PUR - SONEX®	0,06	0,2	0,45	0,71
MR - 2012	0,6	0,89	0,28	0,1 8
MR - PUR - 2015	n.d.	0,46	0,76	0,36
MR - 2015	n.d.	0,34	0,23	0,47

Para determinar la aislación térmica, se midió la conductividad térmica de la masa radicular obtenida por la presente invención, y se comparó con materiales conocidos en la industria. Se utilizó el método de anillo de guarda, de acuerdo al

5 procedimiento que se describe en la norma chilena NCh 850 Of.2008 *"Aislación térmica - Método para la determinación de la conductividad térmica en estado estacionario por medio del anillo de guarda"*. El aparato utilizado consistió en una placa metálica central (placa caliente) provista de calefacción eléctrica. Esta placa se encontraba rodeada en forma de marco (anillo de guarda) que puede ser

10 calentada independientemente. A ambos lados de las placas se disponen de probetas de igual dimensión y de caras planas paralelas. Ajustadas a las probetas se ubican placas metálicas refrigeradas con agua (placas frías). Todo el conjunto así constituida forma un sándwich en íntimo contacto. Este método permite determinar, bajo condiciones estacionarias, el flujo de calor producido

15 eléctricamente en la placa caliente, que atraviesa ambas probetas y las temperaturas respectivas entre sus caras. El área de medición, igual al área de la placa caliente, es de 0,0255 m², las probetas son 0,3 x 0,3 m y de un espesor máximo de 50mm. Debido al diseño del conductímetro, el plano de orientación de las probetas es vertical. La conductividad térmica del material se calcula según la

20 fórmula a continuación:

$$\lambda = \left(\frac{\phi \times e}{2A(T_1 - T_2)} \right)$$

: Conductividad térmica (W/m K), : Flujo térmico que atraviesa el material (W),
A: Área de medición (m²), T₁, T₂: Temperaturas promedio de las caras calientes y frías, respectivamente (K).

En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos en cuanto a la conductividad térmica de dicho material objeto de la invención con respecto a otros conocidos y utilizado para el mismo propósito. En la Figura 5, se muestra una representación gráfica de los resultados mostrados en la Tabla 3. Los materiales utilizados para este análisis fueron: Aluminio, Acero, Ladrillo, Madera, Lana de Vidrio, Poliestireno (EPS), Poliuretano rígido (PUR), Corcho, Masa Radicular Estándar 2012, correspondiente al material divulgado en la solicitud de patente internacional No. PCT/CL2009/000017 (MR-STD-2012), Masa Radicular de la presente invención mezclado con Poliuretano (MR-PUR-2015), y Masa Radicular de la presente invención (MR-2015). En la Figura 4, se gráfica una línea punteada representa el valor límite de materiales considerados como mejores aislantes térmicos en el mercado actualmente. En estos resultados se puede apreciar que la masa radicular objeto de la presente invención, tiene una capacidad de aislación térmica similares a los mejores aislantes, con un valor $< 0,04 \text{ W/m K}$, y se sitúa como uno de los materiales aislantes de mayor desempeño del mercado como lo es el EPS y el PUR.

Tabla 3. Datos comparativos de la conductividad térmica () para distintos materiales aislantes.

Conductividad Térmica	
Material	W/m K
Aluminio	209,3
Acero	47-58
Ladrillo	0,8
Madera	0,13
Lana de Vidrio	0,03-0,07
EPS	0,035 - 0,045
PUR Rígido	0,035 - 0,045
Corcho	0,07 - 0,09
MR - 2012	0,064
MR-PUR 2015	0,042
MR - 2015	0,036

REIVINDICACIONES

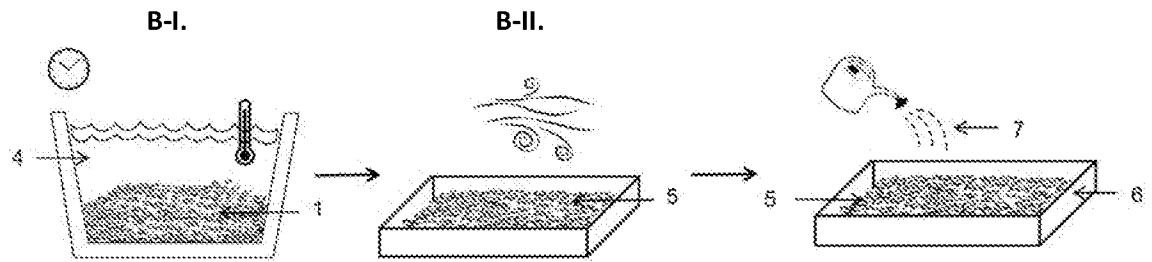
1. Un procedimiento para la obtención de masa radicular a partir de semillas vegetales, CARACTERIZADO porque comprende etapas de:
 - 5 - proporcionar semillas de una planta;
 - permitir la germinación de las semillas en condiciones particulares de cultivo hidropónico,
 - voltear las semillas germinadas, de manera que sus raíces queden expuestas apicalmente, y mantenerlas en esa posición bajo condiciones apropiadas; y
 - 10 - recolectar la masa radicular así obtenida.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque las condiciones particulares de cultivo hidropónico en las cuales las semillas germinan comprenden:
 - 15 - remojar las semillas bajo condiciones específicas; y
 - orear las semillas en condiciones de oscuridad.
3. El procedimiento de la reivindicación 2, CARACTERIZADO porque las semillas se remojan durante 16 a 24 horas y a una temperatura entre 10 y 18 grados.
- 20 4. El procedimiento de la reivindicación 2, CARACTERIZADO porque las semillas se oread en condiciones de oscuridad durante 24 a 48 horas y a una temperatura entre 10 y 18 grados.
5. El procedimiento de la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque una vez volteadas las semillas, estas se mantienen durante 3 a 4 días a una temperatura entre 10 a 18 grados en condiciones de oscuridad.
- 25 6. El procedimiento de la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque la masa radicular de los cultivos germinados, se colecta y se somete adicionalmente a un proceso de extracción de agua.

7. El procedimiento de la reivindicación 8, CARACTERIZADO porque dicho proceso de extracción de agua se selecciona a partir del grupo que consiste de drenaje, centrifugación o prensa de la masa radicular.
- 5 8. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones reivindicación 1 a la 7, CARACTERIZADO porque la masa radicular obtenida se seca opcionalmente.
9. Una masa radicular, CARACTERIZADA porque se obtiene por el proceso de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

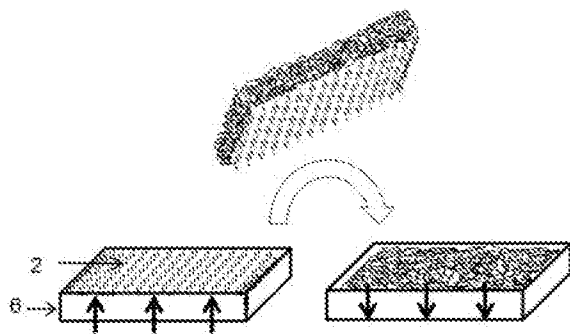
A.



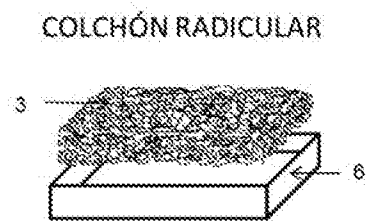
B.



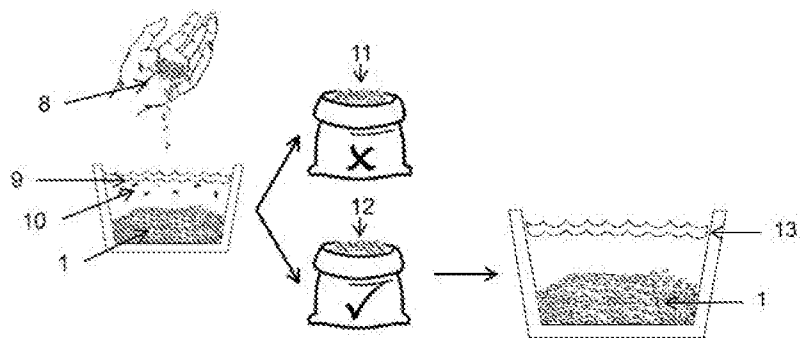
C.



D.



E.



F.

FIGURA 1



FIGURA 2

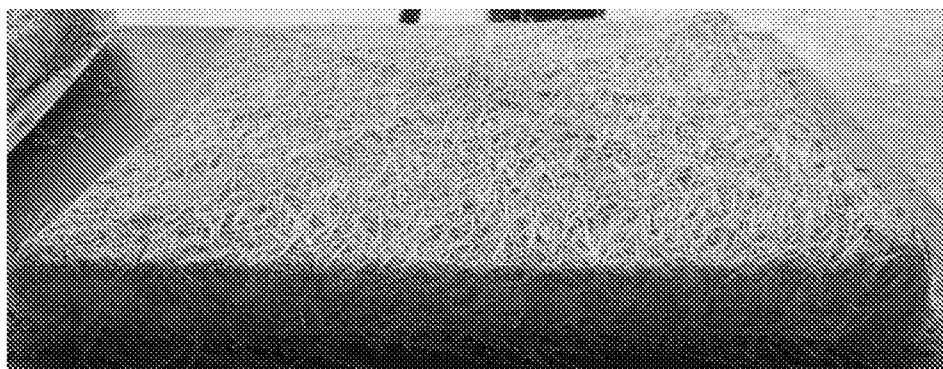


FIGURA 3

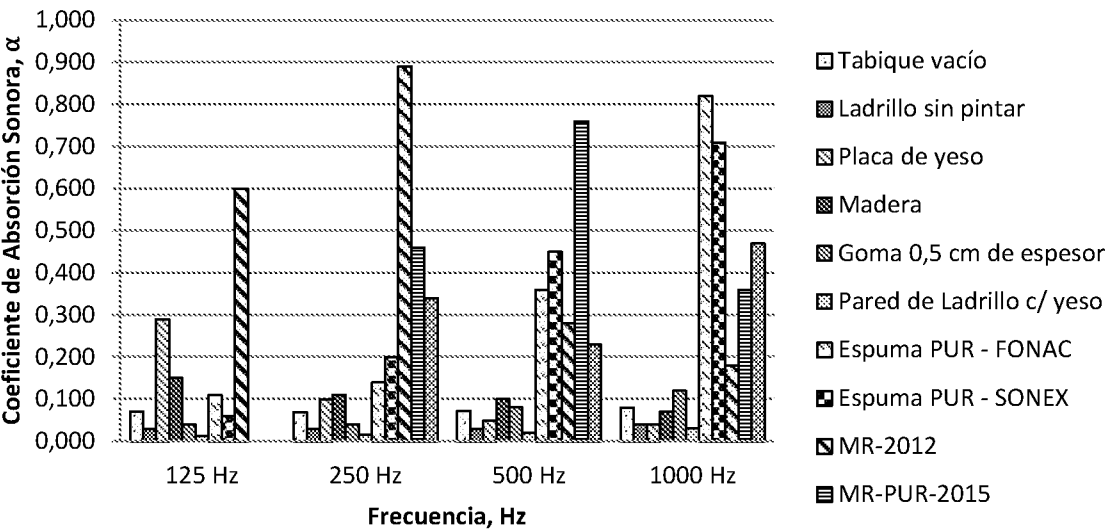


FIGURA 4

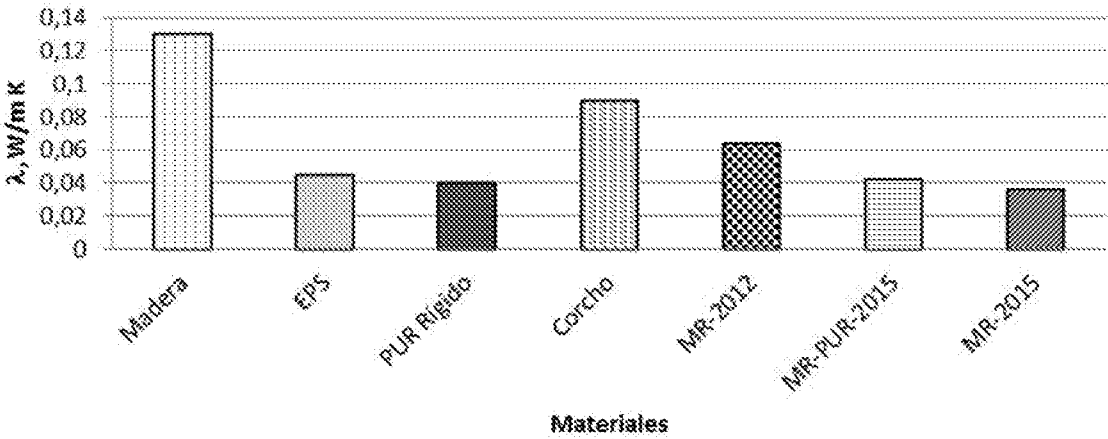


FIGURA 5