

COMPOSICIÓN HIDRO-RETENEDORA EDÁFICA

CAMPO DE LA TÉCNICA

[0001] La presente invención hace parte del campo técnico de acondicionadores de suelo y más específicamente a acondicionadores de suelo para la hidratación y retención de agua para las plantas de diferentes especies y cultivos.

ESTADO DE LA TÉCNICA

[0002] En la actualidad existen múltiples enfoques agrícolas que buscan tanto la sostenibilidad ambiental como la productividad a largo plazo. Uno de ellos es la agricultura regenerativa, que mira al pasado, pero no para volver a la prehistoria. Este enfoque agrícola busca restaurar la calidad y fertilidad de los suelos degradados. Su fórmula está en reducir la maquinaria pesada, utilizar abonos verdes, mantener cubiertas vegetales y diversificar los sistemas de cultivo.

[0003] La situación actual es aún más complicada de lo que parece, debido a que son los mismos agricultores quienes utilizan técnicas productivas poco sostenibles. Esto ocasiona el agotamiento de los recursos naturales y de las especies que habitan los ecosistemas, la salinización, contaminación de los suelos, entre otros.

[0004] La agricultura regenerativa se enfoca en revitalizar la salud del suelo a través de prácticas agrícolas sostenibles. Su propósito es revertir el deterioro del suelo, fomentar la diversidad biológica, mejorar la productividad, optimizar los servicios ecosistémicos y fortalecer la resistencia de los sistemas agrícolas ante el cambio climático, al mismo tiempo que colabora en su mitigación.

[0005] Un suelo más sano y que sufre menos alteraciones tiene mayor potencial de absorción y retención de gases de efecto invernadero. Por otro lado, retiene más agua y reduce considerablemente la erosión de los terrenos semiáridos, que sufren especialmente durante los episodios puntuales de lluvias torrenciales. En el esfuerzo por restaurar las capacidades naturales de los suelos cultivables, se han desarrollado diversos compuestos retenedores de hidratación o hidro-retenedores.

[0006] Un hidro-retenedor es un material capaz de retener y almacenar agua, y luego liberarla gradualmente a medida que las plantas la necesitan. Este tipo de materiales se

utilizan comúnmente en la agricultura, jardinería y paisajismo para mejorar la retención de agua en el suelo y reducir la necesidad de riego frecuente. Los hidro-retenedores pueden ser polímeros absorbentes, geles, arcillas especiales u otros materiales con propiedades absorbentes. A continuación se describen algunos hidro-retenedores conocidos en el estado del arte.

[0007] Unos de los compuestos retenedores de hidratación más usados actualmente son el poliacrilato de sodio y diferentes tipos de acrilatos. El poliacrilato de sodio es un polímero granular o en polvo blanco que se parece al azúcar. Es una especie de polímero súper absorbente (SAP), que tiene una fuerte absorbencia por cientos de veces su propio peso en agua. Después de absorber agua, se convierte en una forma de gel de agua que bloquea el agua firmemente.

[0008] El poliacrilato de sodio puede dividirse en urea, dióxido de carbono, agua y sodio. Es conocido que pequeñas cantidades de sodio no afectarán al suelo y dañarán el medio ambiente natural. Sin embargo, cuando con frecuencia se agrega mucho sodio en el suelo, las aguas subterráneas saladas se elevan hacia la superficie y contaminan los suelos. Además, se ha demostrado que el poliacrilato de sodio no retiene grandes cantidades de agua.

[0009] Por otra parte, también se han desarrollado acondicionadores de suelo orgánicos, que buscan retener agua, como el descrito en la patente US8808442B2, que divulga una composición de matriz de fibras aplicadas hidráulicamente para suelos, que incluyen una goma hidratable, que se puede reticular y disolver en agua, junto con un compuesto que puede reticular esta goma. Estas mezclas también pueden contener hidrocoloides y mantillo. Son útiles para la hidrosiembra y para estabilizar suelos. Los hidrocoloides pueden ser almidón, goma guar, goma xantana, goma konjac manan, entre otros, y también pueden incluir proteínas, materiales celulósicos, polímeros sintéticos, minerales y otros compuestos como poliacrilamida, poliacrilato, alcohol polivinílico, óxido de polietileno, entre otros.

[0010] Por su parte, Hitha Shaji, *et al.*, describe fertilizantes orgánicos que son fuentes de minerales naturalmente presentes y contienen una cantidad moderada de nutrientes esenciales para las plantas. Estos fertilizantes pueden ser naturales o procesados, y tienen un efecto de liberación lenta de nutrientes, suministrándolos en cantidades moderadas a lo largo de un período prolongado. En particular, Hitha Shaji, *et al.*, mencionan el uso de cenizas de madera, que proveen varios oligoelementos necesarios para el crecimiento de las plantas. También se menciona el uso de polímeros hidrófilos sintéticos derivados de la polimerización de monómeros de origen petroquímico, así como polímeros semisintéticos basados

principalmente en celulosa (como la pulpa de madera), que reaccionan con grupos funcionales de origen petroquímico y natural, como proteínas, polisacáridos, ligninas y caucho.

RESUMEN DE LA INVENCION

[0011] Los inventores de la presente invención, han descubierto la necesidad en el campo técnico de hidro-retenedores edáficos que ayuden a restaurar los suelos, mejoren su calidad física, química y biológica, reduzcan la sensibilidad de las cosechas y mejoren su producción, refuercen la presencia de polinizadores y el aumento de la biodiversidad en general, lo que contribuye también a la mejora paisajística, mitiguen el cambio climático gracias a la fijación de carbono orgánico en los suelos, eliminen los residuos de la agricultura convencional al evitar el uso de plásticos, fertilizantes de síntesis química y pesticidas o herbicidas y mejoren la retención de agua y reduzcan de la erosión haciendo que los terrenos de cultivo sean más resilientes a las inclemencias meteorológicas.

[0012] Para esto, los inventores de la presente invención proporcionan composiciones hidro-retenedoras edáficas que comprenden 80 a 90% de una mezcla de componentes orgánicos e inorgánicos, y 10 a 20% de componentes sintéticos; en donde los componentes orgánicos comprenden borra de café, té, plantas aromáticas, fibra de fique, almidón o mezclas de los mismos; en donde los compuestos inorgánicos comprenden cenizas de carbón, y vermiculita, y en donde los componentes sintéticos comprenden un polímero hidro retenedor.

[0013] A lo largo de la descripción y las reivindicaciones la palabra "comprende" y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Además, la palabra "comprende" incluye el caso "consiste en". Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos y dibujos se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que sean limitativos de la presente invención. Además, la presente invención cubre todas las posibles combinaciones de realizaciones particulares y preferidas aquí indicadas.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

[0014] La invención se encuentra dirigida a una composición hidro-retenedora edáfica que genera un reservorio de agua para proteger los cultivos, ahorrando hasta en un 80% el consumo de agua y hasta en un 50% la frecuencia de riego, lo que reduce el estrés hídrico por los efectos de la sequía. Además, la composición hidro-retenedor edáfica cuenta con

antioxidantes que le brindan efectos fungicidas y bactericidas, promoviendo aún más el buen desarrollo de las plantas.

[0015] Es así como los inventores de la presente invención proporcionan una composición hidro-retenedora edáfica que comprende: 60 a 90% de una mezcla de componentes orgánicos e inorgánicos, y 10 a 40% de componentes sintéticos; en donde los componentes orgánicos comprenden borra de café, té, plantas aromáticas, fibra de fique, almidón o mezclas de los mismos; en donde los compuestos inorgánicos comprenden cenizas de carbón, y vermiculita, y en donde los componentes sintéticos comprenden un polímero hidro retenedor.

[0016] En la presente solicitud de patente, la borra de café, también conocida como posos de café, se refiere al residuo que queda después de preparar café. La composición de la borra de café puede variar dependiendo de factores como el tipo de granos de café, el método de preparación y otros factores. La borra de café contiene una mezcla de componentes orgánicos e inorgánicos que le brindan diferentes propiedades benéficas, por lo que puede ser usada como fertilizante para plantas debido a su contenido de nutrientes y su capacidad para mejorar la estructura del suelo. Uno de los más comunes es la cafeína que es un compuesto orgánico que actúa como estimulante, y su cantidad en la borra de café puede variar según la variedad de granos utilizados y el proceso de preparación del café. También comprende varios ácidos orgánicos, como el ácido clorogénico, que contribuyen al sabor y al aroma del café. La borra de café también contiene cierta cantidad de fibra dietética, que puede tener beneficios para la salud digestiva. Los aceites esenciales presentes por su parte contribuyen al aroma característico del café. La borra de café también contiene pequeñas cantidades de minerales como potasio, fósforo y magnesio. Por lo tanto, en la presente invención, la borra de café puede tener propiedades fisicoquímicas muy variadas.

[0017] La borra de té, en la presente solicitud de patente, al igual que la borra de café, puede variar según el tipo de té, el método de preparación y otros factores. La borra de té contiene restos de los sólidos solubles que se liberan de las hojas de té durante el proceso de infusión. Estos sólidos pueden incluir compuestos como polifenoles, taninos y otros extractos solubles en agua. Asimismo, ya que las hojas de té contienen cierta cantidad de fibra, parte de esta puede transferirse a la borra durante la infusión. También contiene catequinas, las cuales son un tipo de polifenoles presentes en las hojas de té, cafeína, y aceites volátiles que contribuyen al aroma del té. Estos compuestos pueden transferirse a la infusión y, por ende, a la borra. Así mismo, la borra de té contiene pequeñas cantidades de minerales que se transfieren a la infusión al estar presentes en las hojas de té, tales como el potasio, el calcio, entre otros. La borra de té suele tener una textura menos fina y menos densa que la borra de café, debido a la

naturaleza de las hojas de té. Por lo anterior, en la presente invención, la borra de té puede tener propiedades fisicoquímicas muy variadas.

[0018] El término carbón mineral contiene diferentes proporciones de elementos y compuestos como son el carbono, hidrógeno, azufre nitrógeno y oxígeno. El carbono es el componente principal del carbón y es responsable de la mayor parte de su contenido energético. El hidrógeno está presente en el carbón en menor proporción que el carbono, pero contribuye significativamente a su poder calorífico. La cantidad de azufre en el carbón puede variar considerablemente. La presencia de azufre en el carbón puede dar lugar a la formación de gases de azufre durante la combustión, lo que puede contribuir a la contaminación del aire y la formación de lluvia ácida. El nitrógeno también puede estar presente en el carbón, y su contenido varía según el tipo de carbón. El oxígeno está presente en el carbón en forma de compuestos como óxidos e hidróxidos.

[0019] El término fibra de fique hace referencia a la fibra obtenida de la planta *Agave Sisalana*, que es utilizado en diversas aplicaciones, incluyendo la agricultura como enmienda del suelo. Su textura fibrosa y estructura pueden mejorar la estructura del suelo, proporcionando porosidad y facilitando el drenaje del agua. Además, las fibras pueden retener cierta cantidad de agua, lo que contribuye a mantener la humedad del suelo y proporcionar un ambiente propicio para el desarrollo de las raíces de las plantas. Al incorporar fibra de fique, se puede mejorar la aireación del suelo debido a su estructura fibrosa, lo que beneficia a las raíces de las plantas y a la actividad microbiana.

[0020] La fibra de fique es una fuente de material orgánico. Su descomposición en el suelo contribuye a la formación de humus y aporta nutrientes a las plantas. Además, la adición de fibra de fique en el suelo puede aumentar el contenido de carbono orgánico, promoviendo la actividad microbiana y mejorando su calidad y a medida que la fibra de fique se descompone, puede liberar nutrientes gradualmente, beneficiando a las plantas a lo largo del tiempo. La fibra de fique generalmente tiene un impacto neutro en el pH del suelo, lo que significa que su incorporación debería tener un impacto mínimo en la acidez o alcalinidad del suelo.

[0021] En la presente solicitud de patente, las cenizas son los residuos sólidos que quedan después de la combustión y contienen minerales inorgánicos, como silicatos, aluminatos, y otros elementos presentes en el carbón. El uso de carbón mineral quemado, en forma de cenizas, como enmienda del suelo puede tener efectos tanto positivos como negativos, dependiendo de la cantidad aplicada y de las características específicas del suelo y de las plantas. Por ejemplo, las cenizas de carbón mineral contienen algunos nutrientes esenciales

para las plantas, como calcio, potasio, magnesio y pequeñas cantidades de otros elementos. Estos nutrientes pueden beneficiar el crecimiento de las plantas y mejorar la salud del suelo. Las cenizas de carbón también pueden tener un efecto sobre el pH del suelo. En general, tienden a aumentar el pH, haciendo que el suelo sea menos ácido. Esto puede ser beneficioso en suelos ácidos, ya que muchas plantas prefieren un pH ligeramente alcalino. Además, las cenizas de carbón pueden tener propiedades insecticidas y fungicidas. Pueden ayudar a controlar algunas plagas y enfermedades en el suelo, aunque el efecto puede ser limitado.

[0022] El término vermiculita se refiere a un mineral del grupo de los filosilicatos, que se expande al calentarse, transformándose en un material liviano con propiedades aislantes y una excelente capacidad para retener agua. Este mineral posee una estructura laminar expansible que, una vez expandida, mejora significativamente la retención de agua y nutrientes, contribuyendo a la aireación del suelo y facilitando el desarrollo radicular. Además, su estructura expandida proporciona aislamiento térmico, ayudando a mantener la temperatura del suelo más constante. Químicamente, la vermiculita es inerte, no afecta el pH del suelo y tiene una capacidad moderada de intercambio catiónico, lo que le permite retener nutrientes y cationes. También es resistente a la descomposición biológica, lo que asegura su durabilidad en el suelo.

[0023] En una modalidad de la invención, el almidón se selecciona del grupo de almidón de maíz, yuca, trigo, arracacha, papa, o mezclas de los mismos.

[0024] De acuerdo con la presente solicitud de patente, la fécula de maíz, también conocida como almidón de maíz, es un polvo fino obtenido del endospermo de los granos de maíz. Incorporar la fécula de maíz en los suelos puede tener diversos efectos debido a algunas de sus propiedades físicas y químicas relevantes. La fécula de maíz tiene una estructura granular y se presenta como un polvo blanco fino. Su naturaleza granular puede influir en la textura y en la porosidad del suelo. Además, la fécula de maíz puede actuar como un agente que mejora la capacidad de retención de agua del suelo. Al absorber y retener agua, contribuye a mantener la humedad del suelo y proporcionar un entorno más favorable para el crecimiento de las plantas.

[0025] Asimismo, al tratarse de un polvo fino, la fécula de maíz puede mejorar la aireación del suelo al influir en la distribución de partículas y en la estructura del suelo. En cuanto a sus propiedades químicas, la fécula de maíz es una fuente de material orgánico que puede descomponerse en el suelo, proporcionando nutrientes y contribuyendo a la mejora de la

calidad del suelo. La adición de fécula de maíz puede aumentar el contenido de carbono orgánico en el suelo, beneficiando la actividad microbiana y promoviendo la salud del suelo y, aunque la fécula en sí misma no es una fuente rica en nutrientes, la descomposición microbiana de la fécula puede liberar nutrientes como nitrógeno en el suelo. Adicionalmente, la fécula de maíz es relativamente neutra, por lo que su incorporación debería tener un impacto mínimo en el pH del suelo.

[0026] El término almidón de yuca, también conocido como harina de yuca, en la presente solicitud de patente se refiere a un polvo blanco obtenido de la raíz de la planta de yuca (*Manihot esculenta*). Incorporar almidón de yuca en el suelo puede tener varios efectos, debido a algunas de sus propiedades físicas y químicas relevantes. Para empezar, el almidón de yuca tiene una estructura granular y puede presentarse como un polvo fino. La estructura granular puede influir en la textura y porosidad del suelo. También cuenta con capacidad de retención de agua ayudando a retener la humedad y proporcionando un ambiente más favorable para el crecimiento de las plantas. Debido a que se trata de un polvo fino, el almidón de yuca puede mejorar la aireación del suelo al influir en la distribución de partículas y en la estructura del suelo.

[0027] Adicionalmente en cuanto a sus propiedades químicas, el almidón de yuca es una fuente de material orgánico que puede descomponerse en el suelo, proporcionando nutrientes para las plantas y mejorando la calidad del suelo, puede aumentar el contenido de carbono orgánico en el suelo, lo cual es beneficioso para la actividad microbiana y la salud del suelo, y aunque el almidón en sí mismo no es una fuente rica en nutrientes, la descomposición microbiana del almidón puede liberar nutrientes como nitrógeno en el suelo. Por último, la adición de almidón de yuca podría tener un impacto mínimo en el pH del suelo, ya que es relativamente neutro. Sin embargo, otros factores en la composición del almidón o de la yuca pueden influir en el pH.

[0028] En otra modalidad de la invención las cenizas de carbón son cenizas de borra de café.

[0029] En una modalidad de la invención los polímeros hidro-retenedores se seleccionan del grupo que consiste en poliacrilato de potasio o sodio, celulosas modificadas (CMC, HMC, HPMC), goma xantana, alginato, goma guar o una combinación de los mismos.

[0030] En la presente solicitud de patente el término poliacrilato de sodio, se refiere a un polímero superabsorbente utilizado comúnmente en agricultura que posee destacadas

propiedades físicas y químicas que benefician la retención y liberación de agua en los suelos. Físicamente, se caracteriza por su impresionante capacidad para absorber y retener grandes cantidades de agua, superior a su propio peso, y liberarla gradualmente según las necesidades de las plantas. Cuenta con forma de pequeños gránulos o partículas que facilitan su integración al suelo, formando una estructura gelatinosa que mejora la retención hídrica. Químicamente, el poliacrilato es hidrófilo, atrae y retiene agua en su estructura molecular, y es químicamente inerte, lo que significa que no altera significativamente el pH ni reacciona con los nutrientes del suelo. Además, es considerado no tóxico, lo que asegura su seguridad para aplicaciones agrícolas.

[0031] En una modalidad aún más preferente de la invención la composición hidro-retenedora comprende 60-80% de borra de café, borra de té, borra de plantas aromáticas o mezclas de los mismos; 5-15 % de cenizas de borra de café; y 0-10% de almidón de maíz, yuca, trigo, arracacha, papa, o mezclas de los mismos.

[0032] Una caracterización fisicoquímica de la composición hidro-retenedora de la modalidad aún más preferente mencionada arriba, mostró los resultados que se mencionan en la Tabla1.

Tabla 1. Resultados de análisis fisicoquímicos de composición hidro-retenedora

Parámetro	Método y/o extractante/Técnica	Resultado (base seca)	Unidad
Humedad	Calentamiento 100 °C/Gravimetría	3,30	%
Cenizas	Calcinación a 650 °C/Gravimetría	15,9	%
Pérdida por volatilización	Calcinación a 650 °C/Gravimetría	84,1	%
Capacidad de Intercambio Catiónico	Acetato de amonio pH 7.0/Volumetría	40,0	meq/100 g

Carbono orgánico oxidable total	Oxidante/Titulométrica	47,7	%
Capacidad de Intercambio Catiónico en términos de Carbono orgánico oxidable total	Cálculo matemático	83,9	meq/100 g CO
Capacidad de Retención de Humedad	Pasta de saturación/Gravimetría	6451	%
Densidad real	Muestra seca y molida/Gravimetría	0,54	g/cm ³
pH	Pasta de saturación/Potenciometría	6,77	U pH
Conductividad eléctrica	Solución 1:100/Potenciometría/	0,054	dS/m
Nitrógeno orgánico total	Kjeldahl/ Titulométrica	0,83	%
Carbono/Nitrógeno	Cálculo matemático	57,8	-
Fósforo total (P ₂ O ₅)	MAR/Espectrofotometría	0,71	%

Ejemplos

Ejemplo 1. Uso de la composición hidro-retenedora en un cultivo de champiñón.

[0033] Se realizó un análisis experimental para estudiar los efectos que causa la composición hidro-retenedora sobre el desarrollo del champiñón en cultivo industrial. Para esto

se usó una composición hidro-retenedora con 60-80% de borra de café, borra de té, borra de plantas aromáticas o mezclas de los mismos; 5-15 % de cenizas de borra de café; 0-10% de almidón de maíz, yuca, trigo, arracacha, papa, o mezclas de los mismos; y 10-40 % de poliacrilatos o acrilatos o mezclas de los mismos.

[0034] Se preparó una mezcla de cobertura que está compuesta normalmente de turba, cascarilla de coco y carbonato de calcio. Para el análisis experimental, se reemplazó el 30% en peso de la turba de la mezcla de cobertura con la composición hidro-retenedora de la presente invención, quedando un 28% de turba, 11% de cascarilla de coco, 49% de carbonato de calcio y un 12% de composición hidro-retenedora.

[0035] Los materiales de la cobertura se mezclaron en un tambor donde se les adicionó agua con el fin de obtener la suficiente capacidad de retención de agua. La composición hidro-retenedora no puede ser hidratada antes de ser aplicada al cultivo.

[0036] Posteriormente se dejaron en reposo por aproximadamente 18 horas y se mezclaron con la composición hidro-retenedora. Se midieron los valores aproximados de pH y humedad de la mezcla de cobertura y se obtuvo un resultado de pH de 7,5 y humedad de 70%.

[0037] Luego se prepararon ocho cámaras de siembra diferentes, cada una con 24 lechos, en donde se usó 1 para prueba y 23 de control (composición hidro-retenedora). El área superficial de cada lecho era de 32,91% m².

[0038] Las pruebas se realizaron después de 12 o 13 días de incubación de micelio sobre un compost sembrado con la cepa A15 Sylvan. Sobre el lecho de cada cámara se puso compost de altura aproximada de 25 cm y la capa de cobertura que se pone sobre esta después de 14 días de incubación tiene una altura aproximada de 5 cm. Al momento de poner la mezcla la temperatura del compost oscilaba entre 29°C y 31°C y la de la mezcla de cobertura estaba entre 14°C y 15°C. La humedad de la mezcla de cobertura control estaba en el rango de 67 a 68%, mientras que la de la mezcla de cobertura de prueba estaba en 70% aproximadamente.

[0039] Se monitoreó el pH, humedad de la mezcla de cobertura y los litros de agua aplicados a los lechos durante 14 días. El pH permaneció entre 7,74 y 7,86%, la humedad entre 65 y 70%, y se identificó que se aplicaron aproximadamente 800 litros de agua menos (46 m³) en los lechos de prueba, es decir en donde se usó la composición hidro-retenedora, que en los lechos de control (46,8 m³)

[0040] Para evaluar la productividad, se midieron los kg/m² de cosecha de los lechos de prueba y de control. Los kg/m² se refieren a los kilogramos de champiñón fresco que se cortaron por metro cuadrado de área sembrada en un cuarto de cultivo. La meta de productividad del cultivo es de 26 kg/m². En la Tabla 2 a continuación se muestra los valores promedio por lecho de prueba y de control.

Tabla 2. Resultados productividad en kg/m² de los lechos de prueba y control

No. de Lecho	Lecho prueba	Lecho control
1	27,43	28,70
2	18,23	26,10
3	32,62	30,80
4	26,40	30,90
5	19,71	14,60
6	36,96	32,90
7	33,04	30,00
8	31,50	27,10
Promedio	27,74	27,64

[0041] Los resultados demuestran una reducción de uso de agua significativa en el cultivo. Además, demuestran un aumento en la productividad del cultivo cuando se usa la composición hidro-retenedora junto en la mezcla de cobertura del cultivo de champiñones.