



No. 11-168970- -00000-0000

Fecha: 2011-12-07 15:58:38 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 32

Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

SOLICITUD

PATENTE DE INVENCION

21. EXPEDIENTE N° _____

54. TÍTULO ABONO ORGÁNICO MINERAL DE BAJA SOLUBILIDAD
MEJORADOR DE SUELOS DERIVADO DE LA VINAZA Y PROCESO
PARA OBTENERLO.

51. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL _____

71. SOLICITANTE ECOPETROL S.A.

DOMICILIO Bogotá, Colombia.

74. APODERADO DILIA MARIA RODRIGUEZ D'ALEMAN

22. BOGOTÁ, D.C. _____



No. 11-168970- -00000-0000

Fecha: 2011-12-07 15:58:38 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 32

FORMULARIO ÚNICO DE SOLICITUD DE PATENTE

SOLICITUD DE:

1

☒

Patente de Invención

☐

Patente de Modelo de Utilidad

2

**SOLICITANTE
(71)**

Nombre: **ECOPETROL S.A.**

Dirección: Carrera 13 No. 36-24 Piso 11,
Bogotá, Colombia.

Nacionalidad o Domicilio: Bogotá, Colombia.

Lugar de Constitución: Bogotá, Colombia.

IDENTIFICACIÓN

C.C. ☐

NIT ☐

C.E. ☐

Otro ☐

Cual _____

Número _____

3

**REPRESENTANTE
O APODERADO**

Nombre: **DILIA MARÍA RODRÍGUEZ
D'ALEMAN**

Dirección: Cra. 11 No. 86-53 piso 6

Teléfono: 6 162051/61 Fax: 6 161889

E-mail: clarkemodet@clarkemodet.com.co

IDENTIFICACIÓN

C.C. ☒

NIT ☐

C.E. ☐

Otro ☐

Cual _____

Número 41.654.882 T.P. 20824
CSJ

4

**INVENTORES (ES)
(72)**

Nombre: **VER HOJA ANEXA**

Dirección:

Nacionalidad o Domicilio:

5 Título (54) **ABONO ORGÁNICO MINERAL DE BAJA SOLUBILIDAD MEJORADOR DE SUELOS DERIVADO DE LA VINAZA Y PROCESO PARA OBTENERLO.**

6 Clasificación Internacional (51) _____

7 **Prioridad**

SI ☐ NO ☒

(33) País de Origen

(32) Fecha

(31) Número de Solicitud

8 Para publicar a partir de la fecha de la presente solicitud a los:

6 meses ☐ 12 meses ☐ 18 meses ☒ otros ☐ Cual _____

9 Comprobante de pago No. 11-109628 // 11-109588 // 11-97832 // 11-109768 // 11-87403

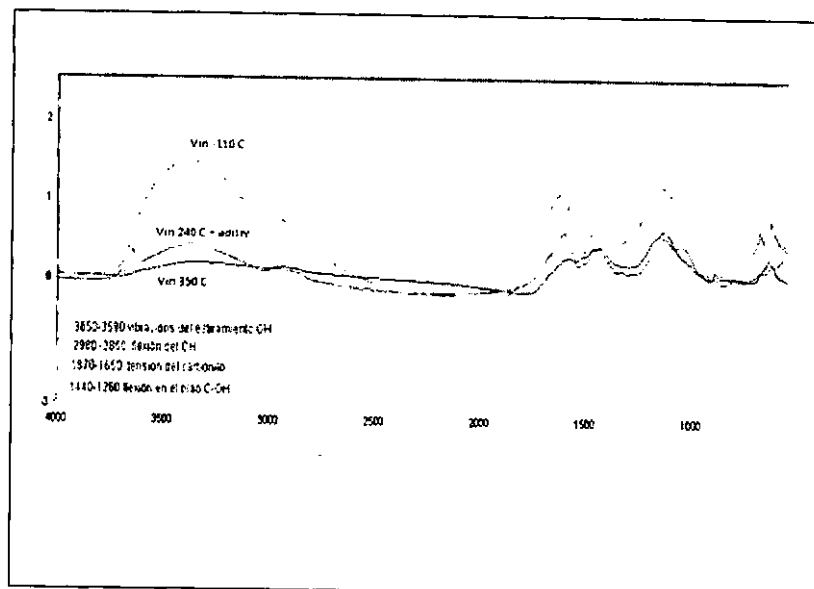
Fecha 09 de noviembre de 2011 // 05 de octubre de 2011.

10

ANEXOS

- ☐ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud
- ☐ Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación
- ☐ Comprobante de pago por la reivindicación de prioridad
- ☐ Documento que acredite la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica
- ☐ Poderes, si fuere el caso
- ☐ Certificado de la fecha de presentación de la solicitud prioridad expedida por la autoridad correspondiente y una copia certificada de la primera solicitud, si se reivindica prioridad
- ☐ Traducción simple de la primera solicitud, si se reivindica prioridad
- ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante
- ☐ Resumen
- ☐ Descripción de la invención.
- ☐ Una o más reivindicaciones
- ☐ Dibujos y/o planos necesarios
- ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico
- ☐ Arte final 12 X 12 .
- ☐

11 FIGURA CARACTERÍSTICA



12

NOMBRE : DILIA MARÍA RODRÍGUEZ D'ALEMAN

FIRMA:

C.C. 41.654.882

T.P. 20824

As. P-2737

ANEXOS

INVENTORES

1.) **ARIAS, John, Edwar**
(Km. 7 via piedecuesta-Bucaramanga, Piedecuesta, Santander);
2.) **DALLOS, Carlos Gregorio**
(Km. 7 via piedecuesta-Bucaramanga, Piedecuesta, Santander);
3.) **MUÑOZ, CAMARGO, Jorge Mario**
(Km. 7 via piedecuesta-Bucaramanga, Piedecuesta, Santander);
4.) **NUÑEZ, ISAZA, Manuel, Laureano**
(Km. 7 via piedecuesta-Bucaramanga, Piedecuesta, Santander).

000002 |

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -



RECIBO DE CAJA

No. 11 - 109628

Bogotá D.C., Noviembre 09 de 2011 - 16:56:02

RECIBIDO DE : CLARKE MODET

NI 830.008.643

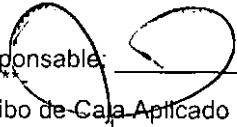
*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	325089214	09/11/2011	59.855.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	VR. UNIDITARIO	VR. CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1. TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE INVENCIÓN	571.000.00	571.000.00
				\$571.000.00
=====				

SON: **QUINIENTOS SETENTA Y UN MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: 

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-168970- -00000-0000

Fecha: 2011-12-07 15:58:38 Dep. 2020 DIR.NUEVASOR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 32

0000003

P 2737

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -



RECIBO DE CAJA

No. 11 - 109588

Bogotá D.C., Noviembre 09 de 2011 - 16:56:02

RECIBIDO DE : CLARKE MODET NI 830.008.643

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	325089214	09/11/2011	59.855.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO	Vr.CONCEPTO
1	50005-01-09 OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD INDUSTRIAL	99 OTROS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS	100.000.00	100.000.00
				\$100.000.00
=====				

SON: **CIEN MIL PESOS MONEDA CORRIENTE***

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-168970- -00000-0000

Fecha: 2011-12-07 15:58:38 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 32

000004

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

Noviembre 9 de 2011 - 16:56:18

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	RECIBO DE CAJA	No. 11 - 0097832
		Bogotá D.C., Octubre 05 de 2011 - 16:44:47

RECIBIDO DE : CLARKE MODET NI 830.008.643

*** Soporte del Pago ***					
TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	325084605	05/10/2011	77.805.000.00

*** Conceptos Pagados ***			
CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNDITARIO Vr. CONCEPTO
1	50005-01-09 OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD INDUSTRIAL	99 OTROS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS	5.000.00 5.000.00
			\$5.000.00
			=====

SON: **CINCO MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: 

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

No. 11-168970- -00000-0000
Fecha: 2011-12-07 15:58:38 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra: 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 32

000005

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -



RECIBO DE CAJA

No. 11 - 109768

Bogotá D.C., Noviembre 09 de 2011 - 16:56:02

RECIBIDO DE : CLARKE MODET

NI 830.008.643

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	325089214	09/11/2011	59.855.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO	Vr.CONCEPTO
1	50005-01-09 OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD INDUSTRIAL	99 OTROS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS	2.000.00	2.000.00
				\$2.000.00
=====				

SON: **DOS MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-168970- -00000-0000

Fecha: 2011-12-07 15:58:38 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 32

0000006

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

, Noviembre 9 de 2011 - 16:56:24

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -



RECIBO DE CAJA

No. 11 - 0087403

Bogotá D.C., Septiembre 07 de 2011 - 16:44:52

RECIBIDO DE : CLARKE MODET

NI 830.008.643

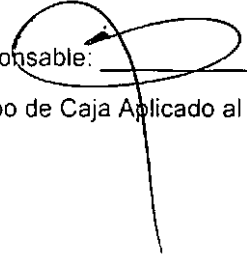
*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	325037926	07/09/2011	51.575.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNITARIO	Vr. CONCEPTO
1	50005-01-09 OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD INDUSTRIAL	99 OTROS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS	1.000.00	1.000.00
				\$1.000.00

SON: **MIL PESOS MONEDA CORRIENTE***

Responsable: 

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-168970- -00000-0000

Fecha: 2011-12-07 15:58:38 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 32

- 000007

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mai: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

Septiembre 7 de 2011 - 16:45:19

RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona con un proceso para obtener un abono orgánico mineral de baja solubilidad orgánica a partir de vinazas, que puede ser empleado como fertilizante y mejorador de suelos, con una baja afectación al ambiente

000008

ABONO ORGÁNICO MINERAL DE BAJA SOLUBILIDAD MEJORADOR DE SUELOS DERIVADO DE LA VINAZA Y PROCESO PARA OBTENERLO.

ESTADO DEL ARTE

En el proceso de producción del etanol carburante a partir de la fermentación de los azúcares de los jugos de la caña, de miel virgen o de melazas de diferentes tipos, se produce un efluente llamando vinaza. La vinaza se produce en una relación que puede estar entre diez o quince veces el volumen con respecto al etanol, además posee un alto contenido de materia orgánica (M.O.) y nutrientes inorgánicos, los cuales pueden ser altamente contaminantes sino son dispuestos adecuadamente. La M.O. de la vinaza posee una fracción mayoritaria con una alta solubilidad, por lo que es fácilmente arrastrada a fuentes de agua superficiales o subterráneas, también puede descomponerse generando gases de efecto invernadero. Los compuestos orgánicos en la vinaza pueden producir compactación en el suelo en el que son aplicados. Por otro lado los compuestos inorgánicos de la vinaza pueden causar la sobre salinización del suelo, si no son dosificados de manera adecuada. Desde el punto de vista de la comercialización las vinazas líquidas se descomponen fácilmente atrayendo malos olores e insectos, causando dificultades para su almacenamiento, al igual que la dificultad de transporte por su alto contenido de agua.

La invención que se describe a continuación permite dar disposición adecuada a las vinazas gracias a que mediante el proceso descrito, se obtiene un producto sólido con una matriz orgánica de alta estabilidad y alta concentración de nutrientes.

El producto sólido (Biosólido) que se obtiene a través del proceso objeto de esta invención, tiene aplicación como un fertilizante orgánico-mineral y acondicionador de suelos. Las propiedades del biosólido elaborado mediante el procedimiento que se describe a continuación, permiten cerrar adecuadamente el ciclo de nutrientes entre la actividad agroindustrial y la de fábrica en un ingenio, gracias a que los compuestos orgánicos se estabilizan, disminuyendo la posibilidad de que sean arrastrados por el agua a fuentes subterráneas o superficiales. La formación de la matriz orgánica en mención encapsula los nutrientes inorgánicos de la vinaza, permitiendo su liberación lenta al ambiente y disminuyendo la posibilidad de sobresalinización del suelo. El biosólido puede emplearse en cualquier cultivo, siempre y cuando se tenga en cuenta la disponibilidad de nutrientes en el suelo, junto con la disponibilidad en el producto, al igual que los requerimientos del cultivo. El producto descrito en la presente invención

000009

posee una matriz orgánica estable que incrementa la retención de nutrientes gracias a su capacidad de intercambio catiónico (CIC) y a la retención de agua en el suelo. Las condiciones que da el producto al suelo son favorables para la proliferación de microorganismos y el transporte de nutrientes a la planta.

En el estado del arte de la disposición de vinazas se encuentra gran cantidad de tecnologías que buscan su transformación en productos que puedan ser aplicados como fertilizantes. Las tecnologías buscan aprovechar las características fisicoquímicas de la vinaza para obtener un producto de mayor valor que pueda ser aplicado evitando los daños ambientales producidos por la aplicación de la vinaza líquida. Sin embargo ninguna de las referencias presenta simultáneamente un proceso de alta eficiencia operativa en tiempo e insolubilización de la M.O. en la vinaza, que estabilice integralmente la vinaza permitiendo obtener un producto que pueda ser usado con un bajo impacto ambiental y un alto beneficio para los cultivos donde se aplique. Entre los procesos del arte previo, se conocen los siguientes:

Reducción de volumen de efluentes por recirculación de vinazas al proceso de fermentación. Consiste en diluir las mieles producto de la cristalización de azúcar con vinazas en lugar de agua, con el fin de elaborar el mosto para la fermentación. Es aplicable sólo en el caso de ingenios sucroalcoholeros en los cuales las mieles y melazas son subproductos de la fabricación de azúcar. Por otro lado es una solución parcial pues no elimina el efluente sólo reduce su volumen. Además puede afectar el rendimiento del proceso de fermentación.

Concentración de vinazas por evaporación. Consiste en evaporar el agua presente en las vinazas mediante un tren de evaporadores. Es una solución parcial que reduce el volumen del efluente pero no soluciona factores contaminantes como la solubilidad en agua de los compuestos orgánicos presentes en la vinaza. Por otro lado el alto contenido de agua en las vinazas y su rápida descomposición restringe su transporte para su aplicación o comercialización

La biodegradación de la vinaza. Es un proceso biológico que transforma la vinaza en combustible gaseoso, lodos y agua. Se obtiene biogás con hasta 55% de metano, sin embargo se requiere de un pos tratamiento de los efluentes, el cual incluye la purificación del biogás, al igual que la estabilización de los lodos. El efluente de la biodegradación de la vinaza no está libre de M.O., por lo que requiere de tratamientos secundarios e incluso terciarios para poder retornarlo al ambiente. Adicionalmente por

.. 000010

ser un proceso biológico requiere altos tiempos de residencia y equipos de gran tamaño.

Compostaje. Es un proceso biológico en el cual el material orgánico presente en la vinaza, se convierte en ácidos húmicos útiles para la adecuación de suelos. En la industria alcoholera el material orgánico que se composta es un coproducto sólido llamado cachaza, el cual se mezcla con otros subproductos como el bagacillo y las cenizas. La vinaza es utilizada para suministrar humedad al compost, pero la cantidad de vinaza que se puede utilizar es limitada por la cantidad de cachaza coproducida, además por ser un proceso biológico se requieren tiempos de residencia mayores a 60 días y por tanto un enorme tamaño de las instalaciones para disponer las vinazas producidas.

Producción de fertilizantes líquidos. La vinaza líquida se usa como fuente de nutrientes, especialmente de potasio en los cultivos de caña que alimentan las destilerías. También se realizan mezclas con componentes como la urea. Este uso presenta inconvenientes como el costo del transporte, ya que dependiendo de la concentración en sólidos, se transporta una considerable cantidad de agua (típicamente del 40% hasta el 97% del peso de la vinaza es agua). La vinaza líquida tiene el potencial de contaminación de cuerpos de agua, debido al arrastre de la M.O. por las aguas lluvia. Además de la afectación del suelo por compactación y/o sobre-salinización y del aire por la liberación de gases efecto invernadero (GEI) al descomponerse la M.O. En época de lluvias, hay una disminución de las cantidades de vinazas que se pueden aplicar al suelo, lo que obliga a incrementar sus volúmenes de almacenamiento. Las vinazas almacenadas pueden presentar precipitación de sólidos y descomposición, generando malos olores y proliferación de vectores. El almacenamiento de grandes volúmenes de vinaza requiere de una vigilancia constante para evitar la posibilidad de ocurrencia de incidentes ambientales.

Vinaza seca. La vinaza seca obtenida mediante el proceso de secado por aspersión también se emplea como fertilizante, este proceso permite disminuir el volumen de las vinazas, sin embargo el valor de la inversión inicial es muy alto y el sólido pulverizado es poco estable por su higroscopicidad, lo que dificulta su manejo, empaque y almacenamiento. Una de las solicitudes de patente en el tema de secado de vinazas es la WO2006/108884.

- 000011

Otra modalidad de fertilización con vinazas se ha presentado a través de la mezcla de la vinaza con aditivos con el fin de obtener un biosólido rico en materia orgánica. Las mezclas buscan mejorar las propiedades físico-químicas de la vinaza con el fin de que pueda ser aplicada de forma conveniente al suelo. Existen varios ejemplos en la literatura como las solicitudes de patente US20090133456A1, US20100011824A1, WO2009129589A3, GB279022A, DE102004017876A1, EP1123910A2. Los productos mencionados dependen de la adición de compuestos para que se pueda formar la estructura del fertilizante sólido.. Para el caso del producto descrito en el presente documento, la proporción de aditivos empleados es baja en comparación con lo existente en el estado del arte y se usan para dar características específicas a la matriz orgánica estable. Lo anterior elimina la amenaza de inviabilidad generada por la dependencia de productos de terceros o propios. Por otro lado las tecnologías que permiten obtener los productos mencionados en este tipo de tecnologías, no hacen énfasis en la importancia de la formación de la matriz de orgánicos de baja solubilidad, por lo que se encuentran algunos ejemplos donde los sólidos obtenidos presentan altas solubilidades.

Aislamiento de productos específicos de la vinaza. Otra alternativa ampliamente difundida en la literatura de patentes, es el aislamiento de compuestos específicos contenidos en la vinaza (Vinaza fraccionada), con el fin de emplearlos como compuestos activos en la fertilización. La mayor desventaja del aislamiento de compuestos de la vinaza consiste en los altos costos que conllevan este tipo de procesos y que inevitablemente se generan subproductos o desechos que también requieren una disposición final. En la solicitud de patente WIPO 2008/040358, se describe una separación para obtener una fracción de la vinaza con alta concentración de potasio que puede ser empleada para producir un fertilizante. Al igual que en la patente US6274105 donde se aplica una separación para obtener sales de potasio que luego son usadas para producir un fertilizante.

En el estado del arte existen también otras tecnologías para la transformación de las vinazas, que permiten obtener compuestos más estables y con un menor potencial contaminante que el simple tratamiento directo de las vinazas. Sin embargo ninguna detalla las propiedades de estabilidad de los orgánicos requerida para su aplicación en campo, o sus demás características fisicoquímicas y los rendimientos de acuerdo a los procesos planteados en cada una de las referencias presentadas.

000012

La patente número IT1161938 tiene por objeto un procedimiento para someter vinaza seca o húmeda a un proceso de pirólisis de alta eficiencia para producir un producto sólido de alto valor calorífico y un gas a alta presión y temperatura que puede ser usado para la coproducción de energía. El proceso se realiza mediante un reactor rotatorio.

La patente número US466265 tiene por objeto la manufactura de carbón a partir de un material orgánico en forma de retorta a través de proceso pirolítico que utiliza aire con un bajo nivel de oxígeno. Se patenta también el equipo necesario para el desarrollo de este proceso con aire forzado con bajo nivel de oxígeno. Adicionalmente a la producción de carbón se extrae igualmente ácido acético, metanol, carbón amoniacal y gas combustible. Uno de los materiales orgánicos que se pueden usar con esta tecnología es vinaza, junto con madera ó residuos agrícolas. La atmosfera del proceso no contiene oxígeno, siendo principalmente nitrógeno para obtener un buen producto. El proceso ocurre entre 320°C y 400 °C. El proceso de secado y pirolizado ocurre en un mismo paso.

La solicitud número WO2004037747 presenta un proceso para la producción de un fertilizante basado en carbón y un mejorador de suelos que se realiza a través de la conversión pirolítica de materiales orgánicos incluyendo biomasa para liberar un gas pirolítico con un alto contenido de compuestos volátiles orgánicos y producir un residuo de carbón sólido. Una reivindicación incluye la preparación de un material granular o en polvo sólido para aplicación a gran escala que incluye formar un fertilizante de liberación lenta y mejorador de suelo secuestrante, combinando el fertilizante dentro de las estructuras internas del residuo sólido como carbón. El producto de carbón secuestra grandes cantidades de carbono de la atmosfera. Adicionalmente al carbón el proceso también produce hidrogeno. El producto disminuye la escorrentía de nutrientes e incrementa el contenido de carbón orgánico en el suelo. La temperatura de conversión del material orgánico es entre 350 y 500 °C por más de dos minutos para maximizar la formación de grupos ácidos en la superficie y fomentar la adsorción de bases como el amoniaco. El proceso también se puede realizar a temperaturas superiores a 500 °C por diez minutos para minimizar la producción de grupos ácidos. Posteriormente el material obtenido es procesado por presión, acciones mecánicas, calor, vapor, oxígeno, ácido, dióxido de carbón y la adición de los componentes del fertilizante como potasio, magnesio, sulfato de amonio, nitrato de amonio y nutrientes como hierro - molibdeno. El gas producido en la pirólisis se trata a través de membranas cerámicas para producir gas hidrogeno y monóxido de carbono.

000013

La solicitud número US20040192981 presenta proceso para convertir un licor orgánico en una mezcla de hidrocarburos líquidos / gaseosos y sólidos de carbón, el cual tiene un calentador para el licor orgánico, un reactor para convertir la mezcla de líquidos y vaporizar el aceite y enfriadores. Este proceso tiene su aplicación para el procesamiento de residuos y productos de bajo valor en nuevos productos de valor elevado y alta pureza a un costo aceptable y sin producir malos olores. En particular los licores orgánicos pueden provenir de residuos animales, residuos municipales, lodos orgánicos, llantas, residuos industriales y agroindustriales provenientes de plantas de aceite vegetales, industria del papel, alimentos, residuos de bagazo, industrial del algodón, residuos médicos, etc. El equipo procesa lodos en un amplio rango de partículas desde un micrometro. La temperatura de pirólisis es entre 400 – 600 °C en un tornillo rotatorio. El carbón sólido producido puede ser vendido para un gran número de aplicaciones. Puede ser mejorador de suelo en horticultura como fuente de carbono para bacterias ó como carbón activado para absorción de gases de efecto invernadero y finalmente como fuente de energía.

Por lo tanto, existe la necesidad en el estado del arte, de un proceso de características específicas que permita obtener un producto con mayor estabilidad orgánica y capacidad de entregar nutrientes al interactuar con el medio, generando un efecto beneficioso para las plantas y el suelo, causando menos contaminantes y minimizando el impacto sobre el medio ambiente.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INVENCION

Los compuestos contenidos en las vinazas pueden ser aprovechados de manera integral en el suelo, si se les dan las características necesarias para tal aplicación. La vinaza in natura posee agua, compuestos inorgánicos y orgánicos, estos últimos presentan grupos funcionales carboxilo, carbonilo, hidroxilo, alcoxi o insaturaciones entre otros, que permiten su interacción con el medio que los rodea o entre ellos mismos mediante reacciones químicas de deshidratación, adición, polimerización, acido-base etc, al igual que interacciones iónicas entre otras. La condición natural de los compuestos orgánicos en la vinaza los hace poco estables, razón por la que son higroscópicos, solubles o se descomponen fácilmente, generando graves problemas como la contaminación de aguas, los suelos y el aire.

Para incrementar la estabilidad de los compuestos orgánicos de la vinaza, se requiere la formación de una matriz o soporte estable que los consolide, disminuyendo las

000014

interacciones indeseables con el medio y potenciando las propiedades beneficiosas para los cultivos y los suelos. Como se mencionó con anterioridad, en el estado del arte se encuentran algunos procedimientos que bajo condiciones específicas podrían incidir en la obtención de sólidos a partir de las vinazas. Sin embargo los procedimientos mencionados no presentan las condiciones y características fisicoquímicas y de proceso, requeridas para obtener como resultado la formación óptima de una matriz insoluble, que permita la estabilización de la materia orgánica y la liberación de los nutrientes, beneficiando las plantas, el suelo y el ambiente.

El producto obtenido mediante el procedimiento descrito en la invención, es un biosólido estable con una alta concentración de nutrientes orgánicos e inorgánicos, debido a que se obtiene a partir del procesamiento integral de los nutrientes que componen la vinaza (elaborado 100% de vinaza). Las características físico-químicas superiores del producto se logran gracias a que los compuestos de la vinaza se estabilizan mediante la conformación de una matriz o soporte orgánico, formado al favorecer y catalizar las reacciones entre los compuestos orgánicos y los demás componentes que se agregan a la mezcla. Al conformarse la matriz, los compuestos inorgánicos como el potasio, el calcio y el sodio quedan atrapados dentro de la misma y son liberados lentamente al entrar en contacto con el agua, mientras los compuestos orgánicos permanecen en la matriz, reduciendo la posibilidad de contaminación del medio ambiente.

El carbono orgánico que conforma la matriz del producto reclamado es mucho más estable que el presente en los sólidos de la vinaza sin tratamiento y que el de los sólidos obtenidos a partir de los procedimientos del estado del arte previo. Lo anterior permite incrementar la fijación del carbono al suelo, fomentando la reducción de emisiones, el impacto ambiental y la materia orgánica estable en el suelo. Por otro lado el producto en mención no es higroscópico lo que permite su fácil empaque, almacenamiento y comercialización. Las propiedades superiores del producto derivado de la vinaza, que se consigue mediante la presente invención, se obtienen a partir de la sinergia entre las condiciones del proceso y el uso de compuestos adicionales que potencian las características del biosólido.

El proceso que se detalla en la presente invención y que permite la transformación de las vinazas para obtener el producto que fue descrito en los párrafos anteriores, se compone de cuatro etapas generales. La primera etapa del proceso se relaciona con la

preparación de la materia prima, y tiene como fin la mezcla de aditivos para darle características específicas al biosólido final. En la segunda etapa se realiza un proceso de evaporación que lleva a la materia prima a una concentración de sólidos entre el 60% y el 85% en S.T. En la tercera etapa se aplica un tratamiento térmico para generar la matriz orgánica insoluble que da las propiedades requeridas en el producto, esta se logra al alcanzar la temperatura de transformación que se detalla más adelante. En la cuarta y última etapa se realiza la adecuación del biosólido resultante con el objetivo de darle las particularidades físicas propias de su uso final.

El proceso térmico que se lleva a cabo en la etapa tres tiene características de un proceso de *pirolisis*, sin embargo a diferencia de las tecnologías de pirolisis que se encuentran en el estado del arte, el proceso de la presente innovación no busca la lisis mediante temperatura de los compuestos orgánicos, sino la polimerización de la materia orgánica, razón por la que se emplea en adelante el término *piromerización* para describir el fenómeno de interés, durante el tratamiento térmico.

La primera etapa o etapa de preparación de la materia prima, busca dar propiedades superiores al biosólido, mediante la inclusión de aditivos a la vinaza en un proceso de mezclado. Para facilitar la homogenización durante la etapa de mezclado, se puede calentar la vinaza entre 60°C y 90°C. A la etapa en mención entra vinaza a con un contenido de Sólidos Totales (S.T.) de al menos 3%, preferiblemente mayor al 40% de ST. Los aditivos a emplear en esta etapa incluyen un agente gelificante (AG), un agente promotor de la matriz (APM), un activador del promotor de la matriz (AAPM), un agente promotor de la CIC (APCIC) y compuestos fuentes de nutrientes complementarios (NC).

Luego de la adición de las sustancias requeridas para la obtención del biosólido, se procede a realizar un proceso de evaporación que tiene como objetivo incrementar el contenido de sólidos de la mezcla hasta una concentración entre el 60 y el 85% en ST. El proceso de evaporación se lleva a cabo a una temperatura entre los 90°C y los 120°C, para evitar la ebullición incontrolada de la materia prima. Una vez la materia prima alcanza el estado requerido, se alimenta a la etapa de tratamiento térmico, donde al alcanzar la temperatura de transformación, se presenta una expansión del material que va desde 3 a 5 veces el volumen inicial. Con esta etapa se pueden controlar propiedades físicas como la densidad y la Capacidad de Retención de Agua (CRA). Por otro lado es importante que el proceso de concentración de la mezcla se realice en el mismo elemento contenedor donde se realiza la etapa de tratamiento térmico, para evitar los problemas de transporte de sustancias viscosas.

000016

En esta etapa se incentiva la nucleación heterogénea (iniciada en la etapa de preparación de la materia prima) que permite la polimerización ("*Piromerización*") de los compuestos orgánicos, reduciendo al máximo su tendencia de interacción con el ambiente. Por la naturaleza de la reacción química, el proceso se da a temperaturas muy específicas que deben estar entre 350°C y 400°C. La etapa de *piromerización* para el procedimiento de la invención requiere un tiempo de residencia entre 0,5 h y 2 h, puede llevarse a cabo en atmosfera de aire y a presión atmosférica.

Para las condiciones en las que se debe llevar a cabo la reacción de *piromerización*, se tuvo en cuenta la estricta relación entre las condiciones de proceso, las características de la materia prima, los requerimientos de solubilidad del biosólido, la baja conductividad térmica de los sólidos de la vinaza y la fijación del sólido al recipiente que lo contiene. Por ser una reacción química la temperatura de interés debe ser la requerida para la transformación de los compuestos. Si la temperatura es más baja la solubilidad deseada de los compuestos orgánicos no se alcanza. Si la temperatura es más alta se incentivan reacciones no deseadas como la combustión. El no procesamiento adecuado de la materia prima hace que se presente una fijación del biosólido al recipiente que lo contiene, disminuyéndose el rendimiento del proceso e incrementando los requerimientos energéticos para obtener el biosólido. Por otro lado al presentar la mezcla el límite superior definido para el contenido de sólidos que entra al tratamiento térmico, se requiere aplicar el límite superior en temperatura y el inferior en profundidad de la biomasa. Para el caso de que la mezcla presente el límite inferior en S.T. se puede aplicar el límite inferior en la temperatura con el nivel máximo en la profundidad de la mezcla contenida en el recipiente del horno.

La cuarta etapa del proceso consiste en la adecuación del producto para darle el tamaño de partícula deseado. La adecuación del biosólido se compone de dos fases una de molienda y otra de pastillado. En la molienda se realiza un procesamiento del material para darle el tamaño de partícula requerido, las partículas que no cumplan con las especificaciones se pueden someter a la fase de pastillado para darle el tamaño deseado.

. 000017

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

A continuación se realizará una descripción detallada del proceso que permite obtener el biosólido que fue descrito en el numeral anterior y que logra la disposición adecuada de las vinazas como un abono orgánico mineral de baja solubilidad orgánica:

El procedimiento de la presente invención, se compone de cuatro etapas principales. La primera etapa del proceso consiste en una etapa de mezcla con agitación y calentamiento para asegurar la homogeneidad. En esta instancia se agregan aditivos a la vinaza para dar las características finales deseadas en el producto, tales como altos contenidos de carbono orgánico total, entre el 20 % y el 40% en peso. También puede tener una concentración apreciable de nutrientes, por ejemplo el potasio que es el mayoritario puede estar entre el 10% y el 30% como K_2O . La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) puede ser superior a los 30 meq/100g llegando incluso a valores superiores a los 100 meq/100g mediante la adición de compuestos específicos. Por otro lado la retención de agua puede ser superior al 150% de su peso, el residuo insoluble mayor al 50% y la solubilidad de la matriz orgánica inferior al 2% en peso; Estas características evidencian el potencial del biosólido para ser aplicado como un abono orgánico mineral de liberación lenta y mejorador de suelos, con impacto ambiental controlado.

Los aditivos a emplear en esta etapa incluyen, un agente promotor de la matriz, un activador del promotor de la matriz, un agente promotor de la CIC, compuestos fuentes de nutrientes complementarios y un agente gelificante. El agente promotor de matriz es un material mineral de características coloidales que debe presentar en su superficie propiedades anfotéricas con puntos de cargas negativas fijas y puntos activos relacionados con enlaces insaturados y grupos hidroxilo accesibles para reaccionar con el medio.

El agente activador del promotor de matriz, tiene como función la modificación de las propiedades superficiales de carga del promotor de matriz, de tal forma que este último tenga mayor tendencia a iniciar un proceso de nucleación heterogénea, actuando como núcleo incentivador de un proceso de "polimerización" de la materia orgánica. El AAPM es un compuesto de naturaleza iónica que presenta dos funcionalidades principales, la primera consiste en cargas de carácter positivo las cuales se asocian al APM a través

000018

del intercambio catiónico en la zona de carga negativa fija. La segunda funcionalidad desestimula la protonación de los enlaces insaturados permitiendo la disponibilidad de electrones desapareados para la formación de enlaces covalentes coordinados o incentivando la generación de complejo orgánicos minerales estables durante la deshidratación del mineral.

Para el caso del agente promotor de la CIC, como su nombre lo indica, tiene como fin incrementar en más de 5 veces la capacidad de intercambio catiónico del biosólido y por ende incrementa en el suelo la posibilidad de controlar la disponibilidad o almacenamiento de nutrientes inorgánicos, y la capacidad amortiguadora del pH.

También se puede manipular el contenido de nutrientes con el fin de incrementar el poder de fertilización, es decir su contenido de elementos mayores como el potasio, el fósforo y el nitrógeno, al igual que elementos menores como el Calcio, el sodio, el azufre, el hierro, el zinc entre otros. El agente gelificante incide en la matriz la propiedad de liberar más lentamente los nutrientes inorgánicos gracias a su capacidad de retenerlos a través del acomplejamiento, al igual que disminuye la fragilidad de las partículas del biosólido final.

El procedimiento de mezcla debe realizarse en perfecto orden para garantizar que los efectos sinérgicos de los aditivos logren las propiedades superiores del biosólido final.. En primer lugar, el AAPM se mezcla con la vinaza en una proporción que permita llevar el pH de la mezcla entre 7 y 9, la cantidad dependerá de las características de la vinaza y puede ir entre el 0,1% y el 17% en peso con respecto al carbono orgánico presente en la vinaza.

A continuación se agrega el APM a la mezcla en una proporción que va entre el 0,1 % y el 17% con respecto al carbono orgánico total. En este punto las condiciones de la mezcla son propicias en pH para la formación de los complejos APM-Compuestos orgánicos que actuará como núcleos de polimerización en la fase de tratamiento térmico. En caso de realizar la mezcla en un orden diferente, el APM no formaría los núcleos de polimerización debido a que sus características superficiales de carga y las condiciones del medio no permitirían una interacción óptima con los compuestos orgánicos de la vinaza. Por otro lado la interacción del AAPM con el APM se dificultaría por la presencia de la materia orgánica que se adhiere a la superficie del APM por medio de fuerzas de Van Der Waals. Se debe tener en cuenta que si se agrega más APM del requerido se incentiva la autoinhibición de los núcleos a través de la

000019

interacción por la formación de aglomerados entre las partículas del APM, si se inicia el proceso mencionado significa que se ha sobrepasado la relación requerida de APM a AAPM. El control de la cantidad de APM agregado puede monitorearse mediante la técnica de potencial Z o mediante la medición del tamaño de las macropartículas de los núcleos.

Luego de agregar a la vinaza el AAPM y el APM y de asegurar la homogeneidad de la mezcla, se procede a adicionar el APCIC en una concentración entre el 0,1% y el 1% con respecto a la fracción orgánica de la vinaza, seguido de los nutrientes complementarios y finalizando con el agente gelificante. Este último se agrega en una concentración entre el 0.5% y el 1.7 % con respecto a los sólidos totales de la vinaza. El alto peso molecular del AG incide una acción acomplejante sobre los nutrientes mediante interacciones de Van Der Waals, disminuyendo su velocidad de liberación. El AG debe agregarse al final de la mezcla luego de que se mezclan los NC, con el fin de asegurar su acomplejamiento. Debe evitarse agregar el AG antes pues interviene en la formación de los núcleos.

Por otro lado si se agrega una concentración mayor de APCIC el incremento de la CIC es muy poco significativo por lo que no se justifica agregar cantidades mayores a las referenciadas.

Durante la primera etapa, la temperatura también juega un papel importante en las reacciones de formación de los complejos entre el APM y los compuestos orgánicos de la vinaza, además permite facilitar la incorporación de los aditivos a la mezcla. Por lo anterior se debe mantener una temperatura entre 60°C y 90°C. Aunque la temperatura no afecta la interacción iónica entre el APM y el AAPM si influencia la formación de los complejos mediante la interacción de los enlaces insaturados presentes en el APM y los compuestos orgánicos de la vinaza.

Como APM pueden emplearse minerales coloidales de características anfotéricas que presenten cargas negativas fijas disponibles para el intercambio catiónico y sitios activos como insaturaciones las cuales puedan interactuar mediante reacciones acomplejantes con la materia orgánica de la vinaza. Por ejemplo se pueden emplear alúminas, sílicas y arcillas de diferentes tipos, preferiblemente arcillas como las caolinitas, bentonitas o montmorillonitas e illitas.

. 000020

Como AAPM se deben emplear compuestos de naturaleza iónica que aporten cationes y aniones hidroxilo para el cambio de pH del medio y la inhibición de la protonación de los sitios de acopleamiento del APM, para este caso se pueden emplear óxidos, hidróxidos de magnesio, potasio, de sodio y de calcio, preferiblemente el Ca(OH)_2 por su aporte de un catión con dos cargas negativas y dos hidroxilos por molécula. Por otro lado el mayor radio catiónico del Ca y su carga, permiten una interacción iónica más fuerte logrando que la carga positiva del Ca ayude a atraer la naturaleza negativa de la materia orgánica de la vinaza, al pH de trabajo.

El APCIC es un compuesto que puede incrementar en más de 5 veces la CIC del biosólido resultante, se pueden emplear compuestos del fósforo, tales como los fosfatos de calcio, sodio, potasio entre otros, preferiblemente el fosfato monopotásico.

Como compuestos fuentes de nutrientes complementarios puede agregarse la roca fosfórica como fuente de fósforo, urea, ácido nítrico, ácido fosfórico, sulfatos, nitratos, silicatos, calcio, magnesio, hierro o cobre u otros elementos menores.

Como agentes gelificantes tenemos carboximetilcelulosa (CMC), pectina, copolímeros acrílicos o cualquier otro polímero comúnmente usado como gelificante o espesante. Dentro de las alternativas de gelificantes se prefiere la CMC, por su alta capacidad acomplejante. Otros sólidos a emplear son, el yeso, cenizas de calderas bagaceras, crema de levadura, residuos de cosecha, bagazo, bagacillo o antiespumantes entre otros.

La fase de mezcla en la primera etapa se debe realizar en un equipo convencional de mezclado de pastas, de tal forma que se asegure la homogeneidad en la materia prima al recibir los aditivos mencionados.

La segunda etapa del proceso de elaboración del biosólido consiste en un proceso de evaporación que tiene como objetivo el incremento del contenido de sólidos de la mezcla hasta una concentración entre el 60% y el 85% en ST. El proceso de evaporación se lleva a cabo a una temperatura entre los 90°C y los 120°C, para evitar la ebullición incontrolada de la materia prima.

El material resultante de la segunda etapa pasa a la tercera etapa, la cual consiste de un tratamiento térmico como se define anteriormente en donde se aprovechan las

000021

reacciones que ocurren entre los compuestos orgánicos de la vinaza y/o los aditivos y que son catalizadas por temperaturas concretas del medio, específicamente entre 350°C y 400°C. A las temperaturas, tiempos y configuraciones de proceso que se describirán a continuación, se forma una matriz orgánica que no es higroscópica y presenta velocidades de descomposición y solubilidad menores a las presentadas por los sólidos de la materia prima. La matriz en mención se forma por la polimerización o condensación de la M.O. sobre los núcleos formados en la etapa de mezcla, permitiendo que los sólidos finales tengan un alto contenido de carbono orgánico, que los compuestos inorgánicos queden inmersos en el producto final y posea las características necesarias para la formación de suelos, la nutrición de las plantas y la retención de agua.

El proceso de formación de la matriz es altamente complejo y requiere de un control estricto, debido a la posibilidad de obtener resultados no deseados, como la combustión, el procesamiento heterogéneo de la materia prima, rendimientos no favorables o la obtención de propiedades no deseables en el producto final. Además, las propiedades de la materia prima como la baja conductividad térmica de los sólidos de la vinaza o su tendencia a adherirse al recipiente que los contiene influyen en fenómenos como la transferencia de energía por conducción de calor y por convección desde el horno hacia el interior del biosólido, que, a lo sumo, obligan a que el área de contacto entre la mezcla y el interior del horno sea lo más grande posible definiendo el tipo de horno que se emplea en el proceso.

La temperatura de procesamiento en la etapa tres hace que la materia prima se expanda por microebullición del agua contenida en el material, permitiendo definir una densidad final del biosólido entre 0,2 y 0,85 g/cm³. La CRA también se puede controlar mediante el contenido de sólidos de la mezcla que entra al horno y se define entre el 50% y el 150% del peso original del sólido. De esta forma, la menor densidad del biosólido se logra cuando se tiene un porcentaje de ST cercano al 60%, en este punto también se obtiene la mayor expansión del material, al igual que la mayor CRA. Al incrementar el porcentaje de ST a un valor cercano al 85% se obtiene la menor expansión del material y por lo tanto una mayor densidad y una menor CRA.

Con el fin de obtener un rendimiento mayor al 80%, con respecto a los sólidos iniciales y finales, unas solubilidades de compuestos orgánicos menores al 2% en peso, un residuo insoluble total mayor al 50% y la facilidad en el procesamiento posterior a al tratamiento térmico, se deben seguir las siguientes condiciones: . 000022

Configuración del equipo: El recipiente o equipo que contendrá la vinaza dentro del horno debe poseer una disposición de bandeja donde la relación ancho a profundidad sea lo más alta posible, lo anterior asegura que el área de contacto entre el interior del horno y la superficie de la mezcla sea la mayor posible, facilitando los fenómenos de transferencia de energía hacia el interior del biosólido en formación. La vinaza deberá formar en la bandeja una capa superficial con profundidades menores a los 5 cm, preferiblemente alrededor de 2 cm. La profundidad de la mezcla en la bandeja es importante para obtener la calidad del biosólido esperada, debido a su influencia en la transferencia de calor del medio al interior del biosólido. En caso de no darse una buena transferencia de calor en toda la masa del biosólido no se presentará un procesamiento homogéneo y por lo tanto se encontrarán zonas carentes de las características deseadas en el producto. Las zonas que no alcanzan el punto de polimerización de la materia orgánica, se adhieren fuertemente a la superficie del recipiente causando bajas eficiencias en la recuperación del producto y la necesidad de realizar lavados constantes al equipo. Para evitar los problemas operacionales antes mencionados se requiere cumplir con las condiciones de proceso descritas.

Temperatura: El proceso se lleva a cabo entre 350°C y 400°C preferiblemente a temperaturas entre 370°C y 390°C. A temperaturas menores, las reacciones de polimerización se inhiben obteniéndose un producto de alta solubilidad orgánica. A temperaturas mayores se inicia el proceso de calcinación de la materia prima, lo que hace disminuir los rendimientos del producto y material orgánico que puede aportar al suelo los beneficios de la capa orgánica estable en los suelos.

Tiempo: Durante tiempos mayores a media hora preferiblemente entre 30 y 90 minutos. El Tiempo de proceso se relaciona con la transferencia de energía hacia el interior de la mezcla de la que se forma el biosólido, de esta manera el límite inferior en tiempo dado en la invención, debe aplicarse cuando se tiene la menor concentración de ST. El límite superior en tiempo asegura procesamiento homogéneo del biosólido cuando se tiene el límite superior en ST.

Para facilitar el procesamiento de la vinaza en la etapa de tratamiento térmico, se requiere que la disposición de la mezcla dentro de un horno tenga la mayor área de transferencia calor posible. El horno en mención debe tener una disposición similar a los hornos túnel, con las modificaciones específicas requeridas por la presente invención. El combustible deseable a emplear es el bagazo de caña que se produce en la molienda de la caña de azúcar, sin embargo también puede emplearse otros

combustibles sólidos como el carbón, o líquidos como los derivados del crudo o gaseosos como el gas natural. Cuando se cumplen las condiciones específicas descritas para el proceso, la tendencia del producto final a adherirse a las paredes del recipiente es muy baja, lo que permite un fácil raspado del biosólido.

Una vez se obtiene el producto de la segunda etapa se pasa a la adecuación del mismo, mediante una molienda y un pastillado. El producto que cumple con la especificación de tamaño entre 0.1 cm y 3 cm es empacado y almacenado. El producto obtenido no es higroscópico, lo que permite un fácil manejo en esta etapa de la operación y su posterior almacenaje y transporte. La etapa de adecuación física del producto se puede realizar en molinos industriales como los molinos de rodillos o de bolas seguida de una clasificación de partícula. Las partículas que no cumplen con los requerimientos de tamaño se pasan a un proceso de pastillado, el cual se realiza con equipo convencional para tal fin.

000024

EJEMPLOS

Primer Ejemplo: Se tomó una vinaza derivada de la fermentación de mieles residuo de la primera cristalización de azúcares de la caña de azúcar, obtenida de un ingenio sucroalcoholero. La vinaza se recibe con un contenido de sólidos totales del 40%. La caracterización de la vinaza se observa en la Tabla 1. Se tomaron dos muestras de la vinaza y fueron sometidas a una temperatura de 110°C hasta que alcanzaron concentraciones de 65% y 83% de ST, respectivamente. Cada muestra fue sometida al tratamiento térmico a una temperatura de 380°C por 80 min. El biosólido obtenido de la primera muestra de vinaza se llamó Biosol 1 y el obtenido de la segunda Biosol 2. Los resultados obtenidos en variación de la densidad y la CRA con respecto al contenido inicial de sólidos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Influencia del contenido de sólidos de la vinaza en las propiedades de densidad y CRA del biosólido después del tratamiento térmico.

PARÁMETRO	UNID.	VINAZA INICIAL	BIOSOL 1	BIOSOL 2
Sólidos Totales	%	40	N.A.	N.A.
Materia Orgánica	%	24	N.A.	N.A.
CRA	%	N.A.	144.0	58.4
Densidad	g/cm ³	1.2	0.2	0.76

N.A.: No aplica para el ejemplo

Como se muestra en la tabla, la densidad final de los biosólidos y su CRA dependen del contenido de ST inicial de la mezcla, esto se debe al fenómeno de microebullición que ocurre dentro del biosólido, lo que facilita la formación de macroporos internos, los cuales dependiendo de su número y tamaño (variables que se controlan con las características de proceso y los ST) influyen las variables en cuestión.

Segundo ejemplo: Una vinaza del 60% de S.T. fue mezclada con 0.5 % de cal dolomita, 1.8% de caolinita y 1.0 % de de fosfato monopotásico. La mezcla de vinaza y aditivos se llevo a homogeneidad aplicándole agitación y una temperatura de 80°C. Luego la vinaza resultante se sometió a evaporación a 110°C hasta que se alcanzó una concentración del 70% de ST. La vinaza resultante se dividió en 4 muestras y cada una fue sometida a un tratamiento térmico de 250°C, 300°C, 350°C y 400°C. A continuación se presenta los valores encontrados de solubilidad de la materia orgánica en porcentaje en peso de acuerdo a la temperatura de tratamiento.

TEMPERATURA	% DE SOLUBILIDAD
250°C	76.8
300°C	65.8
350°C	46.9
400°C	1.6

Con los resultados del presente ejemplo se observa la influencia de la temperatura de la *piromerización* en la solubilidad de la materia orgánica y aditivos que componen la mezcla que da origen al biosólido descrito en la presente invención. Al acercarse a la temperatura de reacción los compuestos orgánicos de la vinaza se hacen prácticamente insolubles.

Tercer ejemplo: La vinaza al 60% de sólidos totales del ejemplo anterior se mezcló en una cantidad del 1% con KH_2PO_4 . El producto resultante se llevó a tratamiento térmico a una temperatura de 360°C por 30 min. Paralelamente se realizó el mismo proceso a vinaza al 60% de sólidos sin el aditivo y bajo las mismas condiciones de proceso.

Los resultados de los análisis de CIC realizados a los biosólidos obtenidos, muestran que el producto sin KH_2PO_4 tiene 18,9 meq/100g mientras que con KH_2PO_4 presenta una CIC de 102 meq/100g. Lo anterior muestra un incremento de más de cinco veces en la CIC al agregar el aditivo.

Cuarto ejemplo: Vinaza proveniente del proceso de fermentación destilación de mieles residuales de la fabricación de azúcar de caña, con un contenido del 56% de S.T., dicha vinaza se calentó hasta 75° C y se mantuvo agitada mientras se adicionaron los aditivos en las proporciones que se muestran en la Tabla 3. Las características de la vinaza utilizada se muestran en la siguiente tabla:

000026

Tabla 2. Caracterización de la vinaza concentrada empleada como materia prima para la elaboración del biosólido.

Caracterización de vinaza concentrada utilizada como materia prima para fertilizantes-mejoradores de suelo			
Análisis	Unidad	Muestra 1	Muestra 2
COBRE POR ICP-MS	mg/kg	7.206	7.506
MANGANESO POR ICP-MS	mg/kg	34.47	35.73
MAGNESIO POR ICP-MS	mg/kg	5150	5072
ALUMINIO POR ICP-MS	mg/kg	89.37	76.42
HIERRO POR ICP-MS	mg/kg	315	284
ZINC POR ICP-MS	mg/kg	9.48	10.03
POTASIO POR ICP-MS	% Peso	3.9642	3.8977
FOSFORO POR ICP-MS	mg/kg	1074	1062
SILICIO POR ICP-MS	mg/kg	604	523
NITROGENO KJELDAHL	mg/L	7969	8052
ION AMONIO POR C.I.	mg NH4/Kg	895	
Cationes Intercambiables CALCIO	meq/100g	92.3	86.6
Cationes Intercambiables MAGNESIO	meq/100g	26	24.3
Cationes Intercambiables POTASIO	meq/100g	73.3	67.7
Cationes Intercambiables SODIO	meq/100g	4.37	3.78
SOLIDOS TOTALES	% Peso/Volumen	74.048	
DQO	mg O2/L	571000	
DENSIDAD	kg/m3	1320	
pH		4.16	

Se adicionaron lentamente a la vinaza CMC, cal comercial y Caolín comercial, agitando constantemente durante 10 minutos. Los porcentajes máscicos de los componentes en la mezcla se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 3. Aditivos y composición a la que se agregaron.

COMPONENTE	%
VINAZA	66.1%
AGLOMERANTE	1.5%
CAL	17.4%
CAOLIN	15.0%

Se precalentó un horno hasta 110°C y se dispuso la mezcla en bandejas de acero formando una capa de 2,0 cm de espesor. Las bandejas se dejaron en el horno por un periodo de 30 minutos mientras alcanzaron una concentración del 85% de ST. Después se aplicó el tratamiento térmico a 350°C por 30 min, la mezcla se dejo enfriar y el material resultante se fracturo para formar granos de menos de 0.6 cm. El material obtenido se sometió a análisis químicos y físicos. Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 4. Caracterización fisicoquímica del biosólido.

ANÁLISIS	Unidades	ECO-VINASOL
Humedad	%	1.03
Cenizas	%	58.5
Pérdidas por volatilización	%	40.4
pH (pasta de saturación)		12.4
Densidad	g/cm ³	1
Retención de humedad	%	64.8
Potasio Soluble en agua (K ₂ O)	%	5.8
Azúfre total	%	2.43
Capacidad de intercambio Cationico	meq/100 g	5.98
Conductividad en suelos	microS/cm	25800
Fósforo Disponible en suelos	mg/Kg	72.8
Humedad 105°C	%	2.87
Nitrogeno Total Kjeldahl	mg N/Kg	7274
pH		12.3
C Oxidable	%	17.3
Carbono orgánico Total	%	16.5
Ca disponible	mg/L	2435
Potasio disponible	mg/L	914.9
Magnesio disponible	mg/L	87.15
Sodio Disponible	mg/L	51.02

El producto obtenido se sometió a análisis por infrarrojo con el fin de encontrar evidencia de polimerización inducida por el tratamiento térmico. Adicionalmente y por razones de comparación se empleó vinaza seca a 106°C, y se preparo vinaza sometida a tratamiento térmico bajo las mejores condiciones encontradas en el anterior ejemplo. En la figura 1 se puede ver los espectros de los tres casos.

La figura 1 muestra que para los biosólidos sometidos a tratamiento térmico a 240°C y 350°C, en comparación a la sometida a 106°C, hay significativa reducción en los valores registrados en las frecuencias relacionadas con los grupos OH y carbonilo, lo cual es evidencia de disminución en la cantidad de dichos radicales que implica una posible condensación – polimerización de la M.O. presente en la vinaza original. También se evidencia la disminución en la higroscopicidad del material en la clara reducción de la banda de 3650 a 3590.

000023

REIVINDICACIONES

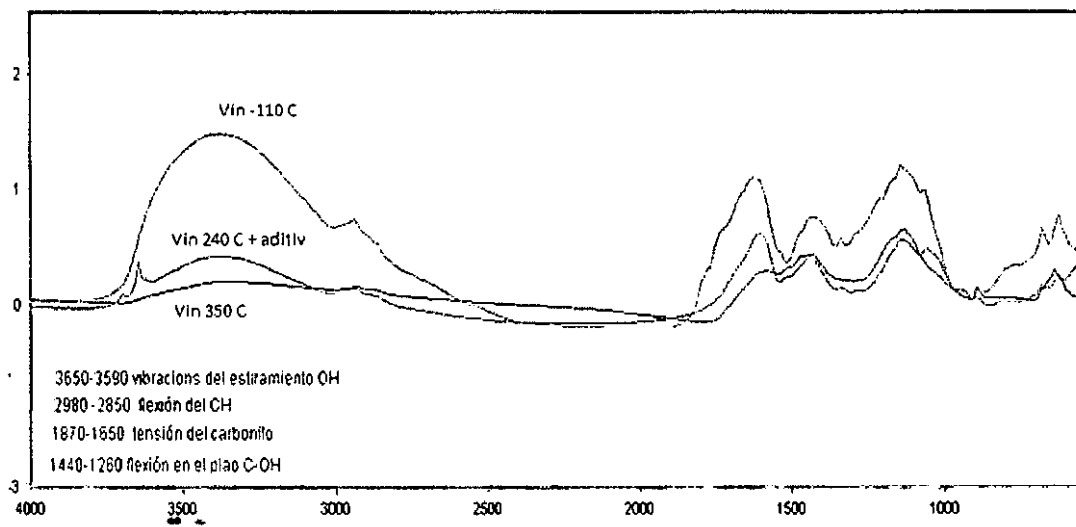
1. Proceso para la obtención de un fertilizante orgánico-mineral acondicionador de suelos, con altas capacidades de intercambio mayores a los 100 meq/100g y porcentajes de solubilidad de orgánicos menores al 2% a partir de vinazas de la industria del etanol, El proceso consiste en las siguientes etapas:
 - a. Una primera etapa, en la que la vinaza se combina con diferentes aditivos promotores de las características superiores del biosólido descrito en la presente invención. Los aditivos a emplear en esta etapa incluyen, un agente gelificante (AG), un agente promotor de la matriz (APM), un activador del promotor de la matriz (AAPM), un agente promotor de la CIC (APCIC) y compuestos fuentes de nutrientes complementarios (NC).
 - b. Una segunda etapa, en la que la vinaza es colocada en bandejas y puesta en un horno para ser sometida a calentamiento con el fin de remover el agua para incrementar al contenido de sólidos de las mismas, hasta un valor entre el 70% y el 85% de ST;
 - c. Una etapa de tratamiento térmico en la que la temperatura del horno es elevada hasta máximo 400 °C con el fin de transformar las vinazas concentradas en una matriz de carbono que encapsula los nutrientes; y
 - d. Una etapa de trituración, en la que el producto de la etapa anterior es removido de las bandejas y llevado a un aparato de trituración donde se reduce el tamaño de las partículas hasta un valor determinado.
2. Proceso de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el APM es un mineral coloidal o mezcla de ellos, con características anfotéricas que presenta cargas negativas fijas disponibles para el intercambio catiónico y sitios activos como insaturaciones las cuales pueden interactuar mediante reacciones acomplejantes con la materia orgánica de la vinaza. Se seleccionan del grupo de las alúminas o las sílicas o las arcillas de diferentes tipos.
3. Proceso de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que el o los APM preferiblemente se seleccionan de las arcillas como las caolinitas, bentonitas o montmorillonitas e illitas. con porcentaje másico en la mezcla entre 10% y 17 %.
4. Proceso de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que los AAPM son compuestos de naturaleza iónica que aportan cationes y aniones hidroxilo para el cambio de pH del medio y la inhibición de la protonación de los sitios de

acoplejamiento del APM. Se seleccionan del grupo de los óxidos, hidróxidos de magnesio, potasio, de sodio y de calcio.

5. Proceso de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por que los AAPM preferiblemente se seleccionan del grupo que consiste de los hidróxidos de calcio, incluyendo la cal y la cal dolomita con porcentaje másico en la mezcla entre 10% y 17 %.
6. Proceso de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que los APCIC se seleccionan del grupo compuestos del fosforo, tales como los fosfatos de calcio, sodio y potasio.
7. Proceso de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por que el APCIC preferiblemente es fosfato monopotásico.
8. Proceso de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que como compuestos fuentes de nutrientes complementarios puede agregarse roca fosfórica como fuente de fosforo, urea, ácido nítrico, ácido fosfórico, sulfatos, nitratos, silicatos, calcio, magnesio, hierro o cobre u otros elementos menores. Gelificantes como la carboximetilcelulosa (CMC), pectina, copolímeros acrílicos o cualquier otro polímero comúnmente usado como gelificante o espesante, preferiblemente CMC.
9. Proceso de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por que los AG se adicionan a la mezcla en un porcentaje en peso entre 0.5% y 1.7 % ,
10. Proceso de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la segunda etapa se lleva a cabo a una temperatura de hasta 110°C.
11. Proceso de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la tercera etapa se lleva a cabo a una temperatura entre 350°C y 400°C.
12. Proceso de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el tiempo de residencia es de al menos 30 minutos.
13. Proceso de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la cuarta etapa se lleva a cabo en un molino.

14. Abono orgánico-mineral de vinaza obtenido mediante las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque posee carbono orgánico total, entre el 20 % y el 40% en peso. También puede tener una concentración apreciable de nutrientes, por ejemplo de potasio que es el mayoritario puede estar alrededor del 10% y el 30% como K_2O . La CIC puede ser superior a los 30 meq/100g llegando incluso a valores superiores a los 100 meq/100g mediante la adición de compuestos específicos. Por otro lado la retención de agua puede ser superior al 150% de su peso, el residuo insoluble mayor al 50% y la solubilidad de la matriz orgánica inferior al 2% en peso

FIGURA 1



000032



No. 11-168970-00000-0000

Fecha: 2011-12-07 15:58:38 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 32

LISTA DE CHEQUEO
ADMISIÓN A TRÁMITE - NUEVAS CREACIONES

MODELO DE UTILIDAD ☐

Art 33 Decisión 486/00

☒	Indicación que se solicita una patente.
☒	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☒	Descripción de la invención
☒	Dibujos de ser estos pertinentes
☒	Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)
Completa ☒	Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCION PCT ☐ MODELO DE UTILIDAD PCT ☐ Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

☐	Indicación que se solicita una PCT
☐	Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)
☐	Dibujos de ser estos pertinentes
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)
Completa ☐	Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐ (Art. 119 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita Diseño industrial
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica y fotográfica del Diseño industrial o muestra del material que incorpora el diseño
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐ (Art. 92 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita un esquema de trazado
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica de un esquema de trazado
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐