

FERTILIZANTES A BASE DE RESIDUOS PROCESADOS DE BATERÍAS ALCALINAS Y SALINAS

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

5

SECTOR TECNOLÓGICO

La presente tecnología tiene aplicaciones agroindustriales, especialmente en la elaboración de fertilizantes, donde es aprovechado el alto contenido de zinc y
10 manganeso obtenido del procesamiento de residuos de las baterías alcalinas. Estos fertilizantes son usados como fertilizantes de suelo o fertilizantes foliares

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 El aprovechamiento de residuos, entre ellos peligrosos es impulsado por la Política Nacional de Gestión Integral de Residuos y reglamentado por una serie de normas relacionadas con el posconsumo de productos con características peligrosas, como dispositivos de iluminación, celulares, computadores, llantas, pilas y baterías, baterías de plomo, medicamentos, plaguicidas de uso doméstico
20 y plaguicidas agrícolas.

En Colombia desde 2010 y hasta el diciembre de 2015 se recolectaron 44 millones de unidades de pilas usadas ó 990 ton que han sido gestionados por medio de disposición en rellenos / celdas de seguridad. Durante el 2015 se
25 recolectaron 342 ton de pilas y baterías usadas, aunque la meta era 570 ton (fuente: ANLA, dic. 2015).

Desde el enero de 2016 de acuerdo a los plazos establecidos en la Resolución 1297 de 2010 "Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Pilas y/o Acumuladores y se adoptan otras disposiciones", la disposición final de pilas y baterías usadas debe realizarse en un 100% por medio de aprovechamiento, por lo que el país requiere con urgencia iniciar proyectos que ofrezcan una solución a la disposición de estos residuos, en particular sobre las pilas de mayor circulación en el mercado, como son pilas alcalinas.

10 La composición de la masa de residuos de posconsumo es la siguiente:

Tipo	%
Alcalinas (Zn/KOH)	51.0
Salinas (Zn/C/Mn)	26.4
Níquel metal hidruro (Ni/MH)	2.3
Níquel Cadmio (Ni/Cd)	2.0
Litio (Li-ion, Li/Fe)	9.2
Plomo (Pb)	5.9
Botón (Ag, Hg)	0.3
No identificadas	1.9
RAEEE	1.0
Total	100.0

Como bien se puede observar la fracción mayoritaria es de pilas primarias salinas y alcalinas (77,4%). Por lo anterior las actividades y tecnologías del presente invención estarán enfocadas en aprovechamiento de las fracciones mayoritarias, pilas alcalinas y salinas, que tienen materiales difíciles de separar, que son corrosivos y dañinos para el medio ambiente cuando son incinerados o dispuestos sin tratar en rellenos sanitarios o en fuentes hídricas. pero que pueden ser reciclados para la elaboración de otros productos terminados, como los fertilizantes.

Las pilas alcalinas contienen altas cantidades de zinc y manganeso, alrededor del 50 % de su peso. Ambos nutrientes son importantes para la nutrición de las plantas, lo que convierte a las baterías en una fuente viable y ampliamente disponible de nutrientes como fertilizantes foliares o la fertilización en suelo.

5

Para convertir las pilas alcalinas en materia prima para fertilizantes, las pilas se trituran en un material generalmente llamada masa negra. Esta es una materia prima ideal para producir zinc y manganeso.

- 10 El proceso de aprovechamiento de estas baterías inicia con una selección manual para descartar baterías de litio y de plomo, casi el 80% de todas las pilas entregadas corresponden a las alcalinas y salinas (Zn, Zn-Carbono, Zn-Manganeso), que serán procesadas por medio de operaciones de molienda/trituración de la masa de pilas previa limpieza y secado; posteriormente
- 15 se procede a la separación de fracciones por la densidad y tamizado de polvos finos, separación magnética de materiales ferromagnéticos como la carcasa de hierro y no ferromagnéticos como las piezas grandes de zinc; finalmente separación neumática de los papeles y plástico.
- 20 En las plantas de aprovechamiento se cuenta con tolvas de alimentación, bandas transportadoras, molinos, horno de secado, zarandas, sensores de temperatura y oxígeno, equipo generador de nitrógeno para generar una atmósfera inerte dado que los polvos de carbón pueden ser altamente explosivos, además se cuenta con sistemas de extracción, filtración de aire, control de polvo y sistema
- 25 de control de emisiones del horno de secado.

El polvo de carbón es colectado por mangas y protegido en la molienda por atmósfera de nitrógeno, al final del proceso se mezcla con la masa negra y se aprovecha.

30

El zinc y el manganeso estarán en forma metálica o como óxidos, dióxidos e hidróxidos. O pueden aprovecharse en forma de sales, la más conveniente en sales de sulfato (a partir de ácido sulfúrico), la cual ayuda a la rápida absorción foliar, Sin embargo, las pruebas de tejido han demostrado que la forma más efectiva de aumentar el contenido de nutrientes de zinc y manganeso en las plantas es la fertilización combinada a través del suelo y foliar. agricultores han experimentado grandes aumentos de rendimiento.

10 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION.

La masa negra puede aprovecharse en dos formulaciones, solida granulada para fertilizantes de suelo y liquida para aspersión foliar, que en combinación ofrece excelentes rendimientos:

Formulación sólida.

La formulación más simple que se tiene con este producto es usar la masa negra en combinación de un abono el cual puede ser estiércoles, gallinaza, humus entre otros, donde la masa negra se puede manejar dentro de esta mezcla entre un 1 a 80% (ejemplo 1)

Estos fertilizantes se pueden enriquecer al mezclarlos con macronutrientes de C - O - H - N - P - K - Ca - Mg - S junto con micronutrientes Fe - Zn - Cu - Mn - Mo- B - Cl - Ni

- Fertilizantes primarios: NPK, NP, NK o PK.

EJEMPLO 2:

Componente	Composición
Potasio soluble	1 -10%
Masa negra	1-80%
aditivo	

EJEMPLO 3:

Componente	Composición
Potasio soluble	1 -10%
Nitrógeno soluble	1 - 10%
fosforo soluble	2 - 10%
Oxido de Zn, sulfato de zinc	2-10%
Masa negra	15 -30%
aditivo	

- 5 Nutrientes secundarios: Correctores de carencias de calcio, magnesio o azufre.

Ejemplo 3.

Componente	Composición
Masa negra	15 -30%
Azufre total	1 - 10%

aditivo	
---------	--

Ejemplo 4.

5

Mezclas de abonos primarios y secundarios: Suelen denotarse como N-P-K (X), con X= Ca, Mg o S. De esta manera, por ejemplo, un NPK (Mg) de fórmula 7-12-40 (2) es un abono con un 7% N, 12% P₂O₅, 40% K₂O y 2% MgO.

Ejemplo 5

10

Componente	Composición
Masa negra	15 -30%
Potasio soluble	1 -10%
Azufre total	1 - 10%
Boro	1-10%
Calcio	1-10%
Cobre	1-10%
Hierro	1-10%
Manganeso	1-10%
aditivo	

Micronutrientes: correctores de carencias de Fe, Mn, Mo, Cu, B, Zn, Cl,... Pueden comercializarse como correctores de un solo micronutriente, de varios e incluso en combinación con cualquiera de los anteriores.

En el mercado de las formulaciones de fertilizantes las posibilidades son amplias, por lo que se puede tener unas bases de formulación así:

Componente	Composición
Masa negra	10 -60%
Fertilizantes primarios	1 - 40%
Nutrientes secundarios	0-20%
Aditivos	0-40%

5

10

En este sentido se hace énfasis en que los fertilizantes primarios son aquellos que pueden proporcionar Nitrógeno, potasio y/o fosforo, estos elementos se toman de la naturaleza como óxidos, hidroxidos o sales, tales como K_2SO_4 , P_2O_5 , K_2O , KNO_3 , KH_2PO_4 , KCl , $NaNO_3$, H_2PO_4 , Superfosfato de Calcio Triple, Fosfato Monoamónico (MAP), Fosfato Diamónico (DAP), Súper Fosfato de Calcio Simple, Polifosfato de Amonio, urea, sulfato de amonio, nitrato de amonio entre otros y combinación de los mismos.

15

En cuanto a los nutrientes secundarios se toman de sales solubles de Fe, Mn, Mo, Cu, B, Zn, Cl, que pueden ser sulfatos, carbonatos, nitratos, fosfatos, amoniaco, así como sus hidróxidos.

20

En cuanto aditivos se pueden formular correctores de condiciones del suelo, como lo es quelato de metales pesados, los cuales se pueden seleccionar entre edetato de calcio disódico, ola D-penicilamina, acido

dietilentriaminopentaacético, dimercaprol, succímero del ácido 2,3 dimercaptosuccínico mezclas de los mismos.

5 También se puede disponer de una formulación líquida de estas sales donde aditivo principal será agua o un agente polar que facilite la solubilidad como lo puede ser etilenglicol.

10 Y se puede usar retenedores de humedad, como lo son los residuos procesados de la industria de los pañales que cuentan con una alta cantidad de poliacrilato de sodio.

El aditivo también puede ser un abono.

Formulaciones líquidas.

15 Las sales de estas composiciones tienen la ventaja de ser solubles en agua, en cuanto a los óxidos presentes en la masa negra se hacen sales mediante la adición de ácido sulfúrico, o ácido carbónico o ácido nítrico. Es recomendable la formulación de las partículas no solubles.

20

DESARROLLO DE LA PRUEBA Y EVIDENCIA.

25 El producto ha contado con evidencia empírica de los agricultores, quienes están demandando estos nuevos fertilizantes, sin embargo, en enero de 2022 se da inicio a la recolección de evidencia científica comparativa con un fertilizante tradicional vs uno enriquecido con masa negra. La evidencia será presentada posterior a la cosecha.

Evidencia producto EJEMPLO 2

Para el desarrollo del ensayo agronómico a nivel de campo se fabricarán 2 lotes de prueba así:

- Lote A = empleando óxido de zinc y sulfato de zinc como fuente de zinc y roca fosfórica.
- Lote B = empleando óxido de zinc y sulfato de zinc como fuente de zinc y roca fosfórica más masa negra como fuente de zinc

Para la fabricación del producto EJEMPLO 2 se deben emplear las mismas materias primas y en las mismas concentraciones en ambos lotes. La roca fosfórica parcialmente acidulada que se emplee en la fabricación de ambos productos debe provenir del mismo lote y debe estar totalmente homogenizada. De igual forma, las otras materias primas (óxido de zinc.) deben estar incorporadas en las mismas condiciones.

La mezcla inicial para ambos lotes debe incorporar todas las materias primas con excepción de la fuente de zinc a emplear. La única diferencia que se debe establecer entre ambos lotes es la fuente de zinc a emplear. En el caso del Lote A la fuente de zinc va a ser óxido de zinc 50% y sulfato de zinc 50%, mientras que en el caso del lote B, la fuente de zinc va a ser 20% mas 80% de masa negra

Una vez elaborada la mezcla inicial común para ambos lotes, se agrega a cada lote en forma independiente la fuente de zinc correspondiente. Durante la etapa de granulación en ambos lotes se deben conservar las mismas condiciones de proceso:

- Temperatura de ajuste del sensor del secador = 110 C°.

- Agua + Aditivo = Se debe emplear la misma concentración de aditivo en el agua que se emplee en las granuladoras
- Velocidad de las granuladoras = 17 RPM
- Inclinación = 54°

5 Una vez se fabriquen los dos lotes de producto, se realizará el análisis de laboratorio a los dos lotes fabricados. El análisis al producto incluirá la determinación de: Fósforo total. Fósforo asimilable, pH, humedad.

Realización de ensayos agronómicos a nivel de campo

10

Para la evaluación de tratamientos se empleará un diseño completamente al azar teniendo como factor controlado la fertilización con énfasis en zinc del cultivo de papa el cual tendrán 2 tratamientos.

Se realizarán dos tratamientos:

15

- Control = fabricado empleando óxido de zinc y sulfato de zinc como fuente de zinc
- Prueba = EJEMPLO 2 enriquecido con masa negra
- Y un solo nivel (Dosis única).

20

- Cada tratamiento tendrá 4 repeticiones (mínimo 3), para un total de 8 unidades experimentales (UE), cada unidad experimental compuesta por una parcela de 5m*5m para un área de 25m².

25

- Para la siembra se empleará papa, tomando como referente 2000 kg de semilla/h. La siembra se realizará a en surcos con una distancia de 95 cm entre surco y surco y de 40 cm entre plantas para lograr una densidad de siembra de 26.316 plantas por hectárea.

30

- La aplicación de los tratamientos se realizará de forma edáfica y simulando la forma habitual de aplicación que realizan los agricultores, se empleara análisis de suelo, foliar y de frutos y se trabajara según requerimientos del cultivo con el fin de generar el adecuado balance nutricional.

El ensayo a nivel de campo se realizará de la siguiente forma:

- Cultivo = Papa
- Parcelas = 25 m²
- Replicas por tratamiento = 4 (mínimo 3)

5 Previo a la siembra del cultivo se realizará un análisis de suelos completo para determinar las características físico-químicas iniciales de este suelo los requerimientos nutricionales del cultivo.

10 Durante el ciclo de cultivo se observará si se evidencian variaciones en el crecimiento o desarrollo del cultivo en las diferentes parcelas. Al final se realizarán las siguientes determinaciones:

Se determinará la cantidad de material cosechado en cada parcela.

15 De igual forma se determinará si hay variaciones en las concentraciones de metales pesados entre los diferentes bloques y réplicas o si hay diferencias significativas en el análisis de suelos antes y después de la cosecha.

Al finalizar el ciclo de cultivo, se realizarán análisis foliares y de frutos que incluyan metales pesados, zinc, magnesio y potasio. Estos análisis se deben realizar en cada una de las réplicas.

20

25

INFORMES DE RESULTADOS

Se generarán un informe cuando se culmine la cosecha a los 8 meses y se valorara los siguientes criterios:

5

Ensayos por realizar

- Análisis de suelos inicial
- Seguimiento cultivo de prueba
- Cosecha

10

- Análisis de suelos final
- Análisis foliar y de frutos