

MEZCLA FLUIBLE QUE INCLUYE AZUFRE ELEMENTAL Y ARCILLA HIDRATADA, Y MÉTODO PARA SU PRODUCCIÓN

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

Esta solicitud reivindica el beneficio, según el Código de los Estados Unidos de América 35, Art. 119(e), de la Solicitud Provisional Estadounidense No. 62/104.134, presentada el 16 de enero de 2015, cuyo contenido se incorpora en el presente a título referencial.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

1. Campo de la invención

La presente invención se refiere en general a una mezcla fluible que incluye azufre elemental y una arcilla hidratada. Preferiblemente, la presente invención se refiere a una mezcla fluible que incluye partículas de azufre elemental y una arcilla absorbente hidratada, tal como arcilla bentonita, y un método de producción para usarla como fertilizante o fungicida.

2. Descripción de la técnica relacionada

En las ciencias agrícolas se conoce en general que la fertilización con azufre incrementa el rendimiento y la calidad de los cultivos y que además tiene un efecto benéfico en el procesamiento del nitrógeno en las plantas. Este procesamiento del nitrógeno a su vez está relacionado con la síntesis de las proteínas, la replicación celular, la fotosíntesis y la resistencia a las enfermedades. En general, los sulfatos simples o complejos son solubles en agua y, por consiguiente, son fácilmente lixiviados por el agua de riego y de lluvia. Para superar este inconveniente, se han utilizado fertilizantes a base de azufre elemental, que no sufre la lixiviación, dado que es insoluble en agua.

Sin embargo, las regulaciones más estrictas acerca de la contaminación del aire y la reducción de las emisiones de dióxido de azufre han generado una

mayor incidencia de la deficiencia de azufre en los suelos agrícolas, lo que ha aumentado la demanda de fertilizantes que contengan azufre.

En términos generales, el azufre elemental en polvo es de poca utilidad como fertilizante agrícola, debido a la dificultad de su manejo y a que el polvillo de azufre irrita los ojos. El polvillo de azufre plantea además un riesgo de explosión en las áreas de manipulación y se segrega si se mezcla con productos fertilizantes granulados.

A fin de superar esta desventaja, hace mucho tiempo que se conocen los fertilizantes sólidos constituidos por una mezcla de azufre elemental, un agente químicamente inocuo que actúa como dispersante, tal como arcilla, bentonita, caolines, attapulgita, o similares, y opcionalmente un agente humectante que facilita el contacto del fertilizante con la humedad contenida en el suelo y su absorción. Estos fertilizantes son producidos por aglomeración en forma de lentes, óvulos, cilindros, pellets o granos, con métodos conocidos de moldeado, extrusión húmeda o granulación en húmedo de la mezcla.

Para brindar una mayor dispersión del azufre, algunos productos con partículas de azufre elemental mezclan el azufre con arcilla bentonita por medio de un proceso en caliente que utiliza azufre fundido durante la etapa de producción. Tras la aplicación del particulado, la arcilla embebe el agua y se desprende, dispersando el particulado. En la actualidad, los particulados no se dispersan fácilmente en partículas finamente divididas y la oxidación del azufre a la forma soluble sucede a una velocidad muy lenta. Esto es así en virtud de que el azufre hidrofóbico fundido que recubre las partículas de arcilla durante la etapa de producción impide el contacto con el agua.

Se han formado esferillas (*prills*) hidrodegradables, mediante la peletización de una mezcla de azufre elemental y arcilla bentonita, para producir una esferilla hidrodegradable que incluye añadir polvillo de arcilla deshidratado al azufre fundido a una temperatura elevada para obtener una mezcla de azufre fundido y arcilla, formar gotitas de la mezcla, proveer un

refrigerante de fertilizante líquido a una temperatura inferior a la temperatura de solidificación de la mezcla de azufre y bentonita, suministrar las gotitas al refrigerante, hacer pasar las gotitas por el refrigerante durante un tiempo suficiente para templar las gotitas en pellets y retirar los pellets templados del refrigerante.

También se han formado partículas haciendo pasar una mezcla de azufre fundido y una arcilla de hinchazón de particulado a través de una pluralidad de orificios y en una solución acuosa de una sal de electrolitos hidrosoluble, mantenida a una temperatura efectiva para enfriar la mezcla por debajo de su temperatura de solidificación.

Asimismo, se ha procesado una mezcla de azufre y bentonita para formar esferillas, a fin de producir una esferilla hidrodegradable mediante el añadido de bentonita deshidratada en forma pulverulenta a azufre fundido a una temperatura para proporcionar una mezcla de azufre fundido y bentonita, formando gotitas de la mezcla, proporcionando una solución desactivadora de cloruro de sodio, sulfato de sodio, cloruro de potasio o sulfato de potasio, a una temperatura suficientemente baja para solidificar la mezcla de azufre y bentonita.

Asimismo, se han proporcionado correctivos o acondicionadores químicos del suelo a base de azufre para el uso en agricultura, en forma de pellets, dicho producto contiene polvo de azufre volátil, por lo menos 3% por peso de un compuesto inerte seleccionado del grupo integrado por acilla, bentonita, caolín y mezclas de estos, y por lo menos 0,5% por peso de un agente humectante.

Estos fertilizantes, luego de desparramarse por el suelo, se hinchan por la absorción de humedad que hacen las arcillas (bentonita, caolines o lo similar); así comienza un proceso de descomposición y dispersión que da pie a la liberación de minúsculas partículas de azufre elemental que, tal cual se ha descrito, son objeto del ataque de microorganismos bacterianos que las

convierten en compuestos organosulfurados que pueden ser asimilados por las plantas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a una mezcla fluible que incluye azufre derivado de azufre elemental y una suspensión de arcilla hidratada. Preferiblemente, la presente invención se refiere a una mezcla fluible que incluye partículas de azufre elemental y una arcilla absorbente, hidratada, tal como arcilla bentonita, y un método para producirla para usar como fertilizante o fungicida.

La mezcla fluible preferiblemente incluye partículas de azufre elemental de un tamaño de partícula pequeño [$<10\text{ }\mu\text{m}$], con lo cual se consigue un mayor desempeño en el campo, como fertilizante o fungicida. La suspensión fluible es más estable que las composiciones anteriores, ya que preferiblemente no utiliza ningún agente de suspensión de base biológica, que son proclives al ataque biológico y, por consiguiente, hacen que fracase el concentrado en suspensión. Se sabe que este fracaso sucede con los azufres fluides conocidos, por el hecho de que no puede colocarse en recipientes de contenido a granel, puesto que se hace prevalente el ingreso biológico cuando el envase debe ser abierto repetidamente. En una forma de realización preferida, la mezcla fluible no incluye ningún otro tensioactivo o conservante, y solamente usa ingredientes “orgánicamente” permitidos, lo que permite enlistar la mezcla fluible como pesticida, fertilizante o fungicida orgánico.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

Se proporciona una mezcla fluible que contiene una suspensión de arcilla hidratada, azufre derivado de azufre elemental y aditivos opcionales. En una forma de realización, la mezcla fluible incluye una suspensión de arcilla hidratada y partículas de azufre elemental suspendidas en la suspensión de

arcilla hidratada. La mezcla fluible preferiblemente incluye 40–60% en peso de azufre derivado de azufre elemental, tomando como base el peso total de la mezcla fluible, para usar como fertilizante o fungicida.

La mezcla fluible es más estable que las composiciones anteriores, ya que preferiblemente no utiliza ningún agente de suspensión de base biológica, que son proclives al ataque biológico y, por ello, hacen que fracase el concentrado suspendido. Dichos agentes de suspensión de base biológica que preferiblemente se excluyen de la presente mezcla fluible incluyen, sin ser limitaciones, gomas xantana, guar y celulosa.

En una forma de realización preferida, la mezcla fluible no incluye ningún tensioactivo o conservante. Tales tensioactivos o conservantes que son excluidos preferiblemente de la presente mezcla fluible incluyen, sin ser limitaciones, biocidas, biostatos y tensioactivos de base acuosa y oleosa estabilizadores de emulsión.

En una forma de realización preferida, la mezcla fluible solamente usa ingredientes “orgánicamente” permitidos, lo que permite enlistar la mezcla fluible como pesticida, fertilizante o fungicida orgánico. Ingredientes “orgánicamente” permitidos son aquellos que están permitidos por el Programa Orgánico Nacional de los Estados Unidos de América (United States National Organic Program), tal como, por ejemplo, sustancias naturales no sintéticas (205.600) y sustancias sintéticas permitidas en la producción de cultivos orgánicos (205.601).

En una forma de realización de la presente invención, la suspensión de arcilla hidratada se prepara combinando una arcilla absorbente, preferiblemente bentonita, con un solvente, preferiblemente agua. En una forma de realización de este tipo, el agua es el único solvente presente en la suspensión de arcilla hidratada. En otra forma de realización preferida, la suspensión de arcilla hidratada consiste solamente en arcilla absorbente y agua. Preferiblemente, la suspensión de arcilla hidratada incluye entre 0,5–

7,5% en peso, más preferiblemente 0,5–5,0% en peso y, todavía más preferiblemente, entre 0,5–3% en peso de arcilla absorbente, tal como bentonita, tomando como base el peso total de la mezcla fluible. La bentonita es preferiblemente bentonita cálcica y/o sódica. Preferiblemente, la arcilla absorbente es hidratada en agua hasta que la viscosidad de la suspensión de arcilla hidratada es mayor que la del agua misma, es decir >1 cP y más preferiblemente >10 cP (20 °C).

En una forma de realización, el azufre elemental es proporcionado en forma de una suspensión de partículas de azufre elemental y combinado con la suspensión de arcilla hidratada. Preferiblemente, la suspensión de partículas de azufre elemental se prepara homogeneizando minuciosamente el azufre elemental fundido con un solvente. En una forma de realización preferida, el único solvente en la suspensión de partículas de azufre elemental en agua. Preferiblemente, la suspensión de azufre elemental es concentrada para incluir 70–80% en peso de azufre elemental en un medio acuoso tomando como base el peso de la suspensión. La mezcla fluible preferiblemente incluye partículas de azufre elemental de un tamaño de partícula bajo, lo que da lugar a un mayor desempeño en el campo, como fertilizante o fungicida. En formas de realización preferidas, las partículas de azufre elemental en la suspensión tienen un tamaño de partícula de menos de 50 μm , más preferiblemente menos de 20 μm , más preferiblemente menos de 5 μm , y todavía más preferiblemente menos de 1,5 micrones.

Asimismo, la mezcla fluible puede incluir aditivos tales como 0–5% en peso de anticongelante, tal como propilenglicol, y 0–5% en peso de antiespumante, tal como polidimetilsiloxano, tomando como base el peso total de la mezcla fluible. Opcionalmente, para además incorporar una propiedad insecticida, se puede incluir tierra de diatomeas como aditivo entre 0–10% en peso, y más preferiblemente 0–5% en peso, tomando como base el peso total

de la mezcla fluible. En una forma de realización preferida, la mezcla fluible no incluye ningún conservante ni tensioactivo.

En una forma de realización preferida, la mezcla fluible consiste en: a) una suspensión de arcilla hidratada, b) 40–60% en peso de azufre derivado de azufre elemental, tomando como base el peso total de la mezcla fluible; c) 0–5% en peso de anticongelante, tal como propilenglicol, tomando como base el peso total de la mezcla fluible; d) 0–5% en peso de antiespumante, tal como polidimetilsiloxano, tomando como base el peso total de la mezcla fluible; e) 0–10% en peso, o más preferiblemente 0–5% en peso, de tierra de diatomeas, tomando como base el peso total de la mezcla fluible, de modo tal que el único solvente en la mezcla fluible es agua.

En una forma de realización, la suspensión de arcilla hidratada, la suspensión de partículas de azufre elemental y los aditivos opcionales son mezclados minuciosamente hasta obtener una viscosidad >1 cP (20 °C), y más preferiblemente >10 cP (20 °C). En una forma de realización, la mezcla de la suspensión de arcilla hidratada, la suspensión de partículas de azufre elemental y los aditivos opcionales son mezclados durante 1–3 horas hasta obtener una viscosidad >1 cP (20 °C), y más preferiblemente >10 cP (20 °C). En una forma de realización alternativa, se homogeniza directamente azufre elemental fundido con una mezcla de la suspensión de arcilla hidratada y aditivos opcionales. En una forma de realización, la suspensión de arcilla hidratada y azufre derivado de azufre elemental, preferiblemente en forma de partículas de azufre elemental, es proporcionada en cantidades tales que se consiga una mezcla fluible que incluye 40–60% en peso, más preferiblemente 50–55% en peso, y todavía más preferiblemente 51–53% en peso, de azufre derivado de azufre elemental, tomando como base el peso total de la mezcla fluible. Preferiblemente no se añade calor durante la formación de la mezcla fluible y la mezcla se forma aproximadamente a temperatura ambiente, es decir 20 y 26 °C (68 y 79 °F).

En una forma de realización preferida, la mezcla fluible incluye 40–60% en peso de azufre derivado de azufre elemental, tomando como base el peso total de la mezcla fluible, para usar como fertilizante o fungicida. El término “fertilizante” se usa para designar cualquier sustancia (natural o de origen sintético) que se aplica en suelos o en tejidos de plantas para suministrar uno o más nutrientes vegetales esenciales para el crecimiento de las plantas. El término “fungicida” se usa para designar cualquier sustancia (natural o de origen sintético) que se aplica en suelos o en tejidos de plantas para inhibir los hongos o las esporas de los hongos.

Opcionalmente, la mezcla fluible puede ser combinada con otros nutrientes vegetales que incluyen boro, nitrógeno, fósforo, potasio, hierro, cobre, zinc, manganeso, magnesio o combinaciones de los mismos. Estos componentes pueden estar presentes en la mezcla fluible en cantidades desde aproximadamente 0% en peso hasta aproximadamente 20% en peso y, más preferiblemente, 0% en peso a aproximadamente 10% en peso, tomando como base el peso total de la mezcla fluible. En una forma de realización alternativa, estos nutrientes vegetales pueden ser combinados con la suspensión de arcilla hidratada y/o la suspensión de partículas de azufre elemental, antes de la formación de la mezcla fluible.

En una forma de realización preferida, la mezcla fluible consiste en: a) una suspensión de arcilla hidratada, b) 40–60% en peso de azufre derivado de azufre elemental, tomando como base el peso total de la mezcla fluible; c) 0–5% en peso de anticongelante, tal como propilenglicol, tomando como base el peso total de la mezcla fluible; d) 0–5% en peso de antiespumante, tal como polidimetilsiloxano, tomando como base el peso total de la mezcla fluible; e) 0–10% en peso, o más preferiblemente 0–5% en peso, de tierra de diatomeas, tomando como base el peso total de la mezcla fluible, f) 0% en peso a aproximadamente 20% en peso, o más preferiblemente 0% en peso a aproximadamente 10% en peso, de por lo menos un nutriente vegetal, tomando

tetrahidratado									
Sulfato de cobre tribásico	0	0	0	0	0	0	0	0	10

Las mezclas fluibles luego fueron colocadas para evaluar la estabilidad. Se siguieron los Lineamientos de la Agencia de Protección Ambiental, la EPA, sobre Estabilidad (EPA Environmental Protection Agency Guidelines on Stability) emitidos el 16 de noviembre de 2012, a la Oficina de Programas Pesticidas (OPP) referidos al “Protocolo de Estudios Acelerados sobre Características de Corrosión y Estabilidad en Almacenamiento” (Accelerated Storage Stability and Corrosion Characteristics Study Protocol). Como se establece en los lineamientos de la EPA, se puede usar la estabilidad en almacenamiento acelerado, para cumplir los requerimientos de información de la EPA. La OPP ha determinado que este estudio, realizado en 14 días a una temperatura elevada (54 °C), provee información adecuada en ciertas circunstancias para permitirle a la EPA elaborar conclusiones regulatorias con respecto a la estabilidad del producto y el efecto de la formulación en el envase del producto. Todos los ejemplos que contenían la arcilla bentonita demostraron que la mezcla era estable en estas condiciones (Tabla 1), al igual que en aquellos establecidos en condiciones de vibración elevada, mientras que aquellos que no contenían la arcilla produjeron una capa inferior endurecida de azufre conglomerado. La evaluación del tamaño de partícula de estas mezclas fluibles mostraron que todos los ejemplos eran de menos de 1,5 micrones.

Si bien la presente invención ha sido revelada con referencia a una forma de realización preferida, se entiende que podrían llevarse a cabo numerosas modificaciones y variaciones adicionales, sin apartarse del alcance de la invención.