

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 991 855**

51 Int. Cl.:

A01C 1/06	(2006.01) C05G 5/12	(2010.01)
C05G 3/00	(2010.01) C05G 5/30	(2010.01)
B29B 9/08	(2006.01)	
C05D 1/00	(2006.01)	
C05D 3/00	(2006.01)	
C05D 5/00	(2006.01)	
C05G 1/00	(2006.01)	
B01J 2/14	(2006.01)	
B01J 2/00	(2006.01)	
C05D 9/00	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.06.2015 PCT/GB2015/051592**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **10.12.2015 WO15185907**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2015 E 15727442 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2024 EP 3148309**

54 Título: **Preparaciones de granulados de semillas y fertilizantes recubiertos de polihalita**

30 Prioridad:

02.06.2014 GB 201409799

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

05.12.2024

73 Titular/es:

**ANGLO AMERICAN WOODSMITH LIMITED
(100.0%)
17 Charterhouse Street
London EC1N 6RA, GB**

72 Inventor/es:

**FARNWORTH, STEVE;
EVANS, MIKE;
EVANS, JIM y
MEAKIN, ROBERT**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 991 855 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Preparaciones de granulados de semillas y fertilizantes recubiertos de polihalita

La presente invención se refiere a productos fertilizantes en forma de gránulos.

5 La polihalita es un mineral evaporítico. Es un sulfato hidratado complejo de potasio, calcio y magnesio de fórmula general $K_2Ca_2Mg(SO_4)_4 \cdot 2H_2O$. Hay yacimientos de polihalita, entre otros países, en Austria, China, Alemania, India, Irán, Turquía, Ucrania, Reino Unido y Estados Unidos.

10 La polihalita tiene la capacidad de ser valiosa como fuente de fertilizante agrícola. En algunos procesos del estado de la técnica se ha propuesto descomponer la polihalita natural para extraer nutrientes específicos. Véanse, por ejemplo, los documentos WO 2013/074328, US 1,946,068 y US 4,246,019. Sin embargo, la polihalita intacta también es utilizable como fertilizante, ya que puede aportar azufre, potasio, calcio y magnesio al suelo.

15 La polihalita mineral puede dispersarse en bruto, triturada. Esto minimiza los costes de procesamiento, pero tiene una serie de desventajas. Una vez aplicado al suelo, el mineral en bruto tarda algún tiempo en descomponerse, lo que retrasa la biodisponibilidad de sus componentes. Si se aplica en forma de virutas, la polihalita tiende a tener una forma y un tamaño irregulares, lo que significa que puede haber problemas para aplicarla de manera uniforme y que puede ser difícil de aplicar con algunos tipos de maquinaria agrícola de dispersión. En algunas circunstancias, la polihalita en polvo sin tratar podría dispersarse de manera uniforme. Sin embargo, dado que el polvo de polihalita puede ser fuertemente higroscópico, sus propiedades mecánicas pueden variar rápida y radicalmente con el tiempo una vez expuesta al aire; y, de nuevo, puede ser difícil de dispersar de manera uniforme con algunos tipos de maquinaria.

20 Se sabe que la urea se transforma en gránulos fertilizantes y que la piedra caliza se transforma en gránulos para aumentar el pH del suelo. Esto puede hacerse mezclando urea en polvo o piedra caliza con un aglutinante y procesándolo después en una granuladora de cubeta.

25 El documento WO 2014/026048 describe un producto fertilizante de yeso sintético y un método para fabricarlo. Este método se centra en un proceso de granulación en el cual el yeso sintético se combina con una composición aglutinante y se granula hasta alcanzar el tamaño deseado.

El documento DE 10 2006 034 621 divulga un método para la granulación de kieserita, y fertilizantes minerales que contienen kieserita.

30 El documento US 2003/135957 describe un método de granulación húmeda de fertilizantes y otros materiales en gránulos.

El documento DE 36 18 058 divulga un método para granular abono soluble en agua que contiene kieserita, un mineral natural de sulfato de magnesio.

35 El documento US 2001/042494 describe una composición de sustrato granular que es adecuada para su uso como portador de agentes químicos activos, y también incluye un método para formar el sustrato granular que comprende etapas de mezclado y granulación.

El documento SU 1456395 describe un procedimiento de granulación de una mezcla de material fosfatado bruto, que contiene polihalita, con ácido fosfórico.

40 Sería deseable poder formar un producto fertilizante fácilmente dispersable utilizando la polihalita mineral evaporítica como materia prima. Sin embargo, se ha comprobado que es difícil obtener un producto granulado fiable a partir de tales materias primas. Se ha observado que una de las dificultades surge en los problemas que plantea el control de la absorción de agua por el mineral evaporítico, lo que da lugar a un funcionamiento irregular del proceso. Otra dificultad surge en los problemas que plantea el aglutinamiento del polvo mineral de evaporita en los gránulos, que no es fiable en algunas circunstancias operativas.

45 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un producto fertilizante en la forma de gránulos que comprenden: al menos 80 % en masa de un polvo mineral de evaporita que tiene un tamaño de grano medio entre 50 y 400 μm ; y 1-3 % en masa de un aglutinante, en donde el aglutinante es almidón de maíz; los gránulos tienen una resistencia media a la compresión superior a 2 kgf, en donde el mineral de evaporita es polihalita.

Los gránulos pueden contener al menos un 90 % en masa de polvo mineral de evaporita.

50 El almidón de maíz puede estar en forma pre-gelificada.

Preferiblemente, los gránulos tienen una resistencia media a la compresión superior a 5 kgf.

El diámetro medio de los gránulos puede oscilar entre 2 y 5 mm.

Los gránulos pueden ser sustancialmente esféricos.

El tamaño medio de grano del polvo puede estar comprendido entre 100 y 250 μm .

Los gránulos pueden contener un estabilizador que los estabilice química y/o mecánicamente y/o los conserve.

- 5 Los gránulos pueden contener un componente que acelere la descomposición del mineral de evaporita al ser expuesto al suelo.

Los gránulos pueden contener un componente que retrase la descomposición del mineral de evaporita cuando se expone al suelo.

- 10 Los gránulos comprenden uno o más de un herbicida, un fungicida, un insecticida, un rodenticida, una hormona, un estimulante vegetal y un hongo micorrízico o esporá.

Los gránulos pueden contener semillas.

El mineral de evaporita puede ser una mezcla de dos o más componentes de evaporita.

Dicha mezcla comprende un 80 % o más de polihalita en peso.

La presente invención se describirá ahora a modo de ejemplo con referencia al dibujo adjunto.

- 15 La Figura 1 muestra una visión generalizada de un proceso de granulación.

En el proceso que se describirá a continuación, pueden formarse gránulos de acuerdo con la reivindicación 1.

Como se ha indicado anteriormente, la polihalita es un sulfato hidratado complejo de potasio, calcio y magnesio de fórmula general $\text{K}_2\text{Ca}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. La polihalita tiene una dureza de Moh de entre 2.5 y 3.5.

- 20 Una vez extraída, la polihalita puede romperse en bloques o virutas de tamaño adecuado para su transporte y procesamiento. Por ejemplo, la roca extraída puede alimentarse a trituradoras de mandíbulas y/o trituradoras de cono para obtener un material astillado de tamaño en general uniforme. Se ha comprobado que las virutas de dimensión mayor no superior a unos 20 mm y/o de dimensión media entre 5 y 10 mm son convenientes para el transporte a partir de una mina. En general, se prefiere que, una vez astillada, la polihalita se almacene en un recipiente sustancialmente hermético, tal como una bolsa cerrada formada por una lámina impermeable, de modo que se limite su capacidad de absorber humedad de la atmósfera. Otra forma de conseguir un resultado similar es pasar la polihalita astillada a la siguiente etapa del proceso en un periodo de tiempo limitado, por ejemplo, en menos de 6, 12 o 24 horas tras el astillado,

Se puede desear formar la polihalita en un producto fertilizante dispersable. A continuación se describe una forma de hacerlo.

- 30 La polihalita bruta o astillada se procesa para formar un polvo de polihalita. Esto puede hacerse convenientemente mediante fresado, por ejemplo, en un molino de bolas (por ejemplo, un molino de bolas continuo "Hardinge") o, más preferiblemente, un molino attritor. En un molino attritor, la materia prima se agita junto con elementos de molienda que se mueven libremente, tales como bolas de acero. Puede aplicarse succión por barrido de aire para extraer el material molido del molino. Esto permite que la molienda se lleve a cabo como un proceso continuo si se desea, con la materia prima astillada que se añade al molino y el polvo que es barrido fuera del molino por el flujo de gas, a la vez que los elementos de molienda siguen siendo agitados. El tamaño de grano medio del polvo depende de diversos parámetros del proceso, incluido el tiempo de permanencia de la materia prima en el molino. Convenientemente, el molino puede disponerse para producir polvo de polihalita de un tamaño de grano comprendido entre 50 y 400 μm , más preferiblemente entre 100 y 250 μm . Convenientemente, al menos el 50 % o más preferiblemente al menos el 70 % de la masa del polvo de polihalita está compuesto por granos que tienen un tamaño de grano, o un diámetro mayor o medio, en el rango de 50 a 400 μm , más preferiblemente de 100 a 250 μm . El tamaño de grano puede medirse con un Malvern Mastersizer 2000 o con una tamizadora.

- 45 Comparada con algunos otros minerales evaporíticos, la polihalita se considera en general relativamente estable en presencia de humedad. Sin embargo, se ha descubierto que la polihalita recién pulverizada es fuertemente higroscópica, hasta el punto de que puede dificultar enormemente su posterior procesamiento, a menos que se controle cuidadosamente el nivel de contenido de humedad. En particular, se ha comprobado que el éxito del proceso de granulado descrito en el presente documento depende en gran medida del contenido de agua de la polihalita durante la mezcla. Por esta razón, se ha encontrado útil disponer que el retraso entre la transformación de la polihalita de granos de un tamaño medio superior a 1 mm a granos de un tamaño medio inferior a 1 mm no sea superior a 24 horas, más preferiblemente no superior a 12 horas, y aún más preferiblemente no superior a 6 horas. Se ha descubierto que entonces la polihalita en polvo puede

almacenarse en condiciones ambientales sin necesidad de secado adicional antes de su posterior procesamiento. Si las condiciones atmosféricas son especialmente secas, el retraso puede prolongarse, y viceversa. Por lo tanto, en general se prefiere que la polihalita astillada se muele hasta convertirla en polvo sólo poco antes de que vaya a seguir procesándose. Se prefiere cubrir la polihalita en polvo con una lámina impermeable u otro tipo de cierre para impedir que absorba agua a la vez que está almacenada.

Cuando la polihalita en polvo se incorpora a un fertilizante, cabe esperar que el uso de un tamaño de grano de polvo más pequeño pueda aumentar la velocidad a la cual los componentes del fertilizante de polihalita se hacen disponibles en el suelo debido a su mayor superficie total. Eso puede ser ventajoso en determinados usos. Sin embargo, la mayor superficie por unidad de masa de los polvos de polihalita más finos también les confiere una tendencia a absorber el agua atmosférica con mayor rapidez, lo cual dificulta el control del proceso de granulación. Equilibrando estos factores, se ha comprobado que el polvo de un tamaño de grano comprendido entre 170 y 230 µm proporciona buenos resultados.

En la siguiente etapa de procesamiento se añade un aglutinante al polvo de polihalita. El aglutinante ayuda a que el polvo de polihalita se adhiera a sí mismo y aumenta la resistencia de los gránulos finales. Esto es importante porque los gránulos deben ser preferiblemente capaces de resistir la rotura mecánica cuando se dispersan mediante dispersores agrícolas convencionales. El aglutinante también hace que el polvo de polihalita sea más plástico, lo cual ayuda en las etapas de procesamiento posteriores. Puede utilizarse cualquier aglutinante adecuado, pero se ha comprobado que el almidón de maíz pre-gelificado es particularmente adecuado. Se cree que esto se debe, al menos en parte, a que no aumenta mucho la capacidad del producto mezclado para absorber agua. Se prefiere que el aglutinante no sea más hidróscopico que el almidón de maíz pre-gelificado. Entre los aglutinantes alternativos que no forman parte de la invención figuran el almidón pre-gelificado de otras fuentes naturales o artificiales, los lignosulfatos, el cemento, el silicato sódico, el silicato potásico, el acetato de polivinilo, los azúcares y el grano molido. El aglutinante está preferiblemente en forma de polvo cuando se añade al polvo de polihalita. El aglutinante puede estar al menos parcialmente hidratado. La cantidad óptima de aglutinante puede determinarse equilibrando la resistencia del producto final con la trabajabilidad de los materiales intermedios. Si se añade demasiado poco aglutinante, los gránulos resultantes pueden tener una resistencia insuficiente. Si se añade un exceso de aglutinante, la mezcla de polihalita y aglutinante puede volverse demasiado pegajosa para ser procesada con facilidad. Se ha comprobado que, para el polvo de polihalita de un tamaño medio de grano de 200 µm, la adición de un 1.5 % en peso de almidón de maíz pre-gelificado es muy eficaz. Se ha comprobado que el uso de esta adición en el proceso descrito en el presente documento aumenta la resistencia a la compresión de los gránulos resultantes hasta 7 kgf, frente a sólo 1 kgf para los gránulos de polihalita sola. Esta cifra se compara favorablemente con el límite inferior en general aceptado de 2.2 kgf para gránulos agrícolas aceptables.

Puede utilizarse cualquier mezclador adecuado para combinar la polihalita y el aglutinante. Sin embargo, se ha encontrado ventajoso que la polihalita y el aglutinante se combinen en una primera etapa de mezclado que es de relativamente bajo cizallamiento, y posteriormente en una segunda etapa de mezclado que es de relativamente alto cizallamiento. En la primera etapa de mezcla puede que no se añada ningún líquido, concretamente agua. En cambio, en la segunda etapa de mezcla puede añadirse líquido, por ejemplo, agua. Al mezclar la polihalita y el aglutinante sin añadir agua u otro líquido, la polihalita puede acondicionarse y plastificarse sin que su comportamiento se vea afectado sustancialmente por la absorción de agua.

En un ejemplo, las etapas de mezcla primera y segunda pueden realizarse en una única cámara de mezcla de un mezclador. Para conseguirlo, el mezclador puede funcionar con un cizallamiento relativamente bajo durante la primera etapa de mezclado (por ejemplo, disponiendo que su(s) pala(s) se accione(n) con una velocidad y/o potencia relativamente bajas) y con un cizallamiento relativamente alto durante la segunda etapa de mezclado (por ejemplo, disponiendo que su(s) pala(s) se accione(n) con una velocidad y/o potencia relativamente altas). En otro ejemplo, pueden utilizarse mezcladores diferentes para las etapas de mezcla primera y segunda.

Por ejemplo, la primera etapa de mezclado puede realizarse en un mezclador de cinta. Un mezclador de cinta es un mezclador en el cual la materia prima se mezcla en un pilón horizontal en el cual gira una cuchilla helicoidal para agitar los componentes. En un ejemplo específico, puede utilizarse un mezclador en U o un mezclador de cinta del tipo fabricado por Win kworth Machinery Ltda. La polihalita y el aglutinante pueden combinarse en un mezclador de este tipo por lotes o en un flujo continuo, dependiendo de las capacidades del mezclador.

En la primera etapa de mezclado, el polvo de polihalita y el aglutinante se mezclan preferiblemente durante el tiempo suficiente para producir una mezcla homogénea.

Así, en un ejemplo, en la primera etapa de mezclado, un lote de 600 kg de polvo de polihalita molida y 9 kg de almidón de maíz de grado estándar pre-gelificado suministrado por Ingredion Inc. puede introducirse en un mezclador de cinta Win kworth con un volumen de trabajo de 10001. A continuación, el agitador del mezclador puede funcionar a 50 rpm durante 30 minutos, tiempo durante el cual no se añade líquido a la mezcla. El producto resultante es un polvo de mezcla seca a base de polihalita de buena homogeneidad.

Cuando se utilizan dos mezcladores, después de la primera etapa de mezclado, el polvo de polihalita mezclado y el aglutinante pasan a un segundo mezclador para su acondicionamiento. Preferiblemente, el segundo mezclador realiza la mezcla con mayor cizallamiento que la primera.

5 El segundo mezclador podría ser, por ejemplo, un mezclador de pines. En un mezclador de pines, una cámara de mezcla es barrida por un rotor el cual lleva una pluralidad de pines que se extienden radialmente. El mezclador de pines puede tener un motor de 29,4 kw (40 hp) y una cavidad de trabajo de 1.5 m de longitud y 30 cm de diámetro. Puede funcionar, por ejemplo, a 800 rpm.

10 En la segunda etapa de mezclado, el material se somete preferiblemente a un mezclado intenso. Se añade preferiblemente agua -u otro líquido, preferiblemente agua libre-. El agua u otro líquido puede añadirse durante la segunda etapa pulverizándolo directamente en la cámara de mezcla a la vez que se agita la mezcla de polihalita/aglutinante. Alternativamente, puede añadirse una cantidad adecuada de agua a la mezcla de polihalita/aglutinante antes de la agitación en la segunda etapa de mezclado. Si se añade agua, puede ocurrir que la intensa mezcla de la segunda etapa genere suficiente calor para liberar vapor de agua. La adición de agua en esta etapa favorece la agregación del polvo plastificado que contiene polihalita para formar una arenilla.
15 El material puede permanecer en el mezclador entre 30 y 45 segundos.

Se ha descubierto que es importante controlar el contenido de agua de la polihalita antes y durante la segunda etapa de mezclado. Se ha descubierto que el polvo de polihalita recién molido tiene tendencia a absorber fuertemente el agua de la atmósfera. Si la polihalita se tritura hasta convertirla en polvo demasiado tiempo antes de que tengan lugar la primera y la segunda etapas de mezclado, se ha observado que, incluso sin añadir agua durante la segunda etapa de mezclado, el resultado de la segunda etapa de mezclado puede ser deficiente, especialmente en condiciones climáticas húmedas. Una forma de solucionarlo -si fuera necesario- sería secar la polihalita antes del segundo proceso de mezcla. Sin embargo, se prefiere moler la polihalita en forma de polvo no más de 24 horas, más preferiblemente no más de 12 horas y aún más preferiblemente no más de 6 horas antes de que llegue al segundo proceso de mezcla. Es preferible cubrir la polihalita molida con una lámina impermeable u otro tipo de cierre para impedir que absorba agua a la vez que está almacenada.
20 Cuando se observan estas precauciones, se ha comprobado que una adición de agua del 5 % en peso de los ingredientes sólidos durante el segundo proceso de mezclado proporciona un producto adecuado. De lo contrario, se puede añadir menos agua, pero eso puede hacer que el proceso sea considerablemente menos predecible.

30 La duración de la segunda etapa de mezclado debe ser suficiente para mezclar adecuadamente la polihalita y el aglutinante hasta un estado en el cual exista como material granular de flujo libre, por ejemplo, como granos no adherentes, de los cuales preferiblemente el 90 % o más en masa tiene un tamaño de grano en el rango de 1.0 mm a polvo.

35 Así, en un ejemplo, en la segunda etapa de mezclado, aproximadamente 600 kg de polvo de polihalita mezclado y aglutinante pueden alimentarse progresivamente a un mezclador de pines de 29,4 kw (40 hp) con un volumen de trabajo de aproximadamente 1000l. A continuación, el rotor del mezclador puede funcionar a 800 rpm. El mezclador de pines funciona en un proceso continuo que produce unos 400 kg por hora, con unos 2 o 3 kg de material trabajando en la cámara en cualquier momento. A lo largo de una hora pueden rociarse progresivamente 20l de agua en la cámara de mezcla. El producto o vertido de la segunda etapa de mezclado es un material similar a la arena, predominantemente con un tamaño de grano inferior a 1.1 mm de diámetro.
40 La descarga puede realizarse a una temperatura de 50 a 60 °C.

A continuación, los granos de polihalita y el aglutinante se pasan a una granuladora para formar gránulos. Puede utilizarse cualquier granuladora adecuada, pero se ha comprobado que una granuladora de sartén es especialmente eficaz. Una granuladora de sartén consta de una sartén con una base y un borde que sobresale de la base. La cubeta puede girar alrededor de un eje transversal a la base. La cubeta se inclina de modo que el material que contiene se anida en una región más baja de la base, donde queda retenido por la pared lateral. Como resultado, al girar la cubeta, el material gira contra sí mismo y las partículas del material pueden adherirse entre sí. Las partículas más grandes suelen migrar a la parte superior de la pila de material, y pueden caer por encima del borde de la cubeta a un recipiente colector. A la vez, puede añadirse más materia prima al recipiente.
45 Por tanto, la granulación puede realizarse como un proceso continuo.

El material que sale de la cubeta puede tamizarse para separar el producto de tamaño adecuado del producto de tamaño inferior y superior. El producto de tamaño inferior puede devolverse a la granuladora. El producto de gran tamaño puede (i) molerse en bruto y añadirse directamente a la granuladora o (ii) combinarse con virutas de polihalita entrantes que deben molerse hasta obtener un polvo. Preferiblemente, el material se seca antes de tamizarlo y/o volver a molerlo. Esto puede ayudar a impedir que los gránulos se dañen en el proceso de tamizado, y a impedir que se devuelva un exceso de humedad al flujo de paso.
55

Es deseable maximizar la proporción de la salida de la granuladora que es de tamaño adecuado y, en particular, minimizar la cantidad de salida de tamaño excesivo, ya que se volverá a moler. Para ello, es conveniente tener un buen control de la materia prima que llega a la granuladora. En el caso de la polihalita, eso implica controlar

su contenido de humedad. Ese control puede lograrse utilizando los métodos descritos anteriormente. Como se ha indicado anteriormente, la polihalita recién pulverizada es fuertemente higroscópica - hasta el punto de que, en algunas condiciones, el polvo de polihalita libre puede absorber de forma natural tanta humedad de la atmósfera que es difícil que el proceso funcione con fiabilidad. Por ejemplo, el material alimentado al mezclador de alto cizallamiento puede aglomerarse, lo que provoca un flujo desigual hacia el mezclador de alto cizallamiento y, en consecuencia, una producción desigual.

Una granuladora de cubeta típica permite ajustar el ángulo de inclinación de la base de la cubeta con respecto a la horizontal. La modificación del ángulo de inclinación permite controlar el tiempo de permanencia de los gránulos en la granuladora y, por tanto, el tamaño final de los gránulos. Se ha comprobado que un tamaño medio de los gránulos comprendido entre 2 y 4 mm, y más específicamente una distribución de tamaños en la cual al menos el 50 % y más preferiblemente el 75 % en número de los gránulos resultantes se encuentran en ese intervalo, produce buenos resultados. El estado de la materia prima para la granuladora, en cooperación con el estado de funcionamiento de la granuladora, puede ser tal que el tiempo medio de retención del material en la granuladora esté en el intervalo de 30 a 200 segundos, más preferiblemente de 30 a 60 segundos, más preferiblemente alrededor de 45 segundos. Para conseguirlo, puede resultar eficaz un ángulo de la base de la cubeta comprendido entre 70 y 45°, más preferiblemente entre 63 y 53° y más preferiblemente en torno a 58°. La cubeta puede funcionar con una velocidad lineal del borde comprendida entre 2.0 y 2.5 ms⁻¹, más preferiblemente entre 2.1 y 2.2 ms⁻¹.

Se ha descubierto que el recubrimiento de la base interior de la granuladora con un recubrimiento de alto agarre, por ejemplo, un recubrimiento de un adhesivo que lleva incorporado un grano, mejora la eficacia de la granulación.

El granulador de cubeta puede tener un diámetro de alrededor de 1.5 m o 1.8 m y una profundidad de alrededor de 22 cm. La granuladora puede ser, por ejemplo, un modelo P45 o P60 suministrado por Mars Mineral.

Durante el funcionamiento de la granuladora se añade agua adicional al material que se está procesando. El agua puede añadirse por pulverización en la cubeta, preferiblemente en la región de la parte inferior del lecho de la cubeta, donde tiende a depositarse el material que se está aglomerando. La cantidad de agua añadida puede estar comprendida entre el 1 % y el 3 %, más preferiblemente en torno al 2 %, en peso de la materia prima sólida. Cuando la granulación se realiza como un proceso continuo, la velocidad de pulverización del agua puede ajustarse en consecuencia. Por ejemplo, si la velocidad de alimentación constante de gránulos que contienen polihalita es de 6 a 8 kg por minuto, la velocidad de pulverización del agua puede ser de 0.12 a 0.16 litros por minuto.

Como se ha indicado anteriormente, los gránulos que estén fuera del rango de tamaño deseado se pueden volver a moler (si son demasiado grandes) o devolver al granulador de cubeta (si son demasiado pequeños). Se ha comprobado que utilizando las etapas descritas anteriormente, se obtiene un rendimiento dentro de especificación del 85-90 % en peso de la producción de la granuladora. En cambio, los rendimientos típicos de los procesos de granulado de piedra caliza pueden rondar el 10 % y el 90 % restante debe recircularse.

La salida de la granuladora son gránulos húmedos, sustancialmente esféricos. Se secan convenientemente antes del envasado. Para ello, los gránulos que han salido de la granuladora pueden pasar a una secadora. Se ha comprobado que un tiempo de retención de unos 3 minutos en una secadora capaz de calentar los gránulos a una temperatura de unos 150 °C es suficiente para secar adecuadamente los gránulos. La humedad puede extraerse de la secadora mediante un filtro de aire de chorro inverso. La temperatura de funcionamiento y el tiempo de retención en la secadora pueden seleccionarse para obtener gránulos de la resistencia deseada para su posterior manipulación.

Por último, los gránulos pueden enfriarse y envasarse, por ejemplo, en bolsas de 600 kg o sacos de 25 kg, o enviarse sueltos para su uso o procesamiento posterior en otro lugar.

La Figura 1 muestra una visión generalizada del proceso descrito anteriormente. La polihalita bruta tal como se extrae se tritura primariamente en una trituradora 1 de mandíbulas y secundariamente en una trituradora 2 de cono. De este modo se obtiene un producto de polihalita astillada. La polihalita astillada puede almacenarse, por ejemplo, en un almacén 3, hasta poco antes de que vaya a ser procesada en las etapas siguientes. Por el contrario, preferiblemente las etapas que se ilustran en 4 a 6 se suceden rápidamente, reduciendo el margen para que el polvo de polihalita absorba la humedad ambiental. Cuando sea necesario, la polihalita astillada puede retirarse del almacén 3 y pasar a un molino attritor o a un molino 4 continuo de bolas, donde se convierte en polvo. El polvo de polihalita se combina con un aglutinante en un mezclador 5 de bajo cizallamiento, y a continuación, el polvo mezclado y el aglutinante se mezclan en un mezclador 6 de alto cizallamiento, con la adición de agua, como se ilustra en 7. La salida del mezclador de alto cizallamiento es un producto granulado. El producto granulado se aplica a una granuladora 8 de cubeta, a la cual se añade agua adicional, como se ilustra en 9. La granuladora de cubeta hace que los gránulos se agreguen en gránulos sustancialmente esféricos, los cuales salen gradualmente de la granuladora. Los gránulos que salen se secan en una secadora 10 y, a continuación, se clasifican mediante un conjunto de cribas 13. Los gránulos de tamaño inferior se

devuelven al granulador como se indica en 11. Los gránulos de mayor tamaño se devuelven al molino attritor como se indica en 12. El producto final en 14 consiste en gránulos de forma sustancialmente esférica y dentro de los límites de tamaño definidos por las cribas 10. Estos gránulos pueden empaquetarse y suministrarse para uso agrícola. Por último, pueden dispersarse en un campo u otro sustrato agrícola u hortícola para que actúen como abono.

Pueden utilizarse cintas transportadoras, transportadores sinfín u otros aparatos de manipulación para mover los componentes entre las estaciones de procesamiento.

Pueden incluirse otros aditivos en los gránulos. Tales aditivos pueden ser uno o más de los siguientes, en cualquier combinación:

- 10 - un componente que tiene el efecto de estabilizar química y/o mecánicamente y/o preservar los gránulos: por ejemplo, para aumentar su vida útil, reducir su susceptibilidad a los contaminantes ambientales o reducir la probabilidad de que se rompan al dispersarlos (por ejemplo, un tampón de pH);
- un componente cuyo efecto sea potenciar el efecto fertilizante de la polihalita: por ejemplo, acelerando o retrasando la descomposición de la polihalita en el campo;
- 15 - un componente cuyo efecto sea proteger o potenciar el crecimiento de los cultivos por medios distintos de la fertilización: por ejemplo, un herbicida, fungicida, insecticida, rodenticida, hormona, estimulante vegetal u hongo o espora micorrízicos;
- una semilla: la cual puede ser una semilla de una angiosperma y/o de una especie cultivada (por ejemplo, un cereal tal como el trigo, el maíz, el arroz, el mijo, la cebada, la avena o el centeno);
- 20 - otra composición fertilizante además de la polihalita: por ejemplo, una fuente de nitrógeno y/o fósforo;
- un pigmento;
- un componente que tiene el efecto de alterar el pH del suelo: por ejemplo, la cal, el azufre o un sulfato.

Dicho componente puede añadirse en diversas etapas del proceso, por ejemplo, podría combinarse con el polvo de polihalita antes o durante la primera etapa de mezclado descrita anteriormente, o con el aglutinante antes de la primera etapa de mezclado descrita anteriormente, o con la mezcla de polihalita/aglutinante entre la primera y la segunda etapas de mezclado descritas anteriormente, o durante la segunda etapa de mezclado descrita anteriormente, o podría añadirse a la granuladora de cubeta, o podría pulverizarse o recubrirse de otro modo sobre los gránulos antes o después del secado. En el caso de una semilla, ésta podría recubrirse con un adhesivo biocompatible, tal como un almidón o PVA, y luego ponerse en contacto con un polvo de polihalita, por ejemplo, mediante volteo, para hacer que el polvo se adhiriera al exterior de la semilla. Alternativamente, el polvo de polihalita mineral evaporítica podría mezclarse con un aglutinante y luego ponerse en contacto con la semilla. Alternativamente, la semilla podría ponerse en contacto con el polvo de polihalita mineral evaporítica para que el polvo espolvoree el exterior de la semilla.

El contenido en polihalita de los gránulos resultantes es superior al 80 % y preferiblemente superior al 90 %. En el caso de los gránulos que contienen semillas, esto puede variarse opcionalmente de tal modo que el contenido de polihalita de los gránulos, excluido el peso de las semillas, sea superior al 80 %, preferiblemente superior al 90 %.

Los gránulos son preferiblemente sustancialmente esféricos y de volumen y masa sustancialmente uniformes. Los gránulos pueden tener una esfericidad media de Wadell superior a 0.85, 0.90 o 0.95. Preferiblemente, los gránulos no tienen espacios vacíos, por ejemplo, no más del 1 %, 2 % o 5 % en volumen de aire.

No de acuerdo con la invención, el proceso descrito anteriormente puede utilizarse para granular minerales distintos de la polihalita y, en particular, para granular materias primas compuestas principalmente de uno o más minerales evaporíticos, especialmente otros minerales clorurados. Pueden incluir una o diversas de las siguientes sustancias: Anhidrita, Carnalita, Yeso, Halita, Kainita, Kieserita, Langbeinita y/o Silvita. El proceso es especialmente adecuado para granular materias primas compuestas principalmente de minerales que son sustancialmente higroscópicos en forma recientemente pulverizada y/o que tienen una dureza de Moh en el rango de 2 a 4. Los gránulos resultantes pueden utilizarse para fines distintos de la fertilización.

A la vista de la descripción anterior, será evidente para un experto en la técnica que pueden realizarse diversas modificaciones dentro del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Producto fertilizante en forma de gránulos (14) que comprende:
al menos un 80 % en masa de un polvo mineral de evaporita con un tamaño medio de grano comprendido entre 50 y 400 μm ; y
- 5 1-3 % en masa de un aglutinante, en donde el aglutinante es almidón de maíz;
los gránulos tienen una resistencia a la compresión superior a 2 kgf;
en donde el mineral evaporítico es polihalita.
2. Un producto fertilizante de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo los gránulos al menos el 90 % en masa del polvo mineral de evaporita.
- 10 3. Un producto fertilizante de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los gránulos tienen una resistencia a la compresión superior a 5 kgf.
4. Un producto fertilizante de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el diámetro medio de los gránulos oscila entre 2 y 5 mm.
- 15 5. Un producto fertilizante de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los gránulos son sustancialmente esféricos.
6. Un producto fertilizante de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el tamaño medio de grano del polvo está comprendido entre 100 y 250 μm .
7. Un producto fertilizante de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los gránulos comprenden un estabilizador que estabiliza química y/o mecánicamente y/o preserva los gránulos.
- 20 8. Un producto fertilizante de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los gránulos comprenden un componente que acelera la descomposición del mineral evaporítico al exponerlo al suelo.
9. Un producto fertilizante de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los gránulos comprenden un componente que retrasa la descomposición del mineral evaporítico al exponerlo al suelo.
- 25 10. Un producto fertilizante como el reivindicado en cualquier reivindicación precedente, en donde los gránulos comprenden uno o más de un herbicida, un fungicida, un insecticida, un rodenticida, una hormona, un estimulante vegetal y un hongo micorrízico o espora.
11. Un producto fertilizante de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los gránulos comprenden semillas.

Fig. 1

