(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 738 648**

(51) Int. CI.:

B01F 17/00 (2006.01)
C05G 3/00 (2006.01)
C05G 3/06 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.09.2010 PCT/FR2010/052001**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **31.03.2011 WO11036413**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.09.2010 E 10769023 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2019 EP 2480325**

(54) Título: **Formulación acuosa con propiedades antiaglomerantes e hidrofobantes**

(30) Prioridad:

23.09.2009 FR 0956557

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.01.2020

(73) Titular/es:

ARKEMA FRANCE (100.0%)
420 rue d'Estienne d'Orves
92700 Colombes, FR

(72) Inventor/es:

BARSACQ, CÉLINE;
BIRKEN, ISABELLE y
BARRETO, GILLES

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

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

Formulación acuosa con propiedades antiaglomerantes e hidrofobantes

La presente invención se refiere a formulaciones acuosas destinadas a aplicarse en productos minerales pulverulentos o granulados, con el fin de evitar su apelmazamiento o que se absorban en agua. La presente invención se refiere igualmente al procedimiento de aplicación de dichas emulsiones en dichos productos minerales, dicho procedimiento siendo realizado a temperatura ambiente.

Más precisamente, la presente invención porta en una formulación antiaglomerante bajo una forma de emulsión de tipo aceite en agua, comprendiendo al menos una amina grasa primaria y al menos un agente hidrofobante cuando la amina grasa no comprende la cadena grasa alquilo superior a C_{19}. Esta formulación es aplicable a los productos minerales higroscópicos pulverulentos o granulados. Estas formulaciones son líquidas a temperatura ambiente.

Entre los productos minerales concernientes, se puede citar los granulados de fertilizantes minerales, tales como los nitratos de amonio, sulfatos y fosfatos de amonio, cloruro de potasio y los fertilizantes complejos a base de nitrógeno y/o fósforo y/o potasio y particularmente aquellos del tipo NPK, NP, PK, y otros.

Los fertilizantes minerales se producen generalmente en forma de granulados, que se almacenan a granel o en sacos. Durante su almacenamiento, bajo la influencia de la presión, de la temperatura o de las fluctuaciones climáticas, más particularmente de las variaciones del grado de higrometría, los fertilizantes sufren modificaciones físicas que alteran la independencia de los granos de los cuales están constituidos.

Para minimizar este fenómeno, los fabricantes de fertilizantes han trabajado, después de varios años, en el procedimiento de fabricación y en la formulación de los granulados, como una manera de producir granos de granulometría estrecha y de una duración lo más larga posible, con el fin de limitar las superficies en contacto.

A pesar de todas las mejoras al nivel de los procedimientos de fabricación, sigue siendo necesario efectuar un tratamiento externo de los granulados, tratamiento externo que interviene al final del procedimiento, antes del almacenamiento de dichos granulados.

Entre las técnicas de tratamiento externo, que son objeto de una abundante literatura, podemos citar el tratamiento por los sólidos pulverulentos, tales como el talco natural o la amina, las arcillas, la tiza, y otros. Estas partículas minerales se vienen a intercalar entre los granulados de fertilizante con el fin de limitar el aire de contacto.

Esta técnica en general no se utiliza sola, ya que presenta la desventaja de aumentar la generación de polvo que puede ser problemático durante la manipulación del fertilizante tanto por el productor como por el usuario final.

Una otra técnica, que se utiliza más frecuentemente, en combinación o como remplazo de la que se indica con anterioridad, es la pulverización en calor (a alrededor de 80 °C) de formulaciones antiaglomerantes que contienen los aditivos disueltos en aceites y/o en ceras. Se trata esencialmente de aceites y ceras minerales, productos de origen vegetal que tienden a oxidarse a la temperatura de pulverización.

Entre los aditivos que entran a las fórmulas antiaglomerantes, encontramos principalmente a los ácidos grasos, las sales metálicas de ácido graso y a las aminas grasas primarias, entre tales aminas grasas primarias en C_{16}-C_{18}, que muestran una gran eficacia, en particular en los fertilizantes nitrogenados que contienen nitrato de amonio, y que colocan la sustancia antiaglomerante de referencia en este tipo de fertilizante.

A pesar de los intentos por introducir otros aditivos antiaglomerantes, como por ejemplo los alquilarilsulfonatos (US 1.214.006), los lignosulfonatos (US 4.846.871), productos básicos en los subproductos de origen natural (WO 2006/091076), y otros vectores grasos, tales como los aceites vegetales, ésteres metílicos de ácido graso, glicerol (EP 1 627 865) que reivindica el uso de las sales metálicas de un ácido graso alifático en los ésteres metílicos o etílicos de ácido graso, de glicerol, de glicoles o sus oligómeros/polímeros), el experto en la técnica debe señalar que las formulaciones con base en amina grasa en aceite/cera minerales son aún en la actualidad omnipresentes.

Las formulaciones antiaglomerantes, con base en esta tecnología, se venden por ejemplo por la sociedad demandante bajo el nombre de gama Fluidiram® y Lilamin®. Calentadas y pulverizadas a 75-80 °C, estas formulaciones permiten acceder a buenos rendimientos antiaglomerantes a razón de alrededor de 1 kg/tonelada (kg/T) de formulación en el fertilizante para los fertilizantes simples (incluso menos si el fertilizante se encuentra bajo la forma de «gránulos») y de 1,5 kg/T a 2 kg/T en los fertilizantes complejos (tales como NPK, NP, PK, anteriormente citados).

El principal inconveniente de estas formulaciones es que son de pastosas a sólidas a temperatura ambiente y se deben fundir para colocarlas en los granulados de fertilizante. Las plataformas de producción de fertilizante por vía química deben estar equipadas con un depósito de almacenamiento calentado, para que la formulación antiaglomerante, suministrada a 70-80 °C, se mantenga y se pulverice a esta temperatura. El conjunto de tuberías, canalizaciones, válvulas que transportan la formulación antiaglomerante se debe calorifugar con el fin de evitar cualquier coagulación y taponamiento. Estas formulaciones antiaglomerantes se deben igualmente transportar en caliente desde el lugar de producción hasta el lugar de utilización.

El otro inconveniente al que se tiene que enfrentar el experto en la técnica es la degradación térmica de las aminas grasas en caliente, en condiciones de aire, la degradación medida por la pérdida de alcalinidad, puede alcanzar 10 % en algunos días, en cuanto la temperatura rebase los 75 °C, estos depósitos generalmente se calientan con la ayuda de vapor, y no es extraño encontrar puntos calientes, lo que acentúa aún más esta degradación. Lo que se traduce en una pérdida de eficacia en antiaglomerante y por un escape de amoniaco gaseoso. Este último es un poderoso irritante de las vías respiratorias, y puede ser tóxico por inhalación. Además, el olor de este gas es desagradable porque tiene una concentración presente en el aire que va de 0,6 ppm a 53 ppm.

Existe un interés evidente por poder proponer una formulación cargada de amina grasa y que se pueda manipular por el productor y el usuario a una temperatura más baja, sin escape de amoniaco.

Es posible encontrar comercialmente formulaciones líquidas a temperatura ambiente, pero son menos eficaces que las formulaciones típicas pastosas sólidas a base de aminas grasas citadas anteriormente, en particular en los fertilizantes nitrogenados que contienen nitrato de amonio. Tales formulaciones líquidas son, por ejemplo, las formulaciones a base de úrea formaldehído, dedicadas al antiaglomerante de la urea, y que no se adaptan en lo absoluto por los otros fertilizantes nitrogenados, las soluciones de alquilarilsufonato de sodio, pero en las que la eficacia es inferior a la de las aminas grasas ante al nitrato de amonio, las formulaciones de amina grasa en aceite, sin cera. En este caso, la concentración en amina se limita a 5 % o 6 %, para poder mantener una solución límpida fluida.

Más allá de este límite de solubilidad, los cristales aparecen y tienden a sedimentarse, el uso de tal formulación a temperatura ambiente se vuelve por lo tanto imposible. Además, con un contenido de amina grasa limitada a 5 %, la eficacia de antiaglomerante en el nitrato de amonio es insuficiente. Con tal contenido, hará falta entonces pulverizar de 2 a 3 veces más que un antiaglomerante pastoso típico (más concentrado en amina grasa) para tener un rendimiento antiaglomerante correcto. Otro aspecto económico que hace esta solución poco atractiva es que no es satisfactoria técnicamente. En efecto, el hecho de pulverizar una cantidad muy importante de vector (aceite) puede tener repercusiones negativas, de entre las que se pueden citar: migración en la semilla, agrietamiento, generación de polvo, y otros. Por otra parte, la cantidad de productos orgánicos presentes en la superficie de fertilizante AN 33,5 % está limitada por las cuestiones de seguridad, y una tasa que no será conforme a las limitaciones reglamentarias (limitación a 2 kg/T expresada en carbono).

Existe por tanto un interés por poder disminuir la cantidad de aceite presente en las formulaciones antiaglomerantes que contienen una amina grasa.

Sin embargo, una formulación que contiene de 5 a 6 % de amina grasa en C_{16}-C_{18} no aporta ninguna protección hidrofobante; es decir, ninguna limitación de la absorción de agua cuando el fertilizante está sometido a una humedad superior a la humedad crítica relativa del fertilizante.

El documento GB1383718 describe emulsiones que comprenden de 1 % a 50 % en peso de una amina y de 99 % a 50 % en peso de agua, dichas emulsiones siendo utilizadas para reducir la aglomeración de partículas minerales. El documento FR2290248 divulga los productos antiaglomerantes para sustancias pulverulentas o granulosas. Estos productos antiaglomerantes son una mezcla de un tensioactivo a base de alcohol graso y de estearilamina, sin que sea una interrogante en este documento de emulsión de tipo aceite en agua. Resulta evidente que no existe en el mercado una formulación antiaglomerante líquida, pulverizable a una temperatura más baja (temperatura inferior a la temperatura de degradación de aminas, incluso a temperatura ambiente) y que sea efectiva desde el punto de vista antiaglomerante e hidrofobación, en los fertilizantes minerales, en particular de tipo nitratos de amonio, a un índice similar al utilizado con las formulaciones típicas.

De manera sorprendente, la sociedad demandante ha descubierto que era posible satisfacer estos criterios por el intermediario de una emulsión acuosa de fase grasa que contiene al menos una amina grasa, dicha emulsión siendo pulverizable a una temperatura comprendida entre 0 ºC y 60 ºC en un mineral pulverulento o granulado, tal como un fertilizante, por ejemplo, en la forma de granulados, en el que el mineral puede estar a temperatura ambiente al momento de la pulverización.

En efecto, después de varios años, el experto en la técnica investiga cómo limitar la cantidad de agua en los fertilizantes, para limitar su apelmazamiento, y considerar que el aditivo, tal como una amina grasa, es eficaz si se dispersa correctamente en la superficie del fertilizante, ya sea en el estado disuelto, en el estado fundido y de temperaturas superiores a 60 ºC, tal como es el caso de las aminas grasas formuladas en los aceites o ceras minerales, estando pulverizado por completo en caliente (generalmente 75 ºC a 80 ºC).

Se han propuesto tentativas de emulsiones acuosas con propiedades antiaglomerantes; sin embargo, ninguna de ellas corresponde a una formulación que se pueda utilizar a una temperatura que varíe de la temperatura ambiente, hasta las temperaturas inferiores a los 60 ºC, y que permitan de esta manera el mantenimiento de la eficacia en el tiempo de la sustancia antiaglomerante (típicamente una amina grasa), en particular para los fertilizantes nitrogenados ricos en nitrato de amonio, evitando al mismo tiempo su degradación durante el almacenamiento en caliente y la pulverización en caliente (75 ºC a 80 ºC).

De igual forma, la patente FR 2 221 175 divulga los antiaglomerante pseudosolubles en agua que son amidas (mono-, di-, tetra-, pentamida, y otros) o poliaminas (polietilenpoliamina, biguanidina, polipropilenpoliamina).

Las patentes RU 2 152 375 y US 257 478 describen emulsiones de amina en las que una parte se encuentra en la forma de cloruro o de sal con el ácido clorhídrico. El recurso de salificación con ácido clorhídrico para disolver en solución una amina es una técnica conocida. El inconveniente de tal formulación es, sin embargo, la presencia de iones de cloruro que se consideran perjudiciales para la estabilidad de los fertilizantes con el tiempo, particularmente los fertilizantes de tipo nitrato de amonio.

La patente EP 0 081 008 describe específicamente una emulsión inversa de tipo agua en aceite que contiene una amina grasa. Sin embargo, esta solución no es aceptable en la medida en la que las emulsiones inversas no permiten vaporizar una parte del agua durante la pulverización, lo que puede obstaculizar el revestimiento de granulados higroscópicos o hidrosolubles.

La sociedad demandante ha descubierto que es posible preparar emulsiones de tipo aceite en agua que presentan a la vez propiedades antiaglomerantes e hidrofobantes cuando se pulverizan en los productos minerales higroscópicos pulverulentos o granulados (tales como los fertilizantes, a una temperatura comprendida entre 0 ºC y 60 ºC.

Típicamente, la fase aceite de la emulsión de acuerdo con la presente invención comprende al menos una amina grasa primaria y al menos un agente hidrofobante cuando la emulsión no comprende amina(s) grasa(s) que comprenden una cadena alquilo superior o igual a C_{19}.

Esta formulación es líquida y estable a temperatura ambiente, en uno o varios meses. Es manipulable y pulverizable a una temperatura comprendida entre 0 ºC y 60 ºC, lo que evita particularmente toda degradación de la amina grasa y todo riesgo de emisión de amoniaco gaseoso, pero, sobre todo, permite la pulverización en los productos minerales pulverulentos o granulados en la misma gama de temperatura (0 ºC a 60 ºC).

Esto representa una ventaja considerable si se considera que hoy en día todas las formulaciones antiaglomerantes para fertilizante deben ser transportadas, almacenadas y pulverizadas en caliente (temperaturas superiores a 80 ºC).

Como se indicó anteriormente, las emulsiones de acuerdo con la presente invención son manipulables y pulverizables a una temperatura comprendida entre 0 ºC y 60 ºC; es decir, que presentan viscosidades adaptadas para ser transportadas, bombeadas y pulverizadas en esta gama de temperatura.

De igual manera, de acuerdo con un primer aspecto, la presente invención se refiere a una emulsión de tipo aceite en agua que comprende:

A) una fase aceite que comprende:

a) al menos una amina primaria de fórmula $R\text{-}NH_2$ en la que el radical R representa una cadena alquilo, lineal o ramificada, que comprende de 16 a 60 átomos de carbono, de preferencia de 16 a 40 átomos de carbono;

b) eventualmente al menos un agente hidrofobante, con la restricción de que dicho agente hidrofobante está presente cuando la emulsión no comprende más que aminas primarias definidas en el párrafo a) anterior en las que el radical R contiene menos de 19 átomos de carbono, de preferencia contiene 16, 17 o 18 átomos de carbono, la cantidad de agente hidrofobante estando comprendida entre 0 % y 20 %, de preferencia superior o igual a 1 %, de preferencia todavía superior o igual a 2 %, e inferior a 20 %, de preferencia inferior a 10 % en peso, con relación al peso total de la emulsión, y

B) una fase acuosa.

De acuerdo con un aspecto preferido, la fase aceite de la emulsión de la presente invención representa de 6 % a 65 % en peso con respecto al peso total de la emulsión, de preferencia de 8 % a 50 % en peso. La fase acuosa generalmente está constituida de agua (complemento de 100 % en peso) y comprende eventualmente uno o varios de los otros compuestos de la emulsión de la invención que son parcialmente o totalmente solubles en agua.

La(s) amina(s) grasa(s) de la fórmula $R\text{-}NH_2$ definida(s) con anterioridad está(n) ventajosamente presente(s) en una cantidad comprendida entre 0,5 % y 65 %, de preferencia entre 1 % y 50 %, más preferentemente entre 6 y 20 % en peso con relación al peso total de la emulsión.

A manera de presentar una actividad antiaglomerante eficaz, en particular en los fertilizantes de nitrato de amonio, la emulsión de la presente invención comprende una cantidad total de amina(s) grasa(s) superior o igual al 6 % en peso, de preferencia superior o igual a 8 % en peso. Esta cantidad es ventajosamente inferior a 50 %, de preferencia inferior a 40 % en peso con relación al peso total de la emulsión.

De acuerdo con un modo de realización preferido, la emulsión acuosa de la presente invención comprende al menos una amina grasa de fórmula $R\text{-}NH_2$, en la que R representa una cadena alquilo, lineal o ramificada, que contiene de 20 a 22 átomos de carbono, la (o las) amina(s) grasa(s) estando presente(s) de preferencia en una cantidad superior o igual a 6 % en peso, de preferencia superior o igual a 8 % e inferior a 50 % en peso, de preferencia inferior a 40 %

en peso con relación al peso total de la emulsión.

La emulsión de la presente invención posee propiedades antiaglomerantes e hidrofobantes a la vez. El efecto hidrofobante se aporta por la (o las) amina(s) grasa(s), particularmente cuando la emulsión comprende al menos una amina grasa en la que la cadena alquilo comprende 19 o más átomos de carbono. Cuando la emulsión no contiene más que aminas grasas que tienen cadenas alquilo con menos de 19 átomos de carbono (por ejemplo, de 16 a 18 átomos de carbono), el efecto hidrofobante puede resultar insuficiente y en este caso, la emulsión de la presente invención comprende además al menos un agente hidrofobante.

Se debe entender que al menos tal agente hidrofobante puede eventualmente y ventajosamente estar presente en la emulsión de la presente invención, de igual manera cuando dicha emulsión comprende una o varias amina(s) grasa(s) que tienen una cadena alquilo de más de 18 átomos de carbono.

El agente hidrofobante descrito anteriormente puede ser del todo tipo conocido del experto en la técnica, particularmente seleccionado de entre aquellos mencionados en FR 2 692 166, y ventajosamente un alcohol graso tiene una cadena de hidrocarburos, lineal o ramificada, que comprende 15 o más átomos de carbono, tal como por ejemplo, alcohol cetílico, alcohol estearílico, alcohol láurico, y sus mezclas.

Como otros ejemplos adicionales de alcoholes grasos, se puede citar el alcohol araquídico (C_{20}), el alcohol behénico (C_{22}), el 1-triacontanol (C_{30}), y los alcoholes con cadena de hidrocarburos, lineal o ramificada, que comprende hasta 50 átomos de carbono, y las mezclas de dos o más de entre estos en todas proporciones.

La cantidad de agente(s) hidrofobante(s) presente en la emulsión de acuerdo con la presente invención puede variar en grandes proporciones de acuerdo con el efecto hidrofobante investigado, la naturaleza de la (o las) amina(s) grasa(s) antiaglomerante(s), de la naturaleza de los productos minerales destinados a recibir la emulsión, el aspecto de dichos productos minerales (pulverulentos o granulados), y otros. De manera general, la cantidad de agente(s) hidrofobante(s) está comprendida entre 0 % y 20 %, de preferencia superior o igual a 1 %, de preferencia todavía superior o igual a 2 %, e inferior a 20 %, de preferencia inferior a 10 % en peso, con relación al peso total de la emulsión.

La emulsión de acuerdo con la presente invención puede igualmente, y ventajosamente, comprender al menos un sistema tensioactivo. Por sistema tensioactivo se entiende al menos un tensioactivo, y de preferencia una mezcla de al menos un tensioactivo no iónico y de al menos un tensioactivo aniónico.

De entre los tensioactivos no iónicos que se pueden utilizar, se pueden citar como ejemplos no limitativos, los alcoholes grasos etoxilados de HLB comprenden entre 11 y 14, los ésteres de ácidos grasos y de polioles, las amidas obtenidas por reacción de ácidos grasos en las alcanolaminas, y otros De entre los tensioactivos aniónicos que se pueden utilizar, se pueden citar como ejemplos no limitativos, los ésteres fosfónicos, los fosfatos, los alquil- o aurilsulfonatos, los alquil- o arilsulfatos, y otros, así como también las mezclas de los dos o varios de entre los mismos.

Generalmente, las emulsiones de acuerdo con la presente invención comprenden una cantidad de tensioactivo(s) comprendida entre 0,05 % y 5 % en peso con respecto al peso toral de la emulsión, y típicamente entre 0,1 % y 2 %, preferentemente entre 0,1 y 1 % de al menos un tensioactivo no iónico y entre 0,1 % y 2 %, preferentemente entre 0,1 y 1 % de al menos un tensioactivo aniónico.

De acuerdo con un aspecto particularmente preferido, las emulsiones de la presente invención comprenden alrededor de 1 % de al menos un tensioactivo no iónico y alrededor de 1 % de al menos un tensioactivo aniónico.

La emulsión de la presente invención puede igualmente, y ventajosamente, comprender uno o varios espesantes, conocidos por el experto en la técnica y típicamente utilizados para las emulsiones en fase continua acuosa. De entre estos, se pueden citar, de manera no limitativa, la celulosa y los éteres de celulosa como la carboximetilcelulosa, la hidraxietilcelulosa, la carboximetil-hydraxietil celulosa, la hidraxietiletil celulosa, la metil celulosa, la hidraxiprapil celulosa, los carragenanos, la goma de xantano, los poli(etilenglicoles), el poli(alcohol vinílico), los espesantes polímeros de fase acuosa frecuentemente utilizados en el campo, y otros, así como también las mezclas de dos o más de entre los mismos.

Los espesantes polímeros de fase acuosa son bien conocidos para el experto en la técnica, y de preferencia son aquellos seleccionados de entre, de manera no limitativa, los polímeros sintéticos tales como los poliacrilatos y las poliacrilamidas, los ésteres vinílicos hidrolizados Las poli(-N-vinilpirralidonas), los horno- y copolímeros, así como también las sales hidrosolubles, copolímeros de estireno/anhídrido maleico e isobutileno/anhídrido maleico pueden igualmente utilizarse como agentes espesantes.

Los agentes espesantes de la fase acuosa pueden igualmente seleccionarse de entre los agentes espesantes con base mineral conocidos, como, por ejemplo, y de manera no limitativa, la sílice hidratada, las bentonitas, y los silicatos de magnesio y de aluminio hidratados. Naturalmente, se pueden utilizar mezclas de dos o varios espesantes citados con anterioridad.

Generalmente, la cantidad de espesante(s) comprendida en las emulsiones de la presente invención es inferior al 10 % en peso con relación al peso total de la emulsión, de preferencia comprende entre 0 % y 10 % en peso, de preferencia incluso entre 0,2 % y aproximadamente 7 % en peso, de manera todavía más preferida, entre aproximadamente 0,3 % y aproximadamente 5 % en peso con respecto al peso total de la emulsión.

Las emulsiones de la presente invención pueden igualmente comprender uno o varios trazadores U.V., conocidos por el experto en la técnica, que son de manera general y no limitativa, polvos sólidos que comprenden compuestos que contienen un agrupamiento estilbénico sustituido por diaminas y agrupamientos sulfónicos.

Cuando se encuentran presentes, los trazadores U.V pueden estar presentes en cantidades que generalmente comprenden entre 50 ppm y 1000 ppm en peso con relación al peso total de la emulsión, de preferencia entre 100 y 500 ppm.

La fase aceite de las emulsiones de la presente invención puede eventualmente comprender, además, al menos una amina grasa como se describe anteriormente, al menos un aceite líquido a temperatura y presión ambientes, mineral, vegetal o animal, bien conocido por el experto en la técnica.

Como ejemplos no limitativos, de entre los aceites minerales, se pueden citar los aceites líquidos derivados del petróleo constituidos de mezclas de productos de hidrocarburos alifáticos, nafténicos y aromáticos, y más generalmente los aceites parafínicos o nafténicos Igualmente, como ejemplos no limitativos, se pueden citar de entre los aceites vegetales o animales, los aceites de oliva, de maíz, de soja, de canola, de algodón, de nuez de coco, de sésamo, de girasol, de semilla de borraja, de clavo de olor, de cañamón, de linaza, de palo de China, de cártano, de oiticica, de camelina, de tung, de cáñamo, de germen de trigo, de onagra, de aceite de arenque, de hígado de bacalao, de salmón, los derivados de los aceites antes mencionados como los ésteres, en particular los ésteres metílicos, así como las mezclas de dos o más de estos aceites y derivados en todas proporciones.

La cantidad de aceite(s) presente en la emulsión de la presente invención puede variar en grandes proporciones y está generalmente comprendida entre 0 % (ausencia de aceite) y 50 %, de preferencia entre 5 % y 48 %, más preferiblemente entre 25 % y 45 %, en peso con relación al peso total de la emulsión.

Además, la emulsión de la presente invención puede contener uno o varios otros aditivos comúnmente utilizados en el campo, de entre los que se pueden citar de manera no limitativa los colorantes, pigmentos, antiespumantes, y desaireadores, particularmente el tipo de emulsión de silicona en el agua, por ejemplo, las siliconas orgánicas tales como la dimetilsilicona, y otras.

Los aditivos, cuando están presentes en las emulsiones de acuerdo con la presente invención, son en cantidades que varían de más de 0 % a alrededor de 2 %, de preferencia de alrededor de 0,01 % a alrededor de 1 %, más preferiblemente de 0,02 % a 0,7 % con relación al peso total de la emulsión.

La emulsión objeto de la presente invención se puede preparar de acuerdo con todo el procedimiento de preparación de emulsión conocido por el experto en la técnica, por ejemplo por mezcla directa de diversos compuestos que constituyen dicha emulsión con los mezcladores de tipo emulsionantes, molino ultra-turrax, de tipo de árbol de hélice, este último tipo de mezclador siendo preferido debido a su facilidad para hacerlo funcionar a escala industrial.

La emulsión de acuerdo con la presente invención de preferencia se pulveriza en los granulados minerales en donde se desea evitar el aglutinamiento, apelmazamiento, la absorción de agua, y como regla general, todo fenómeno físico que perturbe o sea susceptible de perturbar la buena circulación de dichos granulados por el usuario final.

De acuerdo con otro aspecto, la presente invención se refiere al uso de al menos una emulsión tal como se definió anteriormente para evitar, obstaculizar, o al menos frenar el apelmazamiento de minerales pulverulentos o granulados, en particular de fertilizantes, más particularmente de fertilizantes en la forma de granulados.

El uso de al menos una emulsión de acuerdo con la presente invención permite igualmente evitar, obstaculizar, o al menos frenar la absorción de agua de dichos minerales pulverulentos o granulados, gracias a las propiedades hidrofobantes de dicha emulsión.

De acuerdo con todavía otro aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento de tratamiento de minerales pulverulentos o granulados, por ejemplo, de fertilizantes en forma de granulados, que comprenden al menos una etapa de pulverización en dichos minerales de al menos una emulsión, tal como la que se describe anteriormente.

Las emulsiones de la presente invención permiten de manera ventajosa proceder con la pulverización en los productos minerales pulverulentos o granulados a temperaturas inferiores a aquellas aplicadas comúnmente en el campo. De hecho, las emulsiones de la presente invención son líquidas a temperatura ambiente y pueden aplicarse de esta forma en los minerales pulverulentos o granulados a temperaturas comprendidas entre 0 °C y 60 °C, de preferencia entre 5 °C y 50 °C, más preferiblemente entre 10 °C y 40 °C, por ejemplo, a temperatura ambiente.

Asimismo, la temperatura de los minerales pulverulentos o granulados está generalmente comprendida entre 0 °C y 60 °C, de preferencia entre 5 °C y 50 °C, por ejemplo, a temperatura ambiente. De manera de hecho preferida, los

minerales pulverulentos o granulados alcanzan la misma temperatura que las emulsiones de la invención, ventajosamente los minerales y las emulsiones se encuentran a temperatura ambiente.

La cantidad de emulsión(es) de acuerdo con la presente invención aplicada a los minerales pulverulentos o granulados puede variar en grandes proporciones de acuerdo con la naturaleza de la emulsión, minerales por proteger y el efecto investigado.

Esta cantidad generalmente es del mismo orden que la utilizada por las pulverizaciones con las formulaciones típicas conocidas por el experto en la técnica y pueden por ejemplo estar comprendidas entre 0,5 kg/tonelada (kg/T) a 2 kg/T de minerales, típicamente de aproximadamente 1 kg de emulsión por tonelada de minerales pulverulentos o granulados.

La invención se ilustra ahora con la ayuda de los ejemplos de realización siguientes y que no tienen por objeto limitar el alcance de la presente invención, alcance definido por otro lado mediante las reivindicaciones anexas a la presente descripción.

Descripción de las pruebas

1) Recubrimiento

En la industria, las formulaciones antiaglomerantes se bombean y se proyectan de preferencia por pulverización a través de una boquilla, a través de un tambor de revestimiento giratorio, en los granulados (granos de fertilizante) refrigerados (generalmente a una temperatura comprendida entre 25 °C y 35 °C).

Para el estudio de las emulsiones de acuerdo con la invención, se reproduce el recubrimiento de los granulados en laboratorio en un tazón mantenido en rotación con la pulverización de la formulación antiaglomerante, por una boquilla, en las muestras de aproximadamente 1 kg de fertilizante. El mismo tipo de pulverización y recubrimiento en cantidades más importantes (≥10 kg) se realizan en hormigón.

2) Evaluación del rendimiento antiaglomerante

En la industria, la eficacia antiaglomerante se evalúa después del examen de granulados (fertilizantes) almacenados durante un tiempo y en condiciones habituales de almacenamiento industrial de fertilizantes: almacenamiento a granel, y almacenamiento en sacos durante al menos 3 meses. La eficacia del tratamiento se evalúa al final de este periodo mediante la observación visual de los granos: aspecto de la superficie, evaluación de la cantidad de fertilizante aglomerado (peso, dureza de los terrones).

Para el estudio de las emulsiones de acuerdo con la invención, se lleva a cabo en laboratorio ensayos acelerados, gracias a los que se estima el valor del tratamiento por un porcentaje de protección. Se confeccionan tubos de ensayo con 130 g a 140 g (en función de la densidad de los granulados) de granulados (fertilizantes) colocados en moldes cuyo diámetro interior es de 5 cm, y la altura es igual a 9 cm.

Tales tubos de ensayo se someten a una compresión estática bajo presión de 5 bares a 10 bares (voluntariamente más elevada que la sufrida por los fertilizantes en condiciones reales) durante una semana a una temperatura comprendida entre 20 °C y 35 °C.

Otras pruebas aceleradas llamadas pruebas de «apelmazamiento condicionado» se llevan a cabo en fertilizantes después del acondicionamiento termohigrométrico, y una puesta bajo presión. Este acondicionamiento se lleva a cabo en una cámara climática en 450 g de granulados colocados en cestos de rotación durante 1 hora a 25 °C con una humedad relativa superior a la humedad relativa crítica de los fertilizantes concernientes. La humedad crítica relativa es la humedad relativa, a una temperatura dada, a partir de la cual el fertilizante absorbe el agua.

Una compresión idéntica a la expuesta con anterioridad se aplica después durante 16 horas. Después de la compresión, los tubos de ensayo cilíndricos se retiran de los moldes y se colocan longitudinalmente entre las quijadas de un dinamómetro, con el fin de medir la resistencia la ruptura transversal.

Esta resistencia a la ruptura transversal permite determinar el índice de protección, expresado en %, de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$\% \text{ de protección} = (FT-FA)/FT*100$$

en la que FA es la resistencia a la ruptura transversal medida en un tubo de ensayo de granulados revestidos por la emulsión de acuerdo con la invención, y FT representa la resistencia a la ruptura transversal medida en un granulado no tratado.

Cada formulación es objeto de 2 o 3 alícuotas con el fin de descartar un eventual resultado aberrante. Una formulación antiaglomerante será aún mejor cuando la FA sea débil, siempre que el índice de protección sea elevado.

Varios ensayos comparativos entre resultados de laboratorio y resultados industriales en las muestras resultan de las

muestras industriales que permiten concluir que la clasificación obtenida en el laboratorio reproduce fielmente la de los ensayos de tipo industrial.

3) Evaluación del rendimiento hidrofobante

Se habla de propiedad hidrofobante cuando la formulación antiaglomerante permite reducir la absorción de humedad de un granulado, particularmente de un granulado fertilizante, sometido a un grado de higrometría superior a la humedad crítica relativa (HCR) del fertilizante a la temperatura dada.

Para el estudio de las emulsiones de acuerdo con la invención, se lleva a cabo en laboratorio la prueba siguiente: 80 g de granulados (granulados de fertilizante) en botes de plástico abiertos se colocan en una cámara climática durante 6 horas a 25 °C a al menos 75 % de humedad relativa (o más, si la HCR del fertilizante es muy elevada). El pesaje de los botes antes y después de la prueba permite comparar la absorción en agua (HT) de un testigo no recubierto, a la de un testigo recubierto por la emulsión a evaluar (HA).

El índice de protección, expresado en porcentaje se calcula con la fórmula siguiente:

$$\% \text{ de protección} = (HT-HA)/HT*100$$

Además, la absorción de humedad es baja, y el índice de protección hidrofobante es elevado.

Ejemplo 1:

Los productos utilizados para realizar las emulsiones son las siguientes:

- aceite mineral nafténico Nyfert® 110 comercializado por la sociedad Nynas;
- amina grasa de sebo hidrogenado Noram® SH comercializado por la sociedad CECA;
- Ácido graso polietoxilado (7OE) de HLB ~ 11 comercializado bajo el nombre Remcopal® AO7 por la sociedad CECA;
- Aceite de ricino hidrogenado polietoxilado de HLB ~13, comercializado bajo el nombre Remcopal® RH40 por la sociedad CECA;
- Polioxieter ricinoleico de HLB ~12, comercializado bajo el nombre Remcopal® R33 por la sociedad CECA;
- Mono C_{10}-C_{14}, dimetilbencensulfonato de sodio, comercializado por la sociedad Infineum, bajo el nombre de Synacto® 476;
- Agua desmineralizada.

Las emulsiones siguientes se preparan al introducir la fase grasa que contiene la amina en la fase acuosa bajo agitación a la ultra-turrax a 8000 tr.min-1.

Las viscosidades de las emulsiones de esta manera fabricadas se miden con un viscosímetro Brookfield a 20 °C y 40 °C. Cuando no se especifican las condiciones, se trata de medidas efectuadas con un móvil LV4 a 12 tour.min^{-1}. Los resultados se parecen a los de la tabla 1 a continuación:

Tabla 1

Emulsión	Composición	Viscosidad a 20 °C (cPs)	Viscosidad a 40 °C (cPs)
A*	5 % Noram® SH 45 % Nyfert® 110 5 % Remcopal® RH40 45 % agua desmineralizada	78 000	5900
B*	5 % Noram® SH 40 % Nyfert® 110 5 % Remcopal® AO7 50 % agua desmineralizada	20 500	750
C*	5 % Noram® SH 40 % Nyfert® 110 5 % Remcopal® AO7 5 % Synacto® 476 45 % agua desmineralizada	12 600	850 (LV3, 3 tr.min-1) 500 (LV3, 50 tr.min-1)
D*	5 % Noram® SH 42,5 % Nyfert® 110 2,5 % Remcopal® AO7 2,5 % Synacto® 476 47,5 % agua desmineralizada	11 500	200 (LV3, 3 tr.min-1) 67 (LV3, 50 tr.min-1)
E*	5 % Noram® SH 42,5 % Nyfert® 110 2,5 % Remcopal® R33 2,5 % Synacto® 476 47,5 % agua	10 000	200 (LV3, 3 tr.min-1) 38 (LV3, 50 tr.min-1)
F*	5 % Noram® SH 45 % Nyfert® 110 2,5 % Synacto® 476 47,5 % agua desmineralizada	7250	-

*: Fuera de invención

Las emulsiones presentes en la Tabla 1 muestran que es posible emulsionar una fase aceitosa que comprende al menos una amina grasa en una solución acusa, en particular en presencia de un agente tensioactivo no iónico de HLB comprendido entre 11 y 13. Estas emulsiones se presentan en forma de líquidos o de cremas, estables, y más o menos viscosas de acuerdo con la temperatura ambiente, y el sistema tensioactivo utilizado.

Ejemplo 2:

Las emulsiones presentes en la Tabla 2 siguiente se obtienen al momento de introducir la fase grasa que contiene la amina y el agente tensioactivo aniónico, bajo agitación con la ayuda de un 200 y, 500 tr.min-1 Las viscosidades de las emulsiones se miden con viscosímetro Brookfield a 20 y 40 °C con un móvil LV4 a 12 tr.min-1.

Tabla 2

Emulsión	Composición	Viscosidad a 20 °C (cPs)	Viscosidad a 40 °C (cPs)
G*	5 % Noram® SH 42,5 % Nyfert® 110 2,5 % Remcopal® AO7 2,5 % Synacto® 476 47,5 % agua desmineralizada	8600	< 100
H*	5 % Noram® SH 42,5 % Nyfert® 110 2,5 % Remcopal® AO7 2,5 % Synacto® 476 47,5 % agua desmineralizada	9200	160

*: Fuera de invención

Las emulsiones preparadas de este modo se prueban en los granulados de fertilizantes NPK13 8 25 de la sociedad

ROSIER. Los granulados están condicionados durante 1 hora a 25 °C y 75 % de humedad relativa, después se someten durante 16 horas a 5 bares de presión, de acuerdo con el *modus operandi* descrito con anterioridad.

Por ejemplo, el recubrimiento con las emulsiones se compara con el obtenido con un testigo a 6 % de Noram® SH en el aceite Nyfert® 110, muestra líquida a temperatura ambiente. El índice de recubrimiento aplicado es de aproximadamente 1,5 kg/T. Todos los productos han sido calentados y pulverizados a 40 °C en un fertilizante a 20 °C. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 3 siguiente:

Tabla 3

	Resistencia a la ruptura (daN)	% de protección
Testigo no recubierto	50	-
Recubierto con testigo (fase aceite)	18	64
Recubierto con emulsión G	20	60
Recubierto con emulsión H	18	64

Los resultados precedentes permiten constatar que los recursos de una formulación de tipo emulsión amina grasa + aceite en una fase continua agua, con un índice global de amina grasa de 5 % conduce a un nivel de protección antiaglomerante similar al obtenido con 6 % de amina grasa en aceite, sin agua.

En las condiciones anteriormente citadas, una pulverización a 40 °C de una emulsión que contiene cerca de 50 % de agua no aporta ningún efecto negativo en cuanto al apelmazamiento, comparativamente con una formulación que no contiene más que un vector aceite.

Ejemplo 3:

Además de las materias primas del ejemplo 1, se utilizan los compuestos siguientes:

- alcohol graso polietoxilado de HLB ~13, comercializado bajo el nombre Remcopal® LP8 por la sociedad CECA;
- alcohol graso polietoxilado de HLB ~13, comercializado bajo el nombre Remcopal® IT8,85 por la sociedad CECA; amina grasa C_{16}-C_{22} comercializada bajo el nombre Noram® 42 por la sociedad CECA;
- alcohol graso de sebo hidrogenado, comercializado por la sociedad Cognis, bajo el nombre Hydrenol® S3;
- aceite mineral parafínico de tipo 150NS, comercializado por la sociedad Exxon;
- antiespumante a base de silicona para la fase acuosa, comercializada por la sociedad BYK, bajo la referencia BY-094

Las emulsiones presentadas en la Tabla 4 anterior se realizaron al emulsificar la fase grasa que contiene la amina y los tensioactivos en la fase acuosa (salvo la emulsión O, en la que la fase acuosa se introduce en la mezcla aceite + amina + tensioactivos) con un mezclador de rotor, de tipo Rayneri y una velocidad de rotación de 1500 $tr.min^{-1}$. Las viscosidades de las emulsiones se miden con un viscosímetro Brookfield a 20 °C y 40 °C. Cuando no se especifican las condiciones, se trata de medidas efectuadas con un móvil LV4 a 30 $tour.min^{-1}$. Las viscosidades de las emulsiones dejadas en reposo a temperatura ambiente durante más de 24 horas, y después de agitar el frasco figuran entre paréntesis.

Tabla 4

Emulsión	Composición	Viscosidad a 20 °C (cPs)	Viscosidad a 40 °C (cPs)
I*	4 % Noram® SH 34 % Nyfert® 1 % Remcopal® LP8 1 % Synacto® 476 60 % agua desmineralizada	2719	-
J	4 % Noram® 42 34 % Nyfert® 1 % Remcopal® LP8 1 % Synacto® 476 60 % agua desmineralizada	1000 (920)	300
K	8 % Noram® 42 30 % Nyfert® 1 % Remcopal® LP8 1 % Synacto® 476 60 % agua desmineralizada	2700 (2360)	1280
L	8 % Noram® 42 28 % Nyfert® 2 % Hydrenol® S3 1 % Remcopal® LP8 1 % Synacto® 476 60 % agua desmineralizada	3360 (3100)	1400
M	8 % Noram® 42 28 % aceite 150NS 2 % Hydrenol® S3 1 % Remcopal® IT8,85 1 % Synacto® 476 60 % agua desmineralizada	2800 (860)	900
N	8 % Noram® 42 28 % aceite SN150 2 % Hydrenol® S3 1 % Remcopal® IT8,85 1 % Synacto® 476 1 % antiespumante BYK-094 60 % agua desmineralizada	420	300
O	9,95 % Noram 42 27,8 % aceite Nyfert 1 % Remcopal IT8,85 1 % Synacto476 59,65 % agua 0,6 % BYK-094	2700 (1400)	Emulsión obtenida por introducción de

*: Fuera de invención

Las pruebas de apelmazamiento se realizaron después de la pulverización de 0,9 kg/T de las emulsiones, en los granulados de fertilizante CAN 27 esforoidizado por la sociedad PEG-RHIN, a 20 °C. La prueba en prensa se llevó a cabo durante 5 días a temperatura ambiente bajo 10 bares. Los resultados se presentan en la Tabla 5 siguiente:

Tabla 5

Tipo de recubrimiento y temperatura de emulsión	Resistencia a la ruptura (daN)	% de protección antiaglomerante	Tipo de recubrimiento y temperatura de emulsión
Testigo no recubierto	150	-	1,44 % de absorción de humedad
Recubierto con emulsión I* a temperatura ambiente	-	-	< 0
Recubierto con emulsión J a temperatura ambiente	60	61	14
Recubierto con emulsión K a 50 °C	31	80	19
Recubierto con emulsión L a 50 °C	30	81	25
Recubierto con emulsión M a 40 °C	21	85	-

*: Fuera de invención

Estos resultados confirman que es posible obtener las propiedades antiaglomerantes en los fertilizantes ricos en nitrato de amonio con una formulación de tipo emulsión de fase grasa en agua de acuerdo con la presente invención.

Las pruebas de apelmazamiento, después de la pulverización de 1 kg/T de emulsiones de acuerdo con la invención, se realizan en los fertilizantes de nitrato de amonio de alta densidad, AN 33,5 % gránulos agrandados provistos por la sociedad GPN una semana después de su preparación. El recubrimiento se efectuó en una decena de kilos de fertilizante a temperatura ambiente, sometido a rotación en un hormigón. La prueba en prensa se llevó a cabo durante 5 días a temperatura ambiente bajo 10 bares.

Tabla 6

Tipo de recubrimiento y temperatura de emulsión	Resistencia a la ruptura (daN)	% de protección antiaglomerante	% de protección hidrofobante
Testigo no recubierto	50	-	2,21 % de absorción de humedad
Recubierto con emulsión M a 40 °C	0	100	52
Recubierto con emulsión O a 40 °C	0	100	35
Recubierto con emulsión L a 50 °C	0	100	50
Recubrimiento con formulación comercial Fluidiram® F925H de CECA a 80 °C	0	100	50

En vista de estos resultados, parece claramente que es posible obtener una protección antiaglomerante e hidrofobante con una emulsión de amina grasa + aceite + alcohol graso (agente hidrofobante), del nivel de los de una formulación pastosa con base en aceite mineral. Los resultados obtenidos por ejemplo con la emulsión M o con la emulsión L muestran que es posible obtener grados de protección en cuanto al antiaglomeramiento y la hidrofobación, por pulverización a 40 °C o 50 °C en fertilizantes a temperatura ambiente, de hecho comparables con aquellos obtenidos con las formulaciones típicas pulverizadas en caliente en los granulados calentados a 80 °C.

Las emulsiones de acuerdo con la presente invención, que se pueden pulverizar a temperatura ambiente, o calentar ligeramente a una temperatura inferior a las temperaturas típicamente aplicadas en el campo (aproximadamente 80 °C), presentan de este modo la ventaja de evitar cualquier degradación de dicha amina.

REIVINDICACIONES

1. Emulsión de tipo aceite en agua que comprende:

A) una fase aceite que comprende:

a) al menos una amina primaria de fórmula R-NH2 en la que el radical R representa una cadena alquilo, lineal o ramificada, que comprende de 16 a 60 átomos de carbono, de preferencia de 16 a 40 átomos de carbono;

b) eventualmente al menos un agente hidrofobante, con la restricción de que dicho agente hidrofobante está presente cuando la emulsión no comprende más que aminas primarias definidas en el párrafo a) anterior en las que el radical R comprende menos de 19 átomos de carbono, de preferencia comprende 16, 17 o 18 átomos de carbono, la cantidad de agente hidrofobante estando comprendida entre 0 % y 20 %, de preferencia superior o igual a 1 %, más preferentemente superior o igual a 2 %, e inferior a 20 %, de preferencia inferior a 10 % en peso, con relación al peso total de la emulsión, y

B) una fase acuosa.

2. Emulsión de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la fase aceite representa de 6 % a 65 % en peso, de preferencia de 8 % a 50 % en peso con relación al peso total de la emulsión.

3. Emulsión de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la(s) amina(s) grasa(s) de la fórmula R-NH2 está(n) presente(s) en una cantidad comprendida entre 0,5 % y 65 %, de preferencia entre 1 % y 50 %, más preferentemente entre 6 y 20 % en peso con relación al peso total de la emulsión.

4. Emulsión de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la(s) amina(s) grasa(s) es(son) de la fórmula R-NH_2, R representa una cadena alquilo, lineal o ramificada, que contiene de 20 a 22 tomos de carbono.

5. Emulsión de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el agente hidrofobante es un alcohol graso con una cadena de hidrocarburos, lineal o ramificada, que comprende 15 o más átomos de carbono y hasta 50 átomos de carbono.

6. Emulsión de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además al menos un aceite mineral, vegetal o animal, líquido a temperatura y presión ambientales en una cantidad comprendida entre 0 % y 50 %, de preferencia entre 5 % y 48 %, más preferentemente entre 25 % y 45 % en peso con relación al peso total de la emulsión.

7. Emulsión de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además al menos un sistema tensioactivo y de preferencia una mezcla de al menos un tensioactivo no iónico y de al menos un tensioactivo aniónico.

8. Emulsión de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además al menos un espesante y/o al menos un trazador U.V., y/o al menos un aditivo seleccionado de entre los colorantes, pigmentos, antiespumantes y desaireadores, y otros.

9. Uso de al menos una emulsión de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 para evitar, obstaculizar, o al menos frenar el apelmazamiento de minerales pulverulentos o granulados, en particular de fertilizantes, más particularmente de fertilizantes en la forma de granulados.

10. Uso de acuerdo con la reivindicación 9, para evitar, obstaculizar, o al menos frenar la absorción de agua de dichos minerales pulverulentos o granulados.

11. Procedimiento de tratamiento de minerales pulverulentos o granulados que comprenden al menos una etapa de pulverización en dichos minerales de al menos una emulsión de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, en la que la(s) emulsión(es) se aplican a una temperatura comprendida entre 0 °C y 60 °C, de preferencia entre 5 °C y 50 °C, más preferiblemente entre 10 °C y 40 °C, en los minerales a una temperatura comprendida entre 0 °C y 60 °C, de preferencia entre 5 °C y 50 °C, más preferiblemente entre 10 °C y 40 °C.

13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, en la que la cantidad de emulsión(es) aplicada está comprendida entre 0,5 kg/tonelada (kg/T) y 2 kg/T de minerales, típicamente alrededor de 1 kg de emulsión por toneladas de minerales.