

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 029 007**

51 Int. Cl.:

B03D 1/00 (2006.01)

B03D 1/008 (2006.01)

B03D 1/01 (2006.01)

B03D 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.07.2022 PCT/EP2022/069546**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.03.2023 WO23036498**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.07.2022 E 22750814 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.03.2025 EP 4399029**

54 Título: **Composición y método para el uso de ácidos 1-alkil-5-oxopirrolidin-3-carboxílicos como colectores para la flotación de fosfato y litio**

30 Prioridad:

09.09.2021 US 202117470795

28.09.2021 EP 21199322

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

23.06.2025

73 Titular/es:

**CLARIANT INTERNATIONAL LTD (100.00%)
Rothausstrasse 61
4132 Muttenz, CH**

72 Inventor/es:

**LEINWEBER, DIRK;
GROSSMANN, ADRIANA;
DA SILVA, 'WAGNER CLAUDIO y
BICALHO, LEANDRO SEIXAS**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 3 029 007 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

Composición y método para el uso de ácidos 1-alkuil-5-oxopirrolidin-3-carboxílicos como colectores para la flotación de fosfato y litio

5 La presente invención se refiere a la separación de minerales de fosfato y litio mediante flotación a partir de minerales o pre-concentrados crudos utilizando ácidos grasos como agentes colectores y al menos un ácido 1-alkuil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o un ácido 1-alkenil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o una mezcla de los mismos como co-colector.

10 Los minerales de fosfato y litio se encuentran normalmente junto con minerales de ganga sin valor, por ejemplo minerales de silicato y minerales de carbonato, tales como cuarzo y calcita. La separación de los minerales de ganga a partir de los minerales de fosfato y litio se realiza mediante flotación. La flotación normalmente requiere que esté presente un colector.

Los agentes colectores pueden describirse como compuestos químicos orgánicos que, además de uno o más radicales hidrocarbonados no polares, portan uno o más grupos polares químicamente activos que pueden adsorberse en centros activos del mineral y volviéndolo por lo tanto hidrófobo.

15 Como es sabido, la flotación o flotación por espuma es un proceso de concentración ampliamente usado para minerales, en el que uno o más minerales valiosos se separan de los que no tienen valor. La preparación del mineral para la flotación se lleva a cabo mediante molienda en seco, o preferiblemente en húmedo del mineral previamente triturado hasta un tamaño de partícula adecuado. El tamaño de partícula depende, por un lado, del grado de inter-crecimiento, es decir, del tamaño de las partículas individuales en un ensamblaje mineral, y por otro lado también del
20 tamaño de partícula máximo que todavía es posible que flote y que puede diferir ampliamente dependiendo del mineral. El tipo de máquina de flotación utilizada también tiene una influencia sobre el tamaño máximo de partícula que puede flotar.

25 Etapas adicionales para la preparación de minerales de fosfato y de litio para flotación pueden representar una preparación de material sin valor, por un lado, por ejemplo, mediante separación de medios pesados (separación de componentes relativamente gruesos) y, por otro lado, deslamado (separación de las partículas ultrafinas más finas). La eliminación de minerales magnéticos, que casi siempre están presentes para ambos tipos de mineral, por medio de separación magnética también es un posible método de pre-concentrado. La invención no se limita a procesos de flotación precedidos por una etapa de pre-concentración.

30 Con respecto a los minerales que se recuperan en la espuma, se deben distinguir dos procedimientos. En la flotación directa, el mineral o minerales valiosos se recogen en la espuma que se genera sobre la superficie de la suspensión de flotación, y esto requiere que sus superficies se hayan hecho hidrófobas previamente por medio de uno o más agentes colectores. Los minerales sin valor están presentes entonces en los relaves de flotación. En la flotación inversa, los minerales sin valor se vuelven hidrófobos mediante agentes colectores, mientras que los relaves de flotación forman el concentrado valioso real. La presente invención se refiere a la flotación directa de los minerales de
35 fosfato y litio, pero también puede seguir una etapa de flotación inversa anterior que, por ejemplo, representa una flotación de minerales de tipo silicato mediante agentes colectores catiónicos.

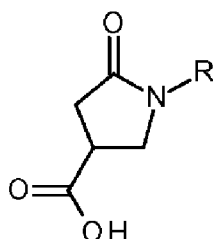
40 Se conocen un gran número de compuestos químicos aniónicos y anfóteros como agentes colectores para minerales de fosfato, y éstos incluyen, por ejemplo, ácidos grasos insaturados (ácido oleico, ácido linoleico, ácido linolénico) y los jabones de sodio, potasio o amonio de los mismos, fosfatos de monoalquilo y dialquilo, ácidos alcanosulfocarboxílicos, alquilarsulfonatos, ácidos acilaminocarboxílicos y ácidos alquilaminocarboxílicos. Además, se conocen agentes colectores que son aductos del ácido sulfosuccínico (véase, por ejemplo, los documentos de Patente US-4207178, US-4192739, US-4158623 y US-4139481). Muchas de estas clases de compuestos químicos, sin embargo, presentan una selectividad insatisfactoria que no permite la producción de concentraciones de fosfato comercializables o hacen necesario el uso de una cantidad relativamente grande de reactivos reguladores, especialmente depresores para los minerales de ganga.
45

50 En la flotación de minerales de fosfato con ácidos grasos según el documento de Patente ZA-9009347 se sabe que la producción de flotación puede mejorarse usando, además del agente colector (un ácido graso), un agente dispersante, tal como, por ejemplo, un nonil fenol con 2-5 moles de óxido de etileno (EO) y un alcohol alcoxilado alifático con la longitud de cadena de C₁₁-C₁₅ que contiene 2 - 4 moles de EO. Un mejora adicional surge si un alcohol con la longitud de cadena de C₁-C₁₅ se disuelve en el agente dispersante. Este alcohol mejora la emulsibilidad del agente dispersante. Sin embargo, los nonil fenoles alcoxilados se consideran cuestionables desde el punto de vista de la protección medioambiental y toxicología. Existe una tendencia a evitar el uso de nonil fenoles alcoxilados en operaciones de flotación y, por lo tanto, a usar un sustituto adecuado

55 Para la concentración de litio, se sabe que se usan ácidos grasos saturados o insaturados como agentes colectores. El documento de Patente US-3859208 describe el uso de ácidos grasos derivados de aceite de resina y ácido erúrico, que contienen de 20 a 22 átomos de carbono y una mezcla de ácidos grasos que contiene de aproximadamente 15 a aproximadamente 75% de un ácido graso que contiene de 20 a 22 átomos de carbono, en equilibrio con ácidos grasos de C₁₈ o inferiores. El documento de Patente US-4098687 también describe el uso de ácidos grasos saturados o

insaturados que contienen aproximadamente de 18 a 20 átomos de carbono, jabones solubles en agua derivados de dichos ácidos grasos, y mezclas de los mismos. Aunque los ácidos grasos se aplican ampliamente como agentes colectores para la flotación de litio, estas clases de compuestos químicos, sin embargo, lograron una recuperación de litio muy baja o insatisfactoria.

- 5 La presente invención se preocupa por lo tanto de encontrar composiciones que sean útiles como agentes colectores para flotación de fosfato y litio. Sorprendentemente, se ha encontrado ahora que los ácidos 1-alkuil-5-oxopirrolidin-3-carboxílicos o el ácido 1-alkenil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o una mezcla de los mismos se pueden usar como un co-colector junto con ácidos grasos, por lo que la recuperación de P_2O_5 y Li_2O se mejora con respecto al uso de ácidos grasos solos.
- 10 Una realización de la presente invención reivindicada proporciona un agente de flotación para minerales de fosfato y de litio, que comprende una composición del agente colector que contiene al menos un ácido graso y al menos un ácido 1-alkuil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o ácido 1-alkenil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico según la Fórmula 1.



(1)

en donde R es un grupo alquilo o alqueno de C_7 a C_{21} .

- 15 El efecto técnico del al menos un ácido 1-alkuil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o ácido 1-alkenil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o una mezcla de los mismos presente en el agente de flotación es que es un co-colector para minerales de fosfato y litio. A continuación, las expresiones co-colector se referirán al ácido 1-alkuil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o ácido 1-alkenil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o una mezcla de los mismos. En la Fórmula (I), R es preferiblemente un resto de C_{11} a C_{19} , más preferiblemente de C_{13} a C_{18} . En una realización preferida adicional, R es un resto de alqueno de C_{11} a C_{19} , más preferiblemente de C_{12} a C_{17} que tiene al menos un doble enlace.
- 20

La realización más preferida de la Fórmula (I) como un co-colector del mineral de fosfato es en donde R es un grupo alqueno de C_{18} .

La realización más preferida de la Fórmula (I) como un co-colector del mineral de litio es en donde R es un grupo alquilo de C_{12} .

- 25 El efecto técnico del ácido graso presente en el agente de flotación es que es un colector para minerales de fosfato y litio. El ácido graso que constituye el componente principal del agente de flotación según la invención es preferiblemente un ácido monocarboxílico lineal o ramificado que tiene de 8 a 26 átomos de carbono. Para este fin, pueden usarse los ácidos grasos conocidos como colectores en el estado de la técnica. La cantidad de ácido graso es del 70 al 99, particularmente del 80 al 95, especialmente del 85 al 90% en peso del peso total del agente de flotación.
- 30 El agente de flotación según la invención contiene entre el 1 y el 30%, en particular del 5 al 20%, especialmente del 10 al 15% en peso del ácido 1-alkuil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o ácido 1-alkenil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o una mezcla de los mismos de co-colector, basado en el peso total del agente de flotación.

El agente de flotación según la invención se usa preferiblemente en cantidades de 100 a 1000 g/t de mineral sólido para la flotación de minerales de fosfato. La cantidad del agente co-colector según la invención añadida en el caso de dosificación del colector separada esta preferiblemente entre 100 y 350 g/t, en particular entre 150 y 300 g/t del mineral sólido.

35

El agente de flotación según la invención puede comprender, además de dichos componentes de ácido graso y ácido 1-alkuil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o ácido 1-alkenil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o una mezcla de los mismos, depresores conocidos u otros componentes. Dichos componentes son, por ejemplo, agentes espumantes y éteres de poliglicol alifáticos.

40

Otro aspecto de esta invención es el uso de al menos un ácido graso y al menos un compuesto de Fórmula (I) en mezcla como agentes de flotación para minerales de fosfato y litio.

Otro aspecto de esta invención es un proceso para la flotación de minerales de fosfato y litio, comprendiendo el proceso la etapa de añadir el reactivo de flotación que comprende al menos un ácido graso y al menos un compuesto de Fórmula (I) a una suspensión acuosa del mineral, y airear la mezcla así obtenida.

Ejemplos

5 Preparación de la formulación del agente colector para todos los ejemplos

Se calentó un ácido graso de aceite de soja crudo a aproximadamente 60°C hasta que todos los sólidos se fundieron y posteriormente se homogeneizaron. Se calentó un ácido 1-alkuil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o un ácido 1-alkenil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o una mezcla de los mismos a aproximadamente 60°C hasta que todos los sólidos se fundieron y posteriormente se homogeneizaron. 85 g del ácido graso de aceite de soja crudo homogeneizado fundido se transfirieron a un vaso de precipitados calentado y (con agitación a aproximadamente 100 rpm) se añadieron lentamente 15 g del ácido 1-alkuil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o ácido 1-alkenil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o una mezcla de los mismos homogeneizados fundidos, y la mezcla se homogeneizó durante 30 minutos con calentamiento a 60°C.

Materiales utilizados:

15 Tabla 1: Descripción de los ácidos grasos y co-colectores

	Reactivo 1	Reactivo 2	Relación reactivo 1: reactivo 2
Ácido graso	Ácido graso de aceite de soja crudo (Almad S/A) (comparativo)	-	1:0
Co-colector 1	Ácido itacónico	Octilamina	1:1
Co-colector 2	Ácido itacónico	Laurilamina	1:1
Co-colector 3	Ácido itacónico	Oleilamina	1:1
Co-colector 4	Ácido itacónico	Coccolamina	1:1
Co-colector 5	Ácido itacónico	Estearilamina	1:1
Co-colector 6	Ácido itacónico	Dodecil triamina	1:1
Co-colector 7	Ácido itacónico	Dodecil triamina	2:1
Co-colector 8	Ácido itacónico	Seboamina	1:1

Ejemplo 1

Investigaciones relacionadas con aplicaciones para la flotación de fosfato

Los experimentos de flotación por espuma se realizaron usando una celda de flotación de laboratorio Denver. Se acondicionó 1,00 kg de mineral molido agitando a 1100 rpm con 0,66 litros de agua (contenido de sólidos de la pasta 60% en peso). Se añadió un depresor (almidón cáustico de maíz) y el colector descrito anteriormente y el acondicionamiento continuó durante 5 minutos a partir de entonces. El contenido de sólidos de la pasta se ajustó a 30% mediante la adición de agua. El pH se ajustó a 9,0 y la mezcla se agitó durante 1 minuto. La agitación se ajustó a 1400 rpm, la entrada de aire se abrió, y el mineral se hizo flotar durante 3 minutos, obteniendo el concentrado más grueso (espuma) y el relave más grueso (mineral restante en la celda). El concentrado más grueso se devolvió a la celda de flotación y se hizo flotar de nuevo, sin añadir colector, durante 2 minutos a 1000 rpm, obteniendo el concentrado más limpio (concentrado de fosfato) y el relave más limpio. El concentrado más limpio y el relave más limpio, además del relave más grueso (relave final secado a $105 \pm 5^\circ\text{C}$), se pesaron y analizaron para determinar su grado de fosfato por el método XRF (fluorescencia de rayos X).

La eficacia de las formulaciones de los agentes colectores basadas en el ácido 1-alkuil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o el ácido 1-alkenil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o una mezcla de los mismos (formulaciones de agentes colectores P2 a P17) se comparó con la del ácido graso puro (formulación del agente colector P1). La concentración de ácido graso puede reducirse, con respecto al producto de comparación, del 100% al 85%, mejorando de este modo la recuperación y manteniendo del P_2O_5 en un grado aceptable. El P_2O_5 en grado aceptable significa un objetivo de $\geq 35,8\%$ en peso de P_2O_5 . Además, la sustitución total del ácido graso por la formulación del agente colector P12 (ácido oleil-1-alkuil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico) mejoró la recuperación de fosfato junto con el mantenimiento de P_2O_5 en un grado aceptable (Objetivo $\geq 35,8\%$ en peso de P_2O_5).

Tabla 2 - Resultados de la composición y flotación para mineral de fosfato

Formulación del agente colector	Formulación (% en peso)				Dosificación (g/t)	Grado de P_2O_5 (% en peso)	de en	Recuperación de P_2O_5 (% en peso)
	Componente 1	%	Componente 2	%				
P1	Ácido graso	100	-	-	250	39,60		48,08
P2	Ácido graso	85	Co-colector 1	15	250	38,91		51,78
P3	Ácido graso	85	Co-colector 2	15	250	39,00		53,55
P4	Ácido graso	85	Co-colector 3	15	250	39,61		65,40
P5	Ácido graso	85	Co-colector 4	15	250	39,97		50,11
P6	Ácido graso	85	Co-colector 5	15	250	38,95		55,68
P7	Ácido graso	85	Co-colector 6	15	250	38,86		1,39
P8	Ácido graso	85	Co-colector 7	15	250	39,99		14,57
P9	Ácido graso	85	Co-colector 8	15	250	39,90		37,41
P10	Ácido graso	0	Co-colector 1	100	250	17,47		2,64
P11	Ácido graso	0	Co-colector 2	100	250	17,47		2,64
P12	Ácido graso	0	Co-colector 3	100	250	39,06		81,28
P13	Ácido graso	0	Co-colector 4	100	250	30,37		3,11
P14	Ácido graso	0	Co-colector 5	100	250	n.a.		n.a.
P15	Ácido graso	0	Co-colector 6	100	250	10,25		0,58
P16	Ácido graso	0	Co-colector 7	100	250	14,73		0,61
P17	Ácido graso	0	Co-colector 8	100	250	15,37		0,95
*n.a. significa que no se observó flotación								

Ejemplo 2

Los materiales usados son los enumerados en la Tabla 1 anterior.

5 Investigaciones relacionadas con aplicaciones para la flotación del litio

Los experimentos de flotación por espuma se realizaron usando una celda de flotación de laboratorio Denver. Se acondicionaron 0,8 kg de mineral molido agitando a 1500 rpm con 0,8 litros de agua (contenido de sólidos de la pasta 50% en peso). Se añadió el colector y se continuó el acondicionamiento durante 7 minutos a partir de entonces. El pH se ajustó a 10,0 y la mezcla se agitó durante 1 minuto.

- 10 La agitación se ajustó a 1300 rpm, la entrada de aire se abrió, y el mineral se hizo flotar durante 7 minutos, obteniendo el concentrado más grueso (espuma) y el relave más grueso. El concentrado más grueso y el relave más grueso se secaron a $105 \pm 5^\circ\text{C}$, se pesaron y analizaron para determinar su grado de litio mediante el método de ICP-OES.

- 15 La eficacia de las formulaciones de los agentes colectores basada en el ácido 1-alkil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o el ácido 1-alkenil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o una mezcla de los mismos (formulación de agentes colectores L2 a L17) se comparó con el ácido graso puro (formulación del agente colector L1). La concentración del ácido graso puede reducirse, con respecto al producto de comparación, del 100% al 85%, mejorando de este modo la recuperación y manteniendo del Li_2O en un grado aceptable. El Li_2O en un grado aceptable significa un objetivo de $\geq 4,0\%$ en peso de Li_2O , considerando el concentrado más grueso.

Tabla 3 - Resultados de la composición y flotación para el mineral de litio

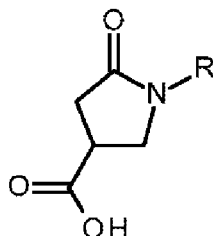
Formulación del agente colector	Formulación (% en peso)				Dosificación (g/t)	Grado de Li_2O (% en peso)	Recuperación de Li_2O (% en peso)
	Componente 1	%	Componente 2	%			
L1	Ácido graso	100	-	-	600	4,89	51,6
L2	Ácido graso	85	Co-colector 1	15	600	3,85	48,5

ES 3 029 007 T3

L3	Ácido graso	85	Co-colector 2	15	600	4,76	77,4
L4	Ácido graso	85	Co-colector 3	15	600	5,03	58,0
L5	Ácido graso	85	Co-colector 4	15	600	4,86	65,5
L6	Ácido graso	85	Co-colector 5	15	600	5,11	40,6
L7	Ácido graso	85	Co-colector 6	15	600	2,50	25,4
L8	Ácido graso	85	Co-colector 7	15	600	4,33	34,3
L9	Ácido graso	85	Co-colector 8	15	600	3,66	17,1
L10	Ácido graso	0	Co-colector 1	100	600	1,10	8,50
L11	Ácido graso	0	Co-colector 2	100	600	1,43	30,9
L12	Ácido graso	0	Co-colector 3	100	600	3,05	12,6
L13	Ácido graso	0	Co-colector 4	100	600	1,55	10,8
L14	Ácido graso	0	Co-colector 5	100	600	n.a.	n.a.
L15	Ácido graso	0	Co-colector 6	100	600	1,24	47,5
L16	Ácido graso	0	Co-colector 7	100	600	1,35	26,0
L17	Ácido graso	0	Co-colector 8	100	600	1,55	5,48
*n.a. significa que no se observó flotación							

REIVINDICACIONES

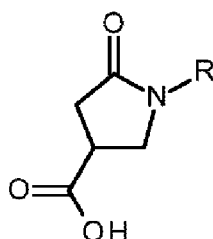
1. Un agente de flotación para un mineral de fosfato o de litio, que comprende al menos un ácido graso y al menos un ácido 1-alkil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o un ácido 1-alkenil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o una mezcla de los mismos de la Fórmula (I)



(1)

en donde R es un grupo alquilo o alquenilo de C₇ a C₂₁, en donde la cantidad de ácido graso es del 70 al 99% en peso, y en donde la cantidad del ácido 1-alkil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o del ácido 1-alkenil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico de la Fórmula (I) es del 1 al 30% en peso.

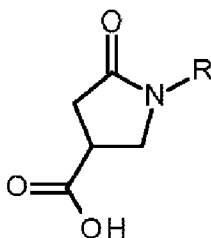
2. El agente de flotación como se reivindica en la reivindicación 1, en donde el ácido graso tiene de 8 a 26 átomos de carbono.
3. El agente de flotación como se reivindica en la reivindicación 1 o 2, en donde R es un resto alquilo o alquenilo de C₁₁ a C₁₉.
4. El agente de flotación como se reivindica en la reivindicación 1 o 2, en donde R es un resto alquilo o alquenilo de C₁₃ a C₁₈.
5. El agente de flotación como se reivindica en la reivindicación 1 o 2, en donde R es un resto alquenilo de C₁₂ a C₁₇ que tiene al menos un doble enlace.
6. El agente de flotación como se reivindica en la reivindicación 1 o 2, en donde R es un grupo alquenilo de C₁₈.
7. El agente de flotación como se reivindica en la reivindicación 1 o 2, en donde R es un grupo alquilo de C₁₂.
8. El uso de un agente de flotación como se reivindica en las reivindicaciones 1 a 7 en cantidades de 100 a 1000 g/t para la flotación del mineral de fosfato.
9. Un proceso para la flotación de un mineral de fosfato, comprendiendo el proceso la etapa de añadir de 100 a 1000 g/t de un reactivo de flotación que comprende al menos un ácido graso y al menos un ácido 1-alkil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o un ácido 1-alkenil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o una mezcla de los mismos de la Fórmula (I)



(1)

- en donde R es un grupo alquilo o alquenilo de C₇ a C₂₁, en donde la cantidad de ácido graso es del 70 al 99% en peso, y en donde la cantidad del ácido 1-alkil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o ácido 1-alkenil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico de Fórmula (I) es del 1 al 30% en peso, a una suspensión acuosa del mineral de fosfato, y airear la mezcla así obtenida.
10. El proceso para la flotación de un mineral de fosfato como se reivindica en la reivindicación 9, en donde el ácido graso tiene de 8 a 26 átomos de carbono.
11. El proceso para la flotación de un mineral de fosfato como se reivindica en la reivindicación 9 o 10, en donde R es un resto alquilo o alquenilo de C₁₁ a C₁₉.

12. El proceso para la flotación de un mineral de fosfato como se reivindica en la reivindicación 9 o 10, en donde R es un resto alquilo o alqueno de C₁₃ a C₁₈.
13. El proceso para la flotación de un mineral de fosfato como se reivindica en la reivindicación 9 o 10, en donde R es un resto alqueno de C₁₂ a C₁₇ que tiene al menos un doble enlace.
- 5 14. El proceso para la flotación de un mineral de fosfato como se reivindica en la reivindicación 9 o 10, en donde R es un grupo alqueno de C₁₈.
15. Un proceso para la flotación de un mineral de litio, comprendiendo el proceso la etapa de añadir de 100 a 1000 g/t de un reactivo de flotación que comprende al menos un ácido graso y al menos un ácido 1-alquil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o un ácido 1-alquenoil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o una mezcla de los mismos de Fórmula (I)



(1)

en donde R es un grupo alquilo o alqueno de C₇ a C₂₁, en donde la cantidad de ácido graso es del 70 al 99% en peso, y en donde la cantidad del ácido 1-alquil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico o del ácido 1-alquenoil-5-oxopirrolidin-3-carboxílico de Fórmula (I) es del 1 al 30% en peso, a una suspensión acuosa del mineral de litio, y airear la mezcla así obtenida.

16. El proceso para la flotación de un mineral de litio como se reivindica en la reivindicación 15, en donde el ácido graso tiene de 8 a 26 átomos de carbono.
17. El proceso para la flotación de un mineral de litio como se reivindica en la reivindicación 15 o 16, en donde R es un resto alquilo o alqueno de C₁₁ a C₁₉.
18. El proceso para la flotación de un mineral de litio como se reivindica en la reivindicación 15 o 16, en donde R es un resto alquilo o alqueno de C₁₃ a C₁₈.
19. El proceso para la flotación de un mineral de litio como se reivindica en la reivindicación 15 o 16, en donde R es un resto alqueno de C₁₂ a C₁₇ que tiene al menos un doble enlace.
20. El proceso para la flotación de un mineral de fosfato como se reivindica en la reivindicación 9 o 10, en donde R es un grupo alquilo de C₁₂.