

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 460 940**

51 Int. Cl.:

**C22B 3/24**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.07.2011 E 11174988 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.03.2014 EP 2548979**

54 Título: **Método para mantener la relación de la oxima con respecto a la concentración del modificador en equilibrio en circuitos de extracción de disolvente**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**16.05.2014**

73 Titular/es:

**COGNIS IP MANAGEMENT GMBH (100.0%)  
Henkelstrasse 67  
40589 Düsseldorf, DE**

72 Inventor/es:

**VIRNIG, MICHAEL JOSEPH;  
BENDER, JACK y  
EMMERICH, NATHAN**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 460 940 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

Método para mantener la relación de la oxima con respecto a la concentración del modificador en equilibrio en circuitos de extracción de disolvente.

Campo de la invención

- 5 La presente invención pertenece al área de la hidrometalurgia, en particular, a la recuperación de metales a partir de soluciones acuosas derivadas de la lixiviación de menas metalíferas a través de extracción con disolventes y se refiere a un método mejorado para el mantenimiento de las proporciones relativas de los componentes de la formulación de extracción de metal en la fase orgánica durante el tiempo en operación.

Estado del arte

- 10 En la metalurgia extractiva, las formulaciones de reactivos de extracción con disolventes comprenden típicamente disolventes de extracción de oxima, diluyentes orgánicos, y en algunos casos, modificadores del equilibrio y/o modificadores cinéticos.

- 15 Con el fin de operar una planta para la recuperación de un metal tal como cobre de un mineral mediante electrodeposición de metales - extracción con disolventes - lixiviación en condiciones óptimas, se tienen que definir primero las condiciones de lixiviación requeridas para llevar los contenidos de metal de cobre a una disolución acuosa. Dependiendo de la naturaleza y el grado del mineral, la solución de lixiviación resultante contendrá una cierta cantidad por ejemplo de cobre dentro de un cierto intervalo de concentración. También contendrá un cierto intervalo de concentración de reactivo de lixiviación residual, típicamente ácido sulfúrico en el caso del cobre. También contendrá diversos otros metales como por ejemplo hierro, magnesio, y aluminio en forma de sulfato. En la selección del disolvente de extracción óptimo y la concentración del mismo utilizados para la recuperación de los contenidos de cobre de la solución de lixiviación, hay que tener también en cuenta factores tales como las condiciones de extracción que a su vez se determinan por la forma en que se quiere operar la nave de electroobtención, la recuperación deseada de metal a partir de la solución de lixiviación, la configuración del circuito (número de etapas de extracción y etapas de desbrozado disponibles dependiendo de las restricciones de capital del proyecto), así como la naturaleza de la solución de lixiviación. La selección apropiada del agente de extracción óptimo es importante para asegurar la máxima rentabilidad.

- 20 Una vez que el reactivo ha sido seleccionado, se añade al circuito para el llenado inicial y se añade reactivo fresco adicional según sea necesario para mantener la concentración óptima de reactivo con el tiempo. Una cierta cantidad de reactivo se pierde con el tiempo, ya sea por arrastre de la fase orgánica en el refinado acuoso que sale o por degradación química de la oxima por lo que se hace necesaria la adición de reactivo fresco a la fase orgánica para mantener la concentración de reactivo deseada.

- 25 Las aldoximas son agentes de extracción fuertes que son difíciles de separar dando como resultado una transferencia neta relativamente pobre de cobre en un circuito en condiciones de operación típicas. Las cetoximas son agentes de extracción débiles que son fácilmente separados dando lugar a una transferencia neta de cobre muy buena en un circuito bajo condiciones típicas de operación. La variación de la cantidad de cetoxima con respecto a la aldoxima en la formulación del reactivo resulta en formulaciones de agentes de extracción que tienen diferentes fuerzas de extracción lo que permite adaptar el rendimiento a una aplicación particular como se describe por ejemplo en la patente de los Estados Unidos No. 4.507.268 y la patente de los Estados Unidos No. 4.544.532. Ejemplos de mezclas no modificadas de cetoxima / aldoxima que tienen una gama de fuerzas de extracción son LIX® 937N, LIX® 984N, y LIX® 973N

- 30 Como se señaló anteriormente, un inconveniente de los procesos existentes es la pérdida de reactivo orgánico debido a la hidrólisis catalizada por ácido, especialmente a temperaturas más altas, lo que conduce a la formación de aldehídos o cetonas no deseados y el arrastre de materia orgánica - oximas, modificadores y disolventes - en la fase acuosa que sale del proceso. Aunque las cetoximas son algo más estables que las aldoximas, las diferencias no son grandes y se encuentra que las proporciones relativas de cetoxima con respecto a aldoxima en el circuito orgánico permanecen relativamente cercanas a aquella del reactivo fresco con el tiempo bajo las temperaturas de operación típicas de la planta y las concentraciones de ácido en la solución de alimentación solución y de electrolito. La adición de reactivo nuevo mantiene el equilibrio general de la composición de extracción en el circuito orgánico muy cerca del óptimo.

- 35 40 45 50 En el caso de las oximas modificadas, la situación puede ser muy diferente. Como se explicó anteriormente, las aldoximas son agentes de extracción fuertes que son muy difíciles de separar en condiciones de operación típicas, y como resultado no se suelen utilizar por sí mismas. La fuerza de extracción relativa de una aldoxima se puede variar mediante su mezcla con diferentes cantidades de modificadores del equilibrio tal como se describe en la patente de los Estados Unidos No. 4.978.788; la patente de los Estados Unidos No. 5.176.843; la patente de los Estados

Unidos No. 5.281.336; la patente de los Estados Unidos No. 6.113.804; la patente de los Estados Unidos No. 6.726.887; la patente de los Estados Unidos No. 6.177.055 y la patente de los Estados Unidos No. 6.231.784. Ejemplos de concentrados de reactivos formulados se pueden encontrar en la patente de los Estados Unidos No. 7.025.899 - todos estos documentos incorporados aquí por referencia. Mediante la variación de la cantidad de aldoxima con respecto al modificador en la fase orgánica, se puede variar la fuerza de extracción de la formulación del reactivo para que coincida con los requisitos de la aplicación particular.

También se pueden desarrollar mezclas modificadas de cetoxima / aldoxima para aplicaciones particulares, como se describe por ejemplo en la patente de los Estados Unidos No. 7.309.474. Dependiendo de la naturaleza del modificador (solubilidad en agua, volatilidad, estabilidad química), se pueden encontrar problemas con formulaciones de aldoximas modificadas. Durante un período de tiempo en operación, se puede encontrar una pérdida selectiva de un componente de la formulación del reactivo con respecto al otro componente de la fase orgánica del circuito. Simplemente añadiendo el reactivo fresco tal como fue formulado no se puede mantener la composición del reactivo deseado en la fase orgánica del circuito. Esto es especialmente problemático en los casos en que el modificador se pierde a una velocidad mucho más lenta que la oxima debido al hecho de que el modificador es significativamente químicamente más estable, menos volátil, y menos soluble en agua que la oxima lo que resulta en una acumulación del modificador en la fase orgánica del circuito en relación con la concentración requerida de la oxima.

TXIB, un diéster ramificado (la patente de los Estados Unidos No. 4.978.788) y el adipato de di-n-butilo (la patente de los Estados Unidos No. 6.177.055) son actualmente muy utilizados como modificadores del equilibrio. Ellos se caracterizan por no ser solubles en agua, no volátiles y tener una alta estabilidad química en la aplicación en relación con las oximas. Cuando se utiliza uno de estos diésteres como un modificador del equilibrio, se encuentra que después de un período de tiempo, el nivel de modificador ha aumentado en gran medida con relación a la cantidad de aldoxima con el efecto de que la planta está funcionando en forma efectiva con un agente de extracción mucho más débil que el óptimo y una concentración mayor de modificador de la necesaria lo que resulta en un aumento de la viscosidad de la fase orgánica que a su vez aumenta los problemas físicos, tales como el aumento de arrastre de la fase acuosa, aumento de la formación de impurezas, y mayores pérdidas de la fase orgánica. Sería altamente deseable poder ajustar las proporciones de los componentes en el agente de extracción en la fase orgánica del circuito de una forma que traiga la composición del agente de extracción en la fase orgánica de nuevo hasta la formulación óptima inicialmente elegida para la aplicación mientras se mantiene la concentración de reactivo efectiva en el intervalo deseado.

El objetivo de la presente invención es proporcionar un método para mantener la relación de la oxima con respecto a la concentración del modificador del equilibrio en la fase orgánica del circuito con el tiempo en la misma proporción que en el reactivo fresco especificado para la aplicación mientras se mantiene la concentración efectiva de reactivo en el intervalo deseado.

#### Descripción de la invención

En su primera forma de realización, el objeto de la presente invención es un método para mantener la relación de la oxima con respecto a la concentración del modificador del equilibrio en circuitos de extracción con disolventes, consistiendo dichos disolventes esencialmente de

- (a) al menos una cetoxima y / o aldoxima;
- (b) al menos un modificador del equilibrio; y

(c) al menos un diluyente;

que comprende las siguientes etapas:

(i) tomar una muestra de la fase orgánica de la planta, determinar la carga máxima de cobre y el punto de extracción equilibrado, de la fase orgánica de la planta;

(ii) preparar una solución A de dicho componente (a) en (c) para producir una carga máxima de cobre equivalente a la de la fase orgánica del circuito, dilución de pequeñas porciones de la fase orgánica de la planta con la solución A, determinar el respectivo punto de extracción equilibrado de cada solución diluida y graficar el punto de extracción equilibrado contra el grado de dilución de la fase orgánica del circuito, donde se toma el grado de dilución de la fase orgánica de la planta como 1, para crear una curva de calibración;

(iii) preparar una solución del reactivo fresco en el componente (c) que tiene una carga máxima de cobre (CuML) equivalente a la de la fase orgánica del circuito de la planta y determinar su punto de extracción equilibrado (EqSP1);

(iv) determinar el factor de dilución requerido, D, por extrapolación a partir del gráfico utilizando el punto de extracción equilibrado para la fase orgánica fresca (EqSP1);

(v) calcular el volumen  $V_2$  en litros después de la dilución a la que la fase orgánica del circuito debe ser aumentada mediante el uso de la ecuación (1)

5 
$$(1) V_2 = D * V_1$$

en la que  $V_1$  representa el volumen de la fase orgánica del circuito en litros;

(vi) añadir un volumen suficiente de la oxima (a) y del diluyente (c) que sea efectivamente equivalente a la adición de un volumen de fase orgánica igual a  $V_2 - V_1$  que tiene una CuML equivalente a la fase orgánica del circuito;

(viii) repetir las etapas (i) a (vi) según sea necesario.

10 La forma alternativa que representa la segunda forma de realización de la invención se refiere a un método similar para mantener la relación de la oxima con respecto a la concentración del modificador del equilibrio en circuitos de extracción con disolvente, consistiendo dichos disolventes esencialmente de

(a) al menos una cetoxima y / o aldoxima;

(b) al menos un modificador del equilibrio; y

15 (c) al menos un diluyente;

que comprende las siguientes etapas:

(i) tomar una muestra de la fase orgánica de la planta, determinar las concentraciones de cada uno de los componentes (a) y (b) en la fase orgánica de la planta, la carga máxima de cobre y el punto de extracción equilibrado de la fase orgánica de la planta;

20 (ii) preparar un conjunto artificial de muestras que comprenden dicho componente (a) en (c) para producir una carga máxima de cobre equivalente a la de la fase orgánica del circuito que contiene diferentes niveles de (b), determinar el respectivo punto de extracción equilibrado de cada solución y el trazado de una curva de concentración del componente (b) contra el punto de extracción equilibrado con el fin de crear una curva de calibración;

25 (iii) preparar una solución del reactivo fresco en el componente (c) que tiene una carga máxima de cobre equivalente a la de la fase orgánica del circuito y determinar su punto de extracción equilibrado;

(iv) determinar la concentración deseada del componente (b), DM, a partir de la curva de calibración utilizando el punto de extracción equilibrado para la fase orgánica fresca;

(v) determinar el factor F por el cual se debe incrementar el volumen de la fase orgánica del circuito para llevar el nivel de componente (b) hasta el nivel deseado mediante el uso de la ecuación (1)

30 
$$(1) F = PM / DM$$

en la que PM es el nivel en la planta del modificador y DM es el nivel deseado del modificador;

(vi) calcular del volumen  $V_2$  en litros después de la dilución al que se debe incrementar la fase orgánica del circuito mediante el uso de la ecuación (2)

$$(2) V_2 = F * V_1$$

35 en la que  $V_1$  representa el volumen de la fase orgánica del circuito en litros;

(vii) añadir un volumen suficiente de la oxima (a) y de diluyente (c) que sea efectivamente equivalente a la adición de un volumen de fase orgánica igual a  $V_2 - V_1$  que tiene una CuML equivalente a la fase orgánica del circuito;

(viii) repetir las etapas (i) a (vii) según sea necesario.

La presente invención proporciona un método rápido y preciso para determinar las cantidades de los componentes que deben ser añadidos para mantener la composición del agente de extracción en la fase orgánica del circuito equivalente a la del agente de extracción requerido para la aplicación. La metodología es particularmente útil para las concentraciones de reactivos de los reactivos comerciales formulados desde 5% v/v hasta 50% v/v, más preferiblemente desde 5% v/v hasta 40% v/v, y lo más preferible desde 10% v/v hasta 40% v/v.

El proceso total se refleja en la Figura 1: En la primera etapa se recogen los parámetros relevantes de la fase orgánica de la planta (concentración de los constituyentes). A continuación, se prepara una curva de calibración con el fin de determinar si la planta funciona en condiciones óptimas o por fuera de ellas. Si el punto de extracción equilibrado, de una solución de reactivo fresco que tiene una carga máxima de cobre equivalente a la de la fase orgánica de la planta es similar a aquel de la fase orgánica de la planta, se puede informar de nuevo al operador de la planta que la formulación está bien y se añade un reactivo de fórmula estándar con el fin de compensar las pérdidas estándar por la degradación y el arrastre. Si el punto de extracción equilibrado es menor que el de la solución correspondiente de reactivo fresco, se pueden determinar las cantidades de oxima y de diluyente y aconsejar al operador cómo ajustar la composición del agente de extracción en la fase orgánica de la planta para retornar a las proporciones óptimas.

Aunque básicamente es posible añadir solo oxima y solo diluyente al circuito de extracción para regresar los reactivos a las condiciones de equilibrio, es preferible añadir el reactivo formulado que es, con mucho, más fácil de manejar. De todos modos, la cantidad de oxima sola puede calcularse de acuerdo con la ecuación (3)

$$(3) A (\text{Oxima}) = (V_2 - V_1) * [\text{CuML} * 2] * \text{MW}$$

63,5

en la que CuML representa la carga máxima de Cu de la fase orgánica del circuito y MW el peso molecular de la oxima respectiva; 63,5 es el peso atómico del cobre.  $([\text{CuML}/63,5] * 2)$  = el número de moles por litro de oxima requeridos para producir una solución que tiene la misma CuML que la fase orgánica circulante en el circuito. El volumen en litros de oxima sola añadida ( $V_3$ ) sería igual a A dividido por la densidad que es aproximadamente de 1000 g / litro. La diferencia  $(V_2 - V_1) - V_3$  sería el volumen de componente (c) requerido.

En el caso de que esté involucrada una mezcla de oximas, habría que añadir un factor adicional. Suponiendo que el circuito contiene una mezcla de cetoxima y aldoxima, entonces la concentración de cetoxima es [K] y la concentración de aldoxima es [A]. La cantidad de cetoxima requiere la ecuación (3a) sería:

$$(3a) A (\text{K' Oxima}) = (V_2 - V_1) * [\text{CuML} * 2] * \{[K] / [K] + [AI]\} * \text{MW de cetoxima}$$

63,5

Para la cantidad de aldoxima requerida, la ecuación (3b) sería:

$$(3b) A (\text{A' Oxima}) = (V_2 - V_1) * [\text{CuML} * 2] * \{[AI] / [K] + [AI]\} * \text{MW de aldoxima}$$

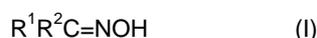
63,5

La densidad de las oximas solas son iguales, por tanto, se puede simplemente calcular el volumen de cada una, sumar las contribuciones al volumen total de las oximas y calcular el volumen requerido del componente (c) como se describió anteriormente.

Agentes de extracción orgánicos

Los agentes de extracción orgánicos para la extracción de diversos metales, en particular de cobre, de soluciones de lixiviación derivadas de la lixiviación de minerales comprenden típicamente aldoximas, cetoximas y sus mezclas, en particular las llamados ortohidroxiarilcetoximas y ortohidroxiarilaldoximas.

Los compuestos de ortohidroxiarilcetoxima empleados en la presente invención son sustancialmente insolubles en agua y preferiblemente tienen la fórmula (I)



donde

R<sup>1</sup> es un grupo hidrocarbilo opcionalmente sustituido

R<sup>2</sup> es un grupo orto-hidroxiarilo opcionalmente sustituido, y sus sales.

Los compuestos de ortohidroxiarilaldoxima empleados en la presente invención son sustancialmente insolubles en agua y preferiblemente tienen la fórmula (II)



donde

R<sup>3</sup> es un grupo orto-hidroxiarilo opcionalmente sustituido, y sales del mismo.

10 Aunque la invención se describe aquí con referencia a compuestos de las fórmulas (I) y (II), se entiende que se refiere a dicho compuesto en cualquier de las posibles formas tautómeras, y también de los complejos formados entre ortohidroxiarilaldoximas u ortohidroxiarilcetoformas y metales, particularmente cobre. Grupos hidrocarbilo opcionalmente sustituidos que pueden ser representados por R<sup>1</sup> comprenden preferiblemente grupos alquilo y arilo opcionalmente sustituidos que incluyen combinaciones de éstos, tales como grupos aralquilo y alcarilo opcionalmente sustituidos.

15 Ejemplos de grupos alquilo opcionalmente sustituidos que pueden ser representados por R<sup>1</sup> incluyen grupos en los que las fracciones alquilo pueden contener de 1 a 20, especialmente de 1 a 4, átomos de carbono. Una ortohidroxiarilcetoforma preferida es una en la que R<sup>1</sup> es alquilo, que contiene preferiblemente hasta 20, y especialmente hasta 10, y más preferiblemente hasta 3 átomos de carbono alifáticos saturados, y más preferiblemente, R<sup>1</sup> es un grupo metilo. Ejemplos de grupos arilo opcionalmente sustituidos que pueden ser representados por R<sup>1</sup> incluyen grupos fenilo opcionalmente sustituidos. Cuando R<sup>1</sup> es un grupo arilo, es preferiblemente un grupo fenilo no sustituido.

20 Cuando cualquiera de R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup> o R<sup>3</sup> está sustituido, el(los) sustituyente(s) debe(n) ser tal(es) que no afecte(n) negativamente la capacidad de la ortohidroxiarilaldoxima o la ortohidroxiarilcetoforma para formar complejos con metales, especialmente con el cobre. Los sustituyentes adecuados incluyen halógeno, nitro, ciano, hidrocarbilo, tal como alquilo C<sub>1</sub> - C<sub>20</sub>, especialmente alquilo C<sub>1</sub> - C<sub>10</sub>; hidrocarbilo, tal como alcoxi C<sub>1</sub> - C<sub>20</sub>, especialmente alcoxi C<sub>1</sub> - C<sub>10</sub>; hidrocarbilo, tal como alcoxycarbonilo C<sub>1</sub> - C<sub>20</sub>, especialmente alcoxycarbonilo C<sub>1</sub> - C<sub>10</sub>; acilo, tal como alquilcarbonilo C<sub>1</sub> - C<sub>20</sub> y arilcarbonilo, especialmente alquilcarbonilo C<sub>1</sub> - C<sub>10</sub> y fenilcarbonilo; y aciloxi, tal como alquilcarboniloxi C<sub>1</sub> - C<sub>20</sub> y arilcarboniloxi, especialmente alquilcarboniloxi C<sub>1</sub> - C<sub>10</sub> y fenilcarboniloxi. Puede haber más de un sustituyente, en cuyo caso los sustituyentes pueden ser iguales o diferentes.

30 En muchas realizaciones, la ortohidroxiarilcetoforma es una 5 - (alquil C<sub>8</sub> - C<sub>14</sub>)-2-hidroxiacetofenona oxima, más a menudo una 5-(alquil C<sub>9</sub> - C<sub>12</sub>)-2-hidroxiacetofenona oxima, y en particular 5-nonil-2-hidroxiacetofenona oxima. En muchas realizaciones, la ortohidroxiarilaldoxima es una 5-(alquil C<sub>8</sub> - C<sub>14</sub>)-2-hidroxibenzaldoxima, más a menudo una 5-(alquil C<sub>9</sub> - C<sub>12</sub>)-2-hidroxibenzaldoxima, y particularmente 5-nonil-2-hidroxibenzaldoxima.

35 Las composiciones a menudo pueden comprender más de una ortohidroxiarilaldoximas diferentes y/o más de una ortohidroxiarilcetoformas diferentes en las que la naturaleza de los grupos sustituyentes representados por R<sup>1</sup> y R<sup>2</sup> difieren entre ortohidroxiarilcetoformas componentes y/o los grupos sustituyentes representados por R<sup>3</sup> difieren entre ortohidroxiarilaldoximas componentes, especialmente cuando las ortohidroxiarilaldoximas y/o las ortohidroxiarilcetoformas componentes son isoméricas. Dichas mezclas isoméricas pueden tener mejor solubilidad en disolventes orgánicos que cuando una sola ortohidroxiarilcetoforma y una sola ortohidroxiarilaldoxima están presentes.

40 A menudo, la cantidad total de ortohidroxiarilaldoxima y ortohidroxiarilcetoforma en la fase orgánica comprende al menos 1% en peso, comúnmente al menos 2,5% en peso y por lo general al menos 5% en peso de la composición, y preferiblemente comprende de 7,5 a 30% en peso, más preferiblemente comprende aproximadamente desde 7,5 hasta 25% en peso, tal como aproximadamente 10% en peso de la composición.

Modificadores del equilibrio

45 Los modificadores del equilibrio empleados en la presente invención son significativamente químicamente más estables que la oxima, tienen tanto la volatilidad como la solubilidad en agua similares a la de la oxima. Los modificadores adecuados del equilibrio que cumplen estas condiciones pueden ser alquil fenoles, alcoholes, ésteres, éteres y poliéteres, carbonatos, cetonas, nitritos, amidas, carbamatos, sulfóxidos y sales de aminas y compuestos de amonio cuaternario.

- 5
- o Alquil fenoles que pueden utilizarse como modificadores junto con el agente de extracción incluyen alquil fenoles que contienen de 3 a 15 átomos de carbono de alquilo, por ejemplo 4-tertbutilfenol, 4-heptilfenol, 5-metil-4-pentilfenol, 2-cloro-4-nonilfenol, 2-ciano-4-nonilfenol, 4-dodecil-fenol, 3-pentadecilfenol y 4-nonilfenol y mezclas de los mismos. Los fenoles preferidos contienen grupos alquilo que tienen de 4 a 12 átomos de carbono, especialmente los 4-nonilfenoles mixtos obtenidos por condensación de fenol y trímero de propileno.
- 10
- o Alcoholes que pueden usarse como modificadores junto con el agente de extracción incluyen alcoholes de hidrocarburos saturados e insaturados y polioles que contienen de 14 a 30, preferiblemente de 15 a 25 átomos de carbono. Los alcoholes son preferiblemente muy ramificados, con el grupo hidroxilo situado aproximadamente a medio camino a lo largo de la cadena principal hidrocarbonada. Especialmente preferidos son los alcoholes de cadena ramificada que pueden ser preparados mediante la condensación de alcoholes de cadena corta mediante el proceso de Guerbet, a veces tales alcoholes se denominan alcoholes de Guerbet. Opcionalmente, los alcoholes pueden contener un grupo aromático u otro grupo funcional, particularmente un grupo éster. Los alcoholes especialmente útiles pueden sintetizarse a partir de precursores muy ramificados que conducen a
- 15
- o Alcoholes de Guerbet muy altamente ramificados que contienen un gran número de grupos metilo terminales. Los ejemplos de modificadores de alcohol particularmente eficientes incluyen alcohol isohexadecílico muy ramificado y alcohol isoctadecílico, siendo este último 2-(1,3,3-trimetilbutil)-5,7,7-trimetiloctan-1-ol.
- 20
- o Ésteres que pueden usarse como modificadores junto con el agente de extracción incluyen ésteres alifáticos y aromático-alifáticos saturados e insaturados que contienen de 10 a 30 átomos de carbono. Los ésteres pueden ser monoésteres o poliésteres, especialmente diésteres. Los ésteres son preferentemente altamente ramificados. Opcionalmente, los ésteres pueden contener otros grupos funcionales, particularmente un grupo hidroxilo o un grupo éter. Cuando el éster es un producto de la reacción de un alcohol y un ácido monocarboxílico, se prefiere que el alcohol sea un alcohol alquílico y comprenda de 1 a 6 átomos de carbono, y el ácido monocarboxílico comprenda de 2 a 16 de carbono átomos. Cuando el éster es un producto de la reacción de un alcohol y un ácido dicarboxílico, se prefiere que el alcohol sea un alcohol alquílico y comprenda de 1 a 6 átomos de carbono, y el ácido dicarboxílico comprenda de 4 a 12 de carbono átomos. Cuando el éster es un producto de la reacción de un diol y un ácido monocarboxílico, se prefiere que el diol sea un alquil diol y comprenda hasta 6 átomos de carbono, y el ácido monocarboxílico comprenda de 6 a 16 de átomos de carbono. Cuando el éster es un trialquil fosfato, los grupos alquilo cada uno comúnmente comprende de 4 a 14 átomos de carbono. Ejemplos de ésteres útiles incluyen acetato de isodecilo, decanoato de metilo, octanoato de 2-pentilo, hexanoato de n-hexilo, isoctanoato de metilo, dihexanoato de 1,4-butanodiol, adipato de dibutilo, adipato de diisobutilo, adipato de dipentilo, adipato de dihexilo, adipato de bis-2-etoxietilo, dibenzoato de dipropilenglicol, dibenzoato de propilenglicol, fosfato de tributilo, trioctilfosfato, fosfato de trietilhexilo, monoisobutirato de 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol (TXIB), monobenzoato de 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol y particularmente diisobutirato de 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol y dibenzoato de 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol.
- 25
- 30
- 35
- o Éteres que pueden usarse como modificadores junto con el agente de extracción incluyen éteres y poliéteres de hidrocarburo que contienen de 12 a 30, preferiblemente de 15 a 25 átomos de carbono. Los ejemplos de éteres y poliéteres útiles incluyen bencil 2-(2-butoxi)etilo éter y bencil 2-butoxi)etil éter. Los éteres adecuados se describen en el documento WO 2008/088473 A2 (Cognis) que se incorporan aquí por referencia.
- 40
- o Carbonatos que pueden usarse como modificadores junto con el agente de extracción incluyen carbonatos que contienen de 4 a 16 átomos de carbono. Comúnmente, los carbonatos son carbonatos de alquilo. Los ejemplos de carbonatos útiles incluyen carbonato de isobutilo, carbonato de isotridecilo y una mezcla de carbonato que comprende una mezcla de grupos alquilo de C<sub>8</sub> y C<sub>10</sub>.
- 45
- o Cetonas que puede usarse como modificadores junto con el agente de extracción incluyen alquil cetonas en las que el grupo alquilo contiene de 1 a 20 átomos de carbono. Los ejemplos de cetonas útiles incluyen isobutil heptilcetona, nonanona, 2,6,8-trimetil-4-nonanona, diundecil cetona y 5,8-dietildodecano-6,7-diona.
- 50
- o Nitrilos que pueden usarse como modificadores junto con el agente de extracción incluyen hidrocarbonitrilos alifáticos y aralifáticos que comprenden de 10 a 36 átomos de carbono. Los ejemplos de nitrilos útiles incluyen undecilnitrilo y oleonitrilo.
- 55
- o Amidas que pueden usarse como modificadores junto con el agente de extracción incluyen amidas que contienen de 8 a 20 átomos de carbono. Las amidas comprenden productos que pueden derivarse de la reacción de una amina primaria o secundaria con un mono o dicarboxilato ácido o equivalente, en particular fosgeno o equivalentes. Los ejemplos de amidas útiles incluyen N,N'-bis-2-etilhexilo, N,N'-bis-2-etilhexil-2-etilhexanamida, N-hexil-2-etilhexanamida, N,N'-dibutil-benzamida, N,N'-dibutil-octanamida, N,N'-dimetil-octanamida y N,N'-bis-2-etilhexil versatamida.
- 55
- o Carbamatos que pueden usarse como modificadores junto con el agente de extracción incluyen carbamatos de alquilo y arilo. Los ejemplos de carbamatos útiles incluyen N-octil isotridecilcarbamato e isotridecil N-

tolilcarbamato.

- o Sulfóxidos que pueden usarse como modificadores junto con el agente de extracción incluyen sulfóxidos de alquilo. Un ejemplo de un sulfóxido útil es di-2-etilhexil sulfóxido.
- o Sales de aminas y compuestos de amonio cuaternario que se pueden usar como modificadores junto con el agente de extracción incluyen aminas terciarias y compuestos de amonio cuaternario que contienen grupos alquilo que tienen de 8 a 18 átomos de carbono y sales de ácido sulfónico de los mismos. Los ejemplos de ácidos sulfónicos incluyen ácido dinonilnaftaleno sulfónico y el ácido tolueno sulfónico.

En el contexto de la presente invención, "altamente ramificado" tal como se aplica a los alcoholes y ésteres significa que la relación del número de átomos de carbono de metilo con respecto a átomos de carbono que no son de metilo es mayor a 1:5 y preferiblemente mayor a 1:3. Si se desea, se pueden emplear mezclas de compuestos seleccionados del grupo que consiste de alquil fenoles, alcoholes, ésteres, éteres, poliéteres, carbonatos, cetonas, nitrilos, amidas, carbamatos, sulfóxidos y sales de aminas y compuestos de amonio cuaternario como modificadores. Se prefieren particularmente mezclas que comprenden un primer compuesto seleccionado del grupo que consiste de alquilfenoles, alcoholes, ésteres, éteres, poliéteres, carbonatos, cetonas, nitrilos, amidas, carbamatos, sulfóxidos y sales de aminas y compuestos de amonio cuaternario y un segundo compuesto seleccionado entre del grupo que consiste de alcanos que tienen de 6 a 18 átomos de carbono, un alquil fenol en el que el grupo alquilo contiene de 7 a 12 átomos de carbono, y tributil fosfato.

Preferiblemente se emplean uno o más modificadores del equilibrio seleccionados de monoisobutirato de 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol, monobenzoato de 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol, diisobutirato de 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol, di-isobutirato de 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol, adipato de dibutilo, adipato de dipentilo, adipato de dihexilo, isobutil heptil cetona, nonanona, 2,6,8-trimetil-4-nonanona, diundecil cetona, 5,8-dietildodecano-6,7-diona, tridecanol y nonil fenol. Uno o más modificadores del equilibrio están presentes en una cantidad que proporciona un grado de modificación de las oximas, en particular, las ortohidroxiarilaldoximas presentes aproximadamente desde 0,2 hasta 0,70, más preferiblemente aproximadamente desde 0,3 hasta 0,70, y lo más preferiblemente aproximadamente desde 0,4 hasta 0,65.

Como se emplea en la presente memoria, "grado de modificación" designa la proporción inversa de (a) el nivel de cobre del disolvente despojado de un agente de extracción de hidroxil aril aldoxima en equilibrio (expresado en términos de gramos por litro de cobre) extraído con una solución acuosa que contiene una concentración fija de cobre y ácido sulfúrico con respecto a (b) el nivel de cobre del disolvente despojado del mismo agente de extracción en las mismas condiciones, cuando está presente un aditivo modificador del equilibrio seleccionado. De acuerdo con esta definición, la presencia de cantidades relativamente pequeñas de un modificador del equilibrio cambiará ligeramente el equilibrio de extracción, lo que resulta en menor disminución del nivel de cobre en el disolvente despojado de aldoxima en equilibrio, como se reflejará mediante un grado de modificación del valor que se aproxima mucho a 1,0, por ejemplo, 0,99. El aumento de las cantidades efectivas de modificador en condiciones por lo demás idénticas darán como resultado un cambio más pronunciado en el equilibrio de extracción y una disminución más pronunciada del nivel de cobre en el disolvente despojado de aldoxima en equilibrio, como se reflejará mediante un grado de modificación correspondiente menor a 1,0.

Como era de esperar, el grado de modificación resultante de una proporción molar dada de modificador del equilibrio con respecto a la aldoxima en un reactivo variará dependiendo de factores tales como el grado de pureza de la composición de extracción empleada en la formulación del reactivo, la aromaticidad del disolvente, y, quizás lo más importante, la identidad química del modificador del equilibrio empleado. También dependerá significativamente de las condiciones involucradas en la determinación de los niveles de cobre en el disolvente despojado. En consecuencia, para los propósitos de determinar el grado de modificación de una aldoxima por un modificador del equilibrio dado, se debe prestar atención a las siguientes condiciones de ensayo. La temperatura a la que se efectúa la determinación debe ser de 24 °C. La concentración molar de aldoxima (o mezcla de aldoximas) en el diluyente debe ser de aproximadamente 0,184 que se determina por medio de la carga y valoración del cobre y se debe emplear un patrón de aldoxima de aproximadamente 94% de pureza (siendo el resto sustancialmente un residuo del material de partida de alquil fenol). El diluyente debe ser ESCAID® 100 o una mezcla de hidrocarburos alifáticos y aromáticos que se aproxima estrechamente a la constitución de ESCAID® 100. Se debe emplear una metodología de absorción atómica para determinar el contenido de cobre. La composición de la solución de extracción debe ser preferiblemente de 150 g / L de ácido sulfúrico y 30 g / L de  $\text{Cu}^{2+}$ . Las condiciones anteriores se emplean para determinar el grado de modificación de acuerdo con la invención debido a que representan unas condiciones muy parecidas a las existentes habitualmente en instalaciones de extracción con disolventes comerciales para la recuperación, por ejemplo, de cobre.

Diluyentes

Los disolventes orgánicos que pueden estar presentes en la composición incluyen cualquier disolvente orgánico

móvil, o mezcla de disolventes, que sea inmiscible con agua y sea inerte bajo las condiciones de extracción para los otros materiales presentes. Preferiblemente, el disolvente orgánico tiene un bajo contenido de hidrocarburos aromáticos. Los disolventes orgánicos preferidos son disolventes hidrocarbonados que incluyen hidrocarburos alifáticos, alicíclicos y aromáticos y mezclas de los mismos así como hidrocarburos clorados tales como tricloroetileno, percloroetileno, tricloroetano y cloroformo. Los disolventes orgánicos altamente preferidos que tienen un bajo contenido de aromáticos incluyen disolventes y mezclas de disolventes en donde la cantidad de hidrocarburos aromáticos presentes en el disolvente orgánico es menor al 30%, generalmente alrededor del 23% o menor, a menudo menor al 5%, y con frecuencia menor al 1%.

Ejemplos de disolventes hidrocarbonados adecuados incluyen ESCAID® 110, ESCAID® 115, ESCAID® 120, ESCAID® 200, y ESCAID® 300 comercialmente disponibles a través de ExxonMobil Chemical Company, SHELLSOL® D70 y D80 300 disponibles comercialmente a través de Shell Chemical Company, y CONOSOL® 170 disponible comercialmente a través de ConocoPhillips. Los disolventes adecuados son disolventes hidrocarbonados, que incluyen disolventes de alto punto de inflamación y disolventes con un alto contenido aromático tales como SOLVESSO® 150 comercialmente disponible a través de ExxonMobil Chemical Company. Son más preferidos los disolventes con un bajo contenido aromático. Algunos disolventes adecuados con un bajo contenido aromático, tienen contenidos aromáticos del 1% p/p, por ejemplo, disolventes hidrocarbonados tales como ESCAID® 110 comercialmente disponible a través de ExxonMobil Chemical Company, y ORFOM® SX 10 y ORFOM® SX11 disponibles comercialmente a través de Chevron Phillips Chemical Company. Especialmente preferidos, sin embargo por razones de baja toxicidad y amplia disponibilidad, son los disolventes hidrocarbonados con un contenido aromático relativamente bajo, tales como queroseno, por ejemplo ESCAID® 100 que es un destilado de petróleo con un contenido aromático total del 23% disponible comercialmente a través de ExxonMobil Chemical Company o ORFOM® SX7, disponible comercialmente a través de Chevron Phillips Chemical Company.

## Ejemplos

### Ejemplo 1

Se obtuvo una muestra de una fase orgánica de una planta a partir de una planta de extracción por solventes en el sitio de una mina en operación. Se determinó la carga máxima de cobre de la fase orgánica de la planta (PO) utilizando el método descrito en la documentación de Cognis Blue Line: Determination of reagent concentration in an organic phase <sup>1</sup>. La carga máxima de cobre fue de 11,2 gpl que era equivalente al 20% v/v de reactivo fresco. El punto de extracción equilibrado, se determinó utilizando la metodología descrita en la documentación de Cognis Blue Line: Cognis Equilibrium Strip Point. El punto de extracción equilibrado, fue 2,94 gpl de Cu. El reactivo que se suministró a la planta era una aldoxima C9 modificada la cual fue formulada para producir una carga máxima de cobre de 0,56 gpl de Cu / % v/v en condiciones estándar. Una solución del reactivo como la suministrada se preparó colocando 20 ml del reactivo en un matraz aforado de 100 ml y diluyendo hasta la marca con el disolvente de la planta. La carga máxima de Cu se determinó de la misma manera como anteriormente. Fue de 11,2 gpl, lo mismo que la fase orgánica de la planta. El punto de extracción equilibrado, se determinó que era de 3,25 gpl de Cu. La comparación de los datos del punto de extracción equilibrado sugiere que la relación del modificador con respecto a la aldoxima en la fase orgánica del circuito está fuera de equilibrio con relación a aquella en el reactivo fresco que se añade al circuito. La fase orgánica de la planta se comporta efectivamente como un agente de extracción más débil de lo previsto para la operación. Se deben añadir oxima y diluyente adicionales al circuito para traer de nuevo la oxima y el modificador a la proporción deseada.

Para determinar la cantidad de oxima y diluyente que se deben agregar a la fase orgánica de la planta para mantener la carga máxima deseada de Cu, primero hay que establecer un gráfico del punto de extracción equilibrado, contra el factor de dilución. Se preparó una solución (A) de aldoxima C<sub>9</sub> en disolvente de la planta y se ajustó la concentración de modo que la carga máxima de cobre fue de 11,2 gpl de Cu. Ejemplos de reactivos de aldoxima no modificados que se podrían utilizar son LIX 860N-1 o LIX 860N-IC. El factor de carga máximo de Cu para LIX 860N-1 es de 0,56 gpl de Cu / % v/v y el de LIX 860N-IC es de 0,78 gpl de Cu / % v/v. Se prepararon una serie de soluciones diluyendo fase orgánica de la planta con A y se determinó el punto de extracción equilibrado para cada uno. Los resultados se resumen en la Tabla 1:

Tabla 1

Volumen de PO (ml)	Volumen de A (ml)	Factor de dilución	Punto de extracción equilibrado (gpl de Cu)
100	0	1,0	2,94
100	5	1,05	3,06
100	10	1,10	3,16
100	15	1,15	3,25
100	20	1,20	3,38
100	25	1,25	3,44

<sup>1</sup> Los boletines técnicos que forman la serie "Cognis Blue Line" están disponibles a través de Cognis Corp., 2430 Norte Huachuca Drive, Tucson, Arizona (EE.UU.). La relevante es la versión publicada en junio de 2002.

5 Los datos se representan en el siguiente gráfico y se determina el factor de dilución requerido mediante extrapolación para el factor de dilución equivalente al punto de extracción equilibrado del reactivo fresco que se agrega a la planta (véase la Figura 2).

10 El inventario del circuito de la planta consta de 400.000 litros de PO. Multiplicando el inventario del circuito por el factor de dilución da un total de 400.000 litros 1,15 veces que equivale a un total de 460.000 litros. Un total de 60.000 litros (460.000 - 400.000) de fase orgánica fresca formada por aldoxima y disolvente de la planta debe ser añadido a la PO para tener la relación de oxima con respecto al modificador en equilibrio. Dado que el factor de carga máxima de Cu para LIX 860N-1 es el mismo que el del reactivo fresco que se utiliza en la planta, es necesario agregar el equivalente de 20% v/v de LIX 860N-1 en el disolvente o 12.000 litros de LIX 860N-1 y 48.000 litros de diluyente fresco.

## REIVINDICACIONES

1. Un método para mantener la relación de la oxima con respecto a la concentración del modificador en equilibrio en circuitos de extracción con disolvente, dichos disolventes consisten esencialmente de

(a) al menos una cetoxima y / o aldoxima;

5 (b) al menos un modificador del equilibrio; y

(c) al menos un diluyente;

que comprende las siguientes etapas:

(i) tomar una muestra de la fase orgánica de la planta, determinar la carga máxima de cobre y el punto de extracción equilibrado, de la fase orgánica de la planta;

10 (ii) preparar una solución A de dicho componente (a) en (c) para producir una carga máxima de cobre equivalente a la de la fase orgánica del circuito, dilución de pequeñas porciones de la fase orgánica de la planta con la solución A, determinar el respectivo punto de extracción equilibrado de cada solución diluida y graficar el punto de extracción equilibrado contra el grado de dilución de la fase orgánica del circuito, donde se toma el grado de dilución de la fase orgánica de la planta como 1, para crear una curva de calibración;

15 (iii) preparar una solución del reactivo fresco en el componente (c) que tiene una carga máxima de cobre (CuML) equivalente a la de la fase orgánica del circuito de la planta y determinar su punto de extracción equilibrado (EqSP1);

(iv) determinar el factor de dilución requerido, D, por extrapolación a partir del gráfico utilizando el punto de extracción equilibrado para la fase orgánica fresca (EqSP1);

20 (v) calcular el volumen  $V_2$  en litros después de la dilución a la que la fase orgánica del circuito debe ser aumentada mediante el uso de la ecuación (1)

$$(1) V_2 = D * V_1$$

en la que  $V_1$  representa el volumen de la fase orgánica del circuito en litros;

(vi) añadir un volumen suficiente de la oxima (a) y del diluyente (c) que sea efectivamente equivalente a la adición de un volumen de fase orgánica igual a  $V_2 - V_1$  que tiene una CuML equivalente a la fase orgánica del circuito;

25 (viii) repetir las etapas (i) a (vi) según sea necesario.

2. Un método para mantener la relación de la oxima con respecto a la concentración del modificador en equilibrio en circuitos de extracción con disolvente, dichos disolventes consisten esencialmente de

(a) al menos una cetoxima y / o aldoxima;

(b) al menos un modificador del equilibrio; y

30 (c) al menos un diluyente;

que comprende las siguientes etapas:

(i) tomar una muestra de la fase orgánica de la planta, determinar las concentraciones de cada uno de los componentes (a) y (b) en la fase orgánica de la planta, la carga máxima de cobre y el punto de extracción equilibrado de la fase orgánica de la planta;

35 (ii) preparar un conjunto artificial de muestras que comprenden dicho componente (a) en (c) para producir una carga máxima de cobre equivalente a la de la fase orgánica del circuito que contiene diferentes niveles de (b), determinar el respectivo punto de extracción equilibrado de cada solución y el trazado de una curva de concentración del componente (b) contra el punto de extracción equilibrado con el fin de crear una curva de calibración;

40 (iii) preparar una solución del reactivo fresco en el componente (c) que tiene una carga máxima de cobre equivalente a la de la fase orgánica del circuito y determinar su punto de extracción equilibrado;

(iv) determinar la concentración deseada del componente (b), DM, a partir de la curva de calibración utilizando el punto de extracción equilibrado para la fase orgánica fresca;

(v) determinar el factor F por el cual se debe incrementar el volumen de la fase orgánica del circuito para llevar el nivel de componente (b) hasta el nivel deseado mediante el uso de la ecuación (1)

5 
$$(1) F = PM / DM$$

en la que PM es el nivel en la planta del modificador y DM es el nivel deseado del modificador;

(vi) calcular del volumen  $V_2$  en litros después de la dilución al que se debe incrementar la fase orgánica del circuito mediante el uso de la ecuación (2)

$$(2) V_2 = F * V_1$$

10 en la que  $V_1$  representa el volumen de la fase orgánica del circuito en litros;

(vii) añadir un volumen suficiente de la oxima (a) y de diluyente (c) que sea efectivamente equivalente a la adición de un volumen de fase orgánica igual a  $V_2 - V_1$  que tiene una CuML equivalente a la fase orgánica del circuito;

(viii) repetir las etapas (i) a (vii) según sea necesario.

15 3. El método de la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** dicha cetoxima es una ortohidroxiarilcetoxima de fórmula (I)



donde  $R^1$  es un grupo hidrocarbilo opcionalmente sustituido y  $R^2$  es un grupo orto-hidroxiarilo opcionalmente sustituido, y sus sales.

20 4. El método de la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** dicha aldoxima es una ortohidroxiarilaldoxima de fórmula (II)



donde  $R^3$  es un grupo orto-hidroxiarilo opcionalmente sustituido, y sales del mismo.

25 5. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 4, **caracterizado porque** dicha ortohidroxiarilcetoxima es una 5 - (alquil  $C_8 - C_{14}$ )-2-hidroxiacetofenona oxima, más a menudo una 5-(alquil  $C_9 - C_{12}$ )-2-hidroxiacetofenona oxima, y en particular 5-nonil-2-hidroxiacetofenona oxima.

6. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 4, **caracterizado porque** dicha ortohidroxiarilaldoxima es una 5-(alquil  $C_8 - C_{14}$ )-2-hidroxibenzaldoxima, más a menudo una 5-(alquil  $C_9 - C_{12}$ )-2-hidroxibenzaldoxima, y particularmente 5-nonil-2-hidroxibenzaldoxima.

30 7. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 6, **caracterizado porque** dichos modificadores del equilibrio son más químicamente estables que la oxima, y tienen tanto volatilidad como solubilidad en agua similares a los de la oxima.

8. El método de las reivindicaciones 7, **caracterizado porque** dichos modificadores del equilibrio se seleccionan del grupo que consiste en alquifenoles, alcoholes, ésteres, éteres y poliéteres, carbonatos, cetonas, nitrilos, amidas, carbamatos, sulfóxidos y sales de aminas y compuestos de amonio cuaternario.

35 9. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 8, **caracterizado porque** dichos modificadores del equilibrio se seleccionan del grupo que consiste de diisobutirato de 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol, dibenzoato de 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol, adipato de dibutilo, adipato de dipentilo, adipato de dihexilo y sus mezclas.

40 10. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 9, **caracterizado porque** dichos modificadores del equilibrio están presentes en una cantidad que proporciona un grado de modificación de las oximas presentes desde aproximadamente 0,2 hasta 0,61.

11. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 10, **caracterizado porque** dichos diluyentes se

seleccionan entre el grupo que consiste en disolventes de hidrocarburo que incluyen hidrocarburos alifáticos, alicíclicos y aromáticos y mezclas de los mismos.

5 12. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 11, **caracterizado porque** dichos diluyentes que tienen bajo contenido de compuestos aromáticos incluyen disolventes y mezclas de disolventes en donde la cantidad de hidrocarburos aromáticos presentes en el disolvente orgánico es inferior al 30%.

13. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 12, **caracterizado porque** dichos circuitos de extracción contiene dichos reactivos en concentraciones desde 5% v/v hasta 50% v/v.

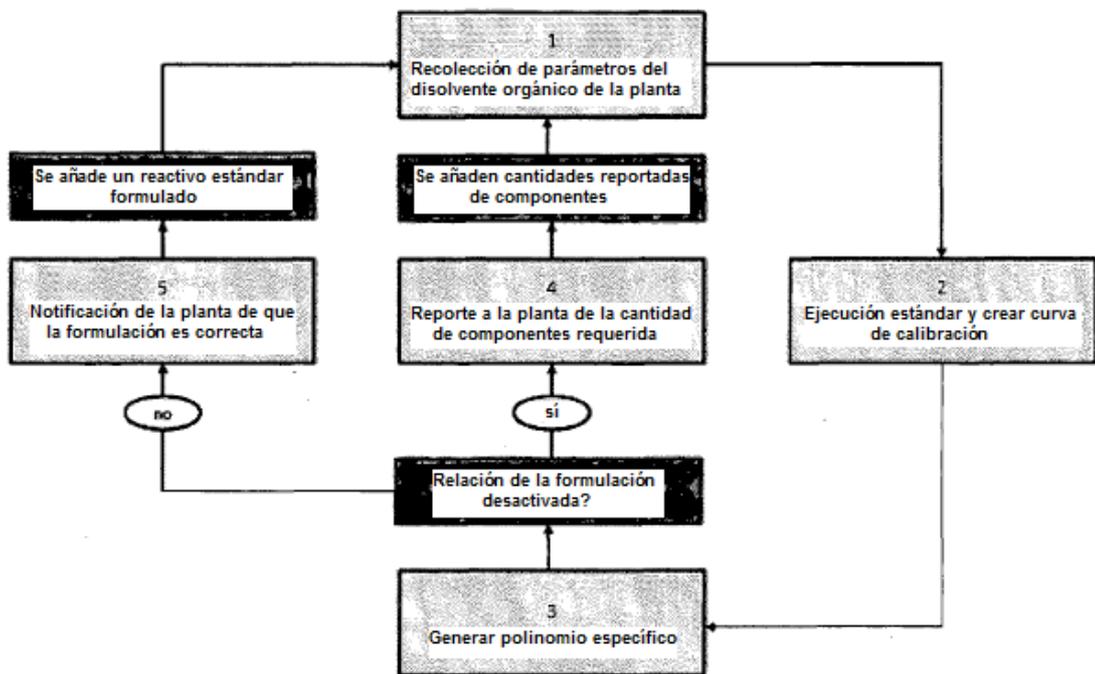
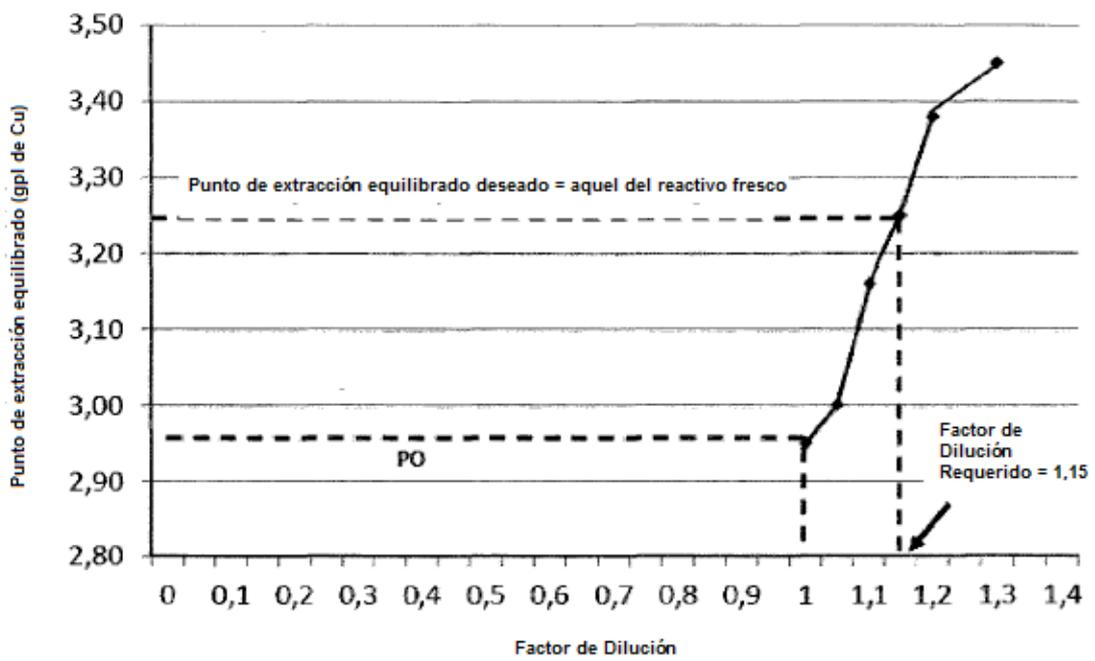


Figura 1

Esquema de flujo simplificado



**Figura 2**

Punto de extracción de equilibrio contra Factor de Dilución