

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 268**

51 Int. Cl.:

**C11D 7/32** (2006.01)

**C11D 7/50** (2006.01)

**A01N 25/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.01.2013 PCT/EP2013/050852**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.07.2013 WO13107822**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.01.2013 E 13703739 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018 EP 2804940**

54 Título: **Uso de disolventes de N-alquilpirrolidona mejorados**

30 Prioridad:

**17.01.2012 BE 201200037**

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

**26.11.2018**

73 Titular/es:

**TAMINCO (100.0%)  
Pantserschipstraat 207  
9000 Gent, BE**

72 Inventor/es:

**VANDEPUTTE, BART;  
MOONEN, KRISTOF y  
ROOSE, PETER**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**Observaciones :**

**Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes**

**ES 2 691 268 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**

Uso de disolventes de N-alquilpirrolidona mejorados

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere al uso de pirrolidonas seleccionadas como sustitutas de disolventes en aplicaciones específicas en las que N-metilpirrolidona (NMP), N-etil-2-pirrolidona (NEP), dimetil formamida (DMF), N,N'-dimetil acetamida (DMAc), y mezclas de las mismas, son los disolventes apropiados para ser utilizados.

**Antecedentes de la invención**

10 Más en particular, la invención se refiere al uso de N-n-butilpirrolidona para la sustitución parcial o completa de N-metilpirrolidona (NMP), N-etil-2-pirrolidona (NEP), dimetil formamida (DMF), N,N-dimetil acetamida (DMAc) como un disolvente en aplicaciones específicas en las que uno de los disolventes anteriormente mencionados o una mezcla de los mismos es un disolvente apropiado para ser utilizado.

La N-metilpirrolidona, también denominada N-metil-2-pirrolidona, o 1-metil-2-pirrolidona, es un disolvente orgánico aprótico, altamente polar, con una baja viscosidad, que es fácilmente miscible con agua y otros disolventes orgánicos y que se utiliza como un disolvente común en muchas aplicaciones.

15 Una vez considerado como benigno, el disolvente N-metilpirrolidona (NMP) está bajo escrutinio debido a preocupaciones sobre sus posibles efectos en la salud. Aunque los fabricantes dicen que la NMP es segura de usar cuando se maneja cuidadosamente, estos problemas de salud han abierto oportunidades para disolventes y procesos alternativos que funcionan sin NMP. Lo mismo se aplica a la N-etil-2-pirrolidona (NEP), N,N-dimetil acetamida (DMAc), y dimetilformamida (DMF).

20 Los fabricantes de pinturas y otros usuarios de disolventes consideraron la NMP algo así como una maravilla química durante las décadas de 1980 y 90, cuando la utilizaron para crear recubrimientos de poliuretano, decapantes de pintura y formulaciones químicas agrícolas respetuosas con el medio ambiente.

25 Pero la NMP ha llamado cada vez más la atención ya que los reguladores medioambientales, primero en California y más recientemente en la Unión Europea, han intentado ejercer control sobre el disolvente principalmente en los mercados donde representa un peligro de inhalación.

30 Además, se sabe ahora que la NMP causa toxicidad reproductiva (se considera reprotóxica) y se ha etiquetando en la EU como "categoría reprotóxica 2" a partir del 1 de Diciembre de 2010. Las formulaciones que contienen > 0,3% de NMP deben etiquetarse como tales. En consecuencia, el uso del disolvente está restringido a usuarios profesionales. La NMP se ha incluido en la lista REACH "Sustancias de muy alta preocupación" (SVHC) y se espera, que tarde o temprano, se someta a autorización o restricción. Por lo tanto, existe la necesidad de que la NMP se sustituya en muchas aplicaciones a medio plazo. Puede presentarse un problema similar o incluso el mismo para la NEP, DMAc y DMF, en particular donde éstos se utilizan como disolvente.

**Antecedentes de la técnica anterior**

Se han descrito ya un número de alternativas para el uso de NMP como un disolvente.

35 El documento de Patente WO2005/090447 (BASF, 29 de Septiembre de 2005) describe el uso de N-etil-2-pirrolidona (NEP) como un disolvente de sustitución para la NMP. Sin embargo, este disolvente figura ahora como reprotóxico en la EU.

40 El documento de Patente 2008/012231 (BASF, 31 de Enero de 2008) describe el uso de 1,5-dimetilpirrolidona (DMP) como un disolvente de sustitución para la NMP. La solicitud no proporciona ningún dato toxicológico. Los estudios de cribado reprotóxico han indicado, sin embargo, que también se sospecha que la DMP sea reprotóxica bajo la misma regulación que la NMP.

45 El documento de Patente 0 755 987 A1 (CFM GmbH Chemo-technische produkte, 29 de Enero de 1997) describe varias composiciones para la eliminación de pinturas, algunas de las cuales pueden comprender una pirrolidona. Los Ejemplos 1, 3, 4, 5, 8 y el Ejemplo comparativo 2 contienen N- metilpirrolidona (NMP). El Ejemplo 7 contiene N-propil pirrolidona, y el Ejemplo 2 contiene N-octilpirrolidona.

50 El documento de Patente WO 2005/090430 A1 (BASF, 29 de Septiembre de 2005) describe el uso de N-(ciclo) alquil pirrolidonas con un grupo (ciclo) alquilo que contiene de 2 a 6 átomos de carbono como disolventes en la preparación de dispersiones de poliuretano. Se menciona además que ciclohexil, etil, iso-propil, n-propil, n-butyl, iso-butyl, sec-butyl y tert-butyl son radicales preferidos, etil y n-butyl son radicales particularmente preferidos. El documento de Patente WO 2005/090430 A1 se refiere solo a la toxicidad en general y no se refiere a la no-reprototoxicidad en absoluto.

5 El documento de Patente DE 20 53 104 A1 (Gaf Corp, 6 de Mayo de 1971) describe el uso de N-alquil inferior pirrolidonas, en particular N-metilpirrolidona (NMP), como un disolvente líquido para absorber dióxido de azufre de una mezcla de gases que contienen dicho dióxido de azufre reduciendo de este modo el dióxido de azufre en el aire. Esta solicitud muestra que N-etil pirrolidona, N-tert-butil pirrolidona, N-isooctilpirrolidona y N-isopropilpiperidona se pueden utilizar como disolventes de sustitución para la N-metilpirrolidona para absorber el dióxido de azufre de una mezcla de gases que contienen dicho dióxido de azufre.

10 El documento de Patente US 3,963,560 (T. S. Mestetsky y colaboradores, 15 de Junio de 1976) describe el uso de N-alquillactamas, en particular N-alquil pirrolidonas que tienen grupos N-alquil inferiores de 1 a 6 átomos de carbono, como disolventes en el destintado del papel usado. Se ha demostrado, por ejemplo, el uso de N-t-butilpirrolidona como disolvente en la operación de destintado para obtener un alto desarrollo de espuma.

15 El documento de Patente US 3,402,178 (A. J. Levy y colaboradores, 17 de Septiembre de 1968) describe el uso de pirrolidonas N-alquil sustituidas, en particular N-metilpirrolidona, N-etilpirrolidona y N-isobutilpirrolidona, como un disolvente inerte en un proceso para la preparación de iminoéteres heterocíclicos mediante la reacción de un trihaluro orgánico con un aminoalcohol en presencia de una base. En las realizaciones del trabajo, el uso solo se demuestra para N-metilpirrolidona como disolvente.

El documento de Patente WO 2007/115943 A2 (BASF, 18 de Octubre de 2007) describe el uso de N-alquil pirrolidonas en general como disolventes orgánicos en una variedad de aplicaciones.

20 El documento de Patente FR 2001768 describe el uso de N-(alquil inferiores)-2-pirrolidonas, en particular N-metil-2-pirrolidona, 2-N-etilpirrolidona y N-n-butil-2-pirrolidona y mezclas de las mismas en una composición que contiene un ingrediente activo para aumentar la absorción de dicho ingrediente activo a través de la piel cuando se aplica tópicamente.

25 El dipropilenglicol dimetil éter (DPGDME) es comercialmente ofrecido por Clariant (Basel, Switzerland) como un excelente disolvente de sustitución para formular dispersiones de poliuretano como un sustituto y alternativa a la NMP, mostrando propiedades de solubilidad similares y propiedades físicas similares. Las dispersiones de PU basadas en DPGDME (PUDs) se utilizan, por ejemplo, para el acabado/revestimiento del cuero de la tapicería de automóviles y aviones, donde los disolventes con baja toxicidad son obligatorios. Las mezclas de DPGDME con NMP disuelven DMPA (ácido dimetilol propiónico) y permiten la formulación de productos con contenido reducido de NMP (Fuente: fabricante del sitio web).

30 Vertec BioSolvents, Inc. (Downers Grove, USA) ofrece comercialmente una mezcla de disolventes con una composición no descrita, solo definida como una mezcla de ésteres que contienen lactato de etilo y un éster metílico de ácido graso derivado del aceite de soja o aceite de maíz, denominado ELSOL™ – NMPR, como una mezcla de disolventes de sustitución con disolventes biobasados renovables de carbón neutro. Estos disolventes biobasados se derivan del maíz, la soja, los cítricos y otras materias primas renovables, y supuestamente tienen un perfil de toxicidad reducido (Fuente: fabricante del sitio web).

35 Novolyte (East Pleasant Valley Road Independence, USA) ofrece comercialmente alternativas de menor toxicidad para los clientes que buscan reemplazar la NMP en recubrimientos y otras aplicaciones, seleccionadas del grupo de poliglime, etil diglime y 1,3-dioxolano. Poliglime y etil diglime son diéteres de glicol muy estables, mientras que 1,3-dioxolano se destaca como una molécula pequeña, disolvente penetrante y poderoso solubilizante en aplicaciones de polímeros. Todos comparten, supuestamente, las mismas propiedades apróticas de la NMP (Fuente: fabricante del sitio web).

40 Rhodia (Rhodia SA, Paris, France) ofrece comercialmente un disolvente supuestamente seguro y potente (5-(dimetilamino)-2-metil-5-oxopentanoato de metilo) para formulaciones agrícolas que comprende una combinación de las funciones éster y amida (RhodiaSolv® PolarClean) para sustituir la NMP como un disolvente para una serie de aplicaciones.

45 Arkema (King of Prussia, USA) ofrece DMSO (dimetilsulfóxido) como disolvente de elección para formulaciones en aplicaciones de agroquímica, síntesis de sustancias activas, electrónica, decapado de pintura, extracción, revestimientos y limpieza.

### Compendio de la invención

50 Es el objetivo de esta invención proporcionar disolventes alternativos para la NMP, NEP, DMAc o DMF que no sean reprotóxicos y que tengan al menos propiedades similares, más preferiblemente iguales, lo más preferiblemente mejores para aquellas aplicaciones en las que normalmente la NMP, NEP, DMAc o DMF se pueden utilizar como disolvente.

Estos disolventes alternativos para la NMP, NEP, DMAc o DMF tendrían preferiblemente propiedades físicas similares, en particular con respecto a la viscosidad, color, polaridad, reactividad, biodegradabilidad y miscibilidad

con otros disolventes orgánicos y en particular con agua, y tendrían mejores propiedades toxicológicas, en particular al menos no ser reprotóxicas.

Sorprendentemente, estos disolventes para sustituir la NMP, NEP, DMAc o DMF se puede seleccionar del grupo que consiste en N-n-butilpirrolidona.

5 La presente invención proporciona, por lo tanto, el uso de N-n-butilpirrolidona.

A la vista de la técnica anterior, este hallazgo es sorprendente ya que dos miembros de esta clase de compuestos, NMP y NEP, han mostrado ya ser reprotóxicos según los criterios actualizados. Los solicitantes han encontrado que también las longitudes de cadena de C3 muestran indicaciones similares en las correspondientes pruebas de selección. En términos de estructura química, fue una sorpresa que la elongación adicional de la cadena de carbono unida al nitrógeno a 4 átomos de carbono (N-n-butilpirrolidona) produjera compuestos, adecuados como sustitutos de disolventes para NMP, NEP, DMAc o DMF y serían al menos no reprotóxicos.

10

Por lo tanto, en un primer aspecto, la invención se refiere al uso de N-n-butilpirrolidona.

No-reprotóxico, en el contexto de la presente invención, significa no reprotóxico siguiendo la evaluación de acuerdo con el REGLAMENTO (EC) n° 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo del 16 de Diciembre de 2008, y sus modificaciones hasta Noviembre de 2012.

15

En un segundo aspecto, la presente invención proporciona el uso de N-n-butilpirrolidona para la sustitución parcial o completa de un disolvente seleccionado de la lista que consiste en N-metilpirrolidona (NMP), N-etil-2-pirrolidona (NEP), dimetil formamida (DMF), N,N-dimetil acetamida (DMAc), y mezclas de los mismos, como disolvente. En este aspecto se incluye también la sustitución parcial o completa de NMP, NEP, DMAc o DMF en una mezcla con uno o más compuestos líquidos diferentes, tales como otros compuestos que se describen como disolventes en varios lugares a lo largo de este documento.

20

Se destaca que la invención se refiere solo al uso de N-n-butilpirrolidona como un disolvente en aplicaciones donde NMP, NEP, DMAc o DMF se utilizan adecuadamente como disolventes. Estos compuestos están particularmente favorecidos porque son compuestos no corrosivos y polares de alto punto de ebullición, y porque son capaces de disolver una amplia variedad de otros compuestos, y por lo tanto, son muy adecuados como disolventes. También son miscibles con una amplia variedad de otros disolventes incluyendo agua, etanol, dietil éter, cloroformo, benceno, acetato de etilo y disulfuro de carbono.

25

Tal idoneidad como disolvente se puede expresar como la capacidad para disolver ciertos compuestos a una cierta concentración de una manera estable bajo unas determinadas circunstancias (por ejemplo, temperatura). Por ejemplo, tal idoneidad se puede expresar cuantitativamente, determinado o definido por los parámetros de solubilidad de Hansen (método de Hansen). Por ejemplo, la idoneidad se puede expresar cualitativamente más pragmáticamente (por ejemplo, como no soluble, estable durante 7 días a temperatura ambiente, o estable durante 7 días a 0°C) para una lista de compuestos que se disolverán a una cierta concentración, tal como uno o más de los siguientes compuestos en las siguientes concentraciones (% en peso), que se utilizan, por ejemplo, en aplicaciones agrícolas: Alacloro 48%, Propoxur 20%, Oxifluorfen 20%, Difenconazol 25%, Trifluralin 40%, Triadimenol 23%, Tebuconazol 25%, Pendimetalin 33%, Propanil 36%, Fenmedifam 16%, Alfa-cipermetrin 10% y Clorpirifos 40%. La capacidad para disolver uno o más de los compuestos anteriormente mencionados se puede establecer después, y para cada disolvente, se puede establecer un perfil que comprende la capacidad de disolución para varios de los compuestos mencionados anteriormente.

30

Por lo tanto, una aplicación en la que NMP, NEP, DMAc, o DMF se utilizan adecuadamente como disolventes, en particular en aplicaciones agrícolas, a una concentración determinada podría definirse como aquellas aplicaciones en las que uno o más, preferiblemente dos o más, más preferiblemente tres o más, lo más preferible cuatro o más compuestos seleccionados del grupo de Alacloro, Propoxur, Oxifluorfen, Difenconazol, Trifluralina, Triadimenol, Tebuconazol, Pendimetalina, Propanil, Fenmedifam, alfa-cipermetrina y clorpirifós se disuelven establemente por NMP, NEP o DMF a temperatura ambiente a una concentración dada. Por supuesto, se podrían elegir también otros compuestos para disolver, dependiendo de la aplicación.

40

En un aspecto adicional, la invención se refiere también al uso de N-n-butilpirrolidona como un co-disolvente en un disolvente que comprende al menos NMP, DMAc, o DMF, es decir, que sustituye parcialmente a NMP, NEP, DMAc o DMF, o que añade N-n-butilpirrolidona a NMP, NEP, DMAc, o DMF en la aplicación en cuestión, para mejorar las propiedades toxicológicas de la mezcla de disolventes resultante. Más en particular, la invención se refiere al uso de mezclas de disolventes que comprenden NMP, NEP, DMAc, o DMF y N-n-butilpirrolidona, comprendiendo al menos un 1% en volumen de N-n-butilpirrolidona, preferiblemente al menos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98 o 99% en volumen, o cualquier intervalo entre dos valores anteriormente mencionados, de N-n-butilpirrolidona. Lo más preferible, la mezcla de disolventes comprende al menos un 50% en volumen de N-n-butilpirrolidona.

50

55

En un aspecto adicional, la invención se refiere también al uso de N-n-butilpirrolidona como un codisolvente en un disolvente que comprende un segundo disolvente que es en sí mismo un sustituyente adecuado para NMP, NEP, DMAc o DMF, es decir, que sustituye parcialmente el segundo disolvente o añade N-n-butilpirrolidona al segundo disolvente en la aplicación en cuestión. Dicho segundo disolvente puede ser uno de los disolventes actualmente descritos en la técnica anterior como un disolvente de sustitución para NMP, tal como, pero no limitado a, los miembros del grupo que consiste en N-etil-2-pirrolidona (NEP), 1,5-dimetil pirrolidona (DMP), dipropilenglicol dimetil éter (DPGDME), una mezcla de lactato de etilo con un metil éster derivado del aceite de soja o aceite de maíz, tal como el producto ofrecido comercialmente bajo la referencia ELSOL™ – NMPR, poli(etilenglicol) dimetil éter (comúnmente llamado “poliglime”, dietilenglicol dietil éter (comúnmente llamado “etil diglime”, 1,3-dioxolanos, dimetilsulfóxido (DMSO) y 5-(dimetilamino)-2-metil-5-oxo pentanoato de metilo, tal como el producto comercial ofrecido como RhodiaSolv® PolarClean. Más en particular, la invención se refiere al uso de mezclas de disolvente que comprenden dicho segundo disolvente y N-n-butilpirrolidona, comprendiendo al menos un 1% en volumen de N-n-butil pirrolidona, preferiblemente al menos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98 o 99% en volumen, o cualquier intervalo entre dos valores anteriormente mencionados, de N-n-butilpirrolidona. Lo más preferible, la mezcla de disolventes comprende al menos un 50% en volumen de N-n-butilpirrolidona.

Dentro del contexto de esta solicitud, cuando se hace referencia a la pirrolidona, y a menos que se mencione explícitamente lo contrario, la referencia se hace a la 2-pirrolidona, es decir, una molécula de pirrolidona con un átomo de nitrógeno adyacente al sustituyente oxi.

Dentro del contexto de esta solicitud, cuando se hace referencia al uso como disolvente, y a menos que se mencione explícitamente lo contrario, la referencia se hace al uso como un disolvente inerte, es decir, un disolvente que no reacciona o, en la mínima medida, reacciona con el uno o más compuestos químicos que deben disolverse en el disolvente en una aplicación dada.

Dentro del contexto de esta solicitud, cuando se hace referencia al uso de un compuesto como disolvente, y a menos que se mencione explícitamente lo contrario, la referencia se hace a dicho disolvente que es o se comporta como un líquido en una aplicación dada, preferiblemente como un líquido a una temperatura y presión estándar (STP, definido aquí como 25°C y 1 atmósfera = 1,013 bar = 101.325 Pascal).

Dentro del contexto de esta solicitud, cuando se hace referencia al compuesto de pirrolidona como un disolvente, se entiende que se hace referencia a cantidades de dichos compuestos que son suficientes para ser adecuadas como disolventes. Esta cantidad puede variar entre  $10^{-12}$  y  $10^{+12}$  mol, más preferiblemente entre cantidades a escala de laboratorio y cantidades a escala de planta.

### Propiedades químicas

Cada compuesto de acuerdo con la invención se concibe como un disolvente orgánico, aprótico, polar, de alto punto de ebullición con una baja viscosidad y que es completamente miscible con agua. Se prevé que sea un disolvente reutilizable, no corrosivo, que tiene un alto punto de inflamación y una baja tensión superficial. Se prevé que disuelva compuestos inorgánicos tales como sales inorgánicas, se puede utilizar para separar compuestos aromáticos de alifáticos y también es preferiblemente degradable biológicamente.

Para comparación, las pirrolidonas de la técnica anterior se han listado en la Tabla 2.

La N-n-butilpirrolidona está comercialmente disponible o se puede fabricar de acuerdo con conocimientos químicos comunes.

Un típico procedimiento de fabricación puede consistir en una reacción de  $\gamma$ -butirolactona o una metil  $\gamma$ -butirolactona sustituida apropiadamente con una amina (tal como propilamina, n-butilamina, isobutilamina, t-butilamina, n-pentilamina y butilamina sustituida con metilo) bajo temperatura y presión elevadas. La mezcla de reacción resultante se purifica posteriormente por destilación.

### Aplicaciones

De acuerdo con una realización, la N-n-butilpirrolidona es adecuada para utilizarse como un agente de disolución, un agente de dilución, un agente de extracción, un agente de limpieza, un agente de separación, un agente de eliminación, un agente desengrasante, un agente de absorción, un separador fotoresistente y/o un agente dispersante.

Las propiedades anteriormente mencionadas de la N-n-butilpirrolidona hacen que la N-n-butilpirrolidona sea una excelente opción para sustituir, parcial o totalmente, la NMP, NEP, DMAc, o DMF como un disolvente en una amplia gama de aplicaciones:

(i) El uso de N-n-butilpirrolidona como un disolvente en una formulación agroquímica.

La N-n-butilpirrolidona se puede utilizar como un disolvente o codisolvente eficaz que actúa como un agente de disolución, dilución o dispersión para insecticidas, herbicidas, fungicidas, pesticidas, productos de tratamiento de semillas y biorreguladores que a menudo pueden ser insolubles en otros líquidos y que a menudo requieren disolventes polares. También concentrados de disolventes o concentrados emulsionables pueden requerir dicho disolvente, y éstos pueden formularse además con otros ingredientes adicionales (tensioactivos, codisolventes, ...). La N-n-butilpirrolidona se puede utilizar en cultivos en crecimiento debido a su perfil toxicológico favorable.

(ii) El uso de N-n-butilpirrolidona como un disolvente en agentes de limpieza.

Debido a su elevada potencia de solvencia para plásticos, resinas, aceites y grasas, la N-n-butilpirrolidona puede utilizarse para varias finalidades de limpieza, en particular fines de limpieza industrial, en particular en la industria textil para eliminar los materiales poliméricos, colorantes y otros contaminantes. Estas finalidades de limpieza incluyen el uso como un agente decapante eficiente para un barniz, una pintura y otro acabado basado en una resina celulósica, vinílica, acrílica y/o otra resina. Dicho disolvente contribuye a la penetración y ejerce una acción de elevación en la interfaz del sustrato. Otros ejemplos son la eliminación de los depósitos de carbón y/u otros productos de combustión de las partes internas de los motores de combustión.

Junto a los usos industriales, la N-n-butilpirrolidona se puede utilizar para varias aplicaciones domésticas tales como limpiadores de superficies duras, aplicaciones que se han prohibido en Europa para la NMP, NEP, DMAc o DMF debido a sus propiedades reprotóxicas.

(iii) El uso de N-n-butilpirrolidona como un disolvente en la fabricación/procesamiento/deposición de polímeros.

La N-n-butil pirrolidona puede ser un disolvente eficaz, un agente de disolución, un agente de dilución, un agente de extracción, un agente de absorción y/o un agente de dispersión, para reacciones de polimerización, así como para procesos de recubrimiento, hilado, laminación, moldeo, extrusión y decapado. Numerosas resinas, incluyendo muchas que son insolubles o difíciles de disolver en otros disolventes, se pueden disolver en las pirrolidonas de acuerdo con la invención. Una lista no limitante de dichas resinas incluiría derivados de celulosa, poliamida, poliimidadas, poliésteres, poliestireno, poliacrilonitrilo, polivinilcloruro, polivinilpirrolidona, polivinilacetato, policarbonatos, polietersulfonas, polisulfonas, poliéteres, poliuretanos, resinas epoxi y muchos copolímeros. Se podría considerar el uso de N-n-butilpirrolidona para aplicaciones específicas tales como recubrimientos de vinilo, acabados y pulimentos para suelos basados en poliestireno y acrílico, hilado de acrílico y otras fibras sintéticas, recubrimiento de interiores de tanques con copolímeros de butadieno/acrilonitrilo, extrusión de fluoruro de polivinilo, moldeo de nailon, producción de hojas de PVC y productos moldeados, eliminadores de pintura, fabricación de esmaltes aislantes de alambre y laminados a alta temperatura, preparación de poliuretanos, aplicación o pelado de recubrimientos epoxi, dispersión de pigmentos en pinturas y otros acabados decorativos, caucho y cementos de vinilo, y muchos otros.

Un ejemplo específico del uso de N-n-butilpirrolidona es en la fabricación de resinas de poli (amidas-imida) y en el proceso de aplicación de estos polímeros en la producción de esmaltes metálicos. En transformadores, generadores y motores eléctricos el material aislante eléctrico que protege el cable de cobre o aluminio es una capa delgada de un polímero de alto rendimiento. Se deben mantener las propiedades térmicas, mecánicas y eléctricas adecuadas. Uno de dichos polímeros es la resina de poli (amida-imida). Las reacciones para la producción de dichos polímeros se llevan a cabo en un disolvente polar, siendo la N-n-butilpirrolidona un buen candidato para la finalidad mencionada, sustituyendo la NMP utilizada comúnmente u otro. Luego los cables de cobre o aluminio se pasan a través de dicha solución de polímero, durante la cual se deposita un recubrimiento de polímero sobre el cable. Este proceso se repite varias veces, después de lo cual el disolvente restante se evapora del recubrimiento.

Otro ejemplo específico, que se parece al mencionado anteriormente, es el uso de la N-n-butilpirrolidona como un disolvente en la fabricación de un polímero de politetrafluoroetileno (PTFE) y/o la posterior deposición de uno cualquiera de dichos polímeros sobre un sustrato, que puede seleccionarse de varios sustratos (incluyendo el equipo de cocina), de acuerdo con un proceso similar al descrito anteriormente.

Otro ejemplo específico es la fabricación de baterías, tales como baterías de iones litio, en las que se deposita un recubrimiento sobre un electrodo, después de disolverse en un disolvente tal como NMP, NEP, DMAc o DMF.

(iv) El uso de N-n-butilpirrolidona como un disolvente para llevar a cabo una reacción química y/o farmacéutica.

La N-n-butilpirrolidona puede ser un disolvente preferido para llevar a cabo reacciones químicas o farmacéuticas, debido a su poder de solvencia para muchos compuestos farmacéuticos o químicos que son difíciles de disolver en otros disolventes. Uno podría mencionar ejemplos tales como reacciones de carbonilación, reacciones de esterificación, la preparación de nitrilos, reacciones de fluorinación, reacciones de polimerización y muchas otras.

(v) El uso de N-n-butilpirrolidona como un disolvente en la fabricación de microelectrónica.

La N-n-butil pirrolidona puede ser un disolvente útil en la industria de fabricación de microelectrónica para operaciones de limpieza y desengrase, pero también en el proceso de fabricación de una placa de circuito impreso o un microchip donde se pueda utilizar como un separador de fotorresistencia o un agente decapante.

- 5 (vi) El uso de N-n-butilpirrolidona en un proceso petroquímico, tal como la extracción de butadieno, acetileno, u otra diolefina, conjugada o no, acetileno o no. En dichos procesos, un disolvente como NMP, NEP, DMF, DMAc se puede utilizar como un disolvente selectivo en procesos de destilación extractiva.

Otras aplicaciones potenciales son el uso en sistemas de tinta, o en varios procesos de extracción química tales como extracción de aromáticos, aceite lubricante o butadieno, purificación de gases, y recuperación de acetileno.

**Ejemplos:**

- 10 Experimento 1: Ejemplo de aplicación de esmalte de alambre

Los solicitantes expresan su especial agradecimiento a Lyonelle Sandjong por su ayuda en la realización de este experimento.

Preparación de poliamidaimida en N-n-butil-2-pirrolidona

- 15 Un recipiente de reactor de cinco bocas con un volumen de 3 litros se equipó con un agitador, un tubo de enfriamiento y un condensador de reflujo. 384 gramos (g) de anhídrido trimelítico (TMA), 500 g de metilen difenil 4,4'-diisocianato (MDI) y 1.200 g de N-n-butil-2-pirrolidona (NBP) se introdujeron en el reactor. La mezcla resultante se hizo reaccionar durante 2 horas a 80°C, posteriormente se calentó a 140°C y se mantuvo con agitación a esa temperatura hasta que ya no se formaba más dióxido de carbono. A continuación, la solución del polímero se enfrió a 55°C, y 114 g de NBP, 144 g de xileno y 166 g de disolvente de nafta se añadieron a la solución del polímero.
- 20 De acuerdo con el procedimiento anterior, se obtuvo una solución de poliamidaimida que tiene una concentración de resina del 34,3% en peso, una viscosidad a 20°C de 2.210 mPa.s y un peso molecular medio Mw de 8.100 g/mol, determinado mediante cromatografía de permeación en gel (GPC) o cromatografía de exclusión por tamaño (SEC) utilizando poliestireno (PS) para la calibración.

La poliamida se obtuvo en solución en el disolvente N-n-butil-2-pirrolidona

- 25 Ejemplo comparativo

Una poliamidaimida en N-metil-2-pirrolidona se preparó utilizando el mismo procedimiento anterior sustituyendo 1.200 g de N-n-butil-2-pirrolidona por 1.200 g de N-metil-2-pirrolidona. De acuerdo con este procedimiento, se obtuvo una solución de poliamidaimida que tiene una concentración de resina de 34,5% en peso, una viscosidad a 20°C de 2.130 mPa.s y un peso molecular Mw de 14.400 g/mol eq. PS.

- 30 Esmaltado y ensayo:

Se utilizaron alambres de cobre con un grosor de alambre pelado de 0,071 mm como un conductor de los alambres aislados. El esmalte se recubrió sobre el alambre y se horneó 16 veces en una máquina de esmaltado de recirculación de aire HRD a una temperatura de 650°C a una velocidad de esmaltado de 86 m/min. Las matrices se utilizaron como sistema de aplicación. El espesor de la capa resultante fue 0,060 mm.

- 35 Tabla 1: propiedades de los alambres de cobre esmaltados

	Ejemplo comparativo (NMP)	Ejemplo (NBP)
Tangente Delta (°C)	268	270
Choque térmico (30 @ 220°C, % de preestiramiento)	20	20
Flexibilidad (1D, % de preestiramiento)	20	20

A partir de estos ensayos, puede concluirse que la poliamidaimida producida y disuelta en N-n-butil-2-pirrolidona se podría esmaltar y los alambres de cobre esmaltados resultantes muestran propiedades similares a una poliamidaimida producida y disuelta en N-metil-2-pirrolidona.

- 40 Reprotoxicidad

OECD 422

La reprotoxicidad se probó en un método similar a las prescripciones de la OECD 422 "Guideline for the testing of chemicals, Combined Repeated Dose Toxicity Study with the Reproduction/Development Toxicity Screening Test", March 22, 1996. De acuerdo con este ensayo, el método comprende administrar (preferiblemente por vía oral) la sustancia de prueba en dosis graduadas a varios grupos de ratas machos y hembras que se dejan aparear. Los machos en el ensayo deben dosificarse durante un mínimo de cuatro semanas, hasta e incluido el día antes de la muerte programada, incluyendo un mínimo de dos semanas antes del apareamiento, durante el periodo de apareamiento y, aproximadamente, dos semanas después del apareamiento. La combinación de un período de dosificación precoz de dos semanas y observaciones posteriores de apareamiento y fertilidad con un período de dosificación global de al menos cuatro semanas, seguido de una histopatología detallada de las gónadas masculinas, se considera suficiente para permitir la detección de la mayoría de los efectos en la fertilidad masculina y la espermatogénesis. Las hembras deben dosificarse durante todo el estudio.

Como se demuestra adicionalmente a continuación, la N-n-butilpirrolidona no mostró ninguna evidencia de reprotoxicidad cuando se probaron de acuerdo con las directrices de OCDE 422, llevadas a cabo en ratas Han Wistar. Sin embargo, los ensayos que se describen a continuación son algo más limitados, ya que son ensayos de detección que conducen a un estudio posterior y más completo.

## Experimento 2

### 2.1 General

La finalidad de este estudio fue detectar los efectos de 4 elementos o compuestos de prueba en el desarrollo del embrión y el feto como consecuencia de la exposición de las ratas Han Wistar hembras a los elementos de prueba desde el día 6 post coito (implantación) hasta el día 20 post coito (el día antes de la sección de cesarea). Se prestó especial atención al esqueleto del feto. Cada grupo recibió un compuesto de prueba, a un nivel de dosis de 100 a 500 mg/kg/día. Los resultados se compararon con un grupo de control negativo, al que se administró agua destilada (Agua dest.).

Cada grupo consistió en 5 hembras apareadas, tratadas por sonda, una vez al día de la siguiente manera:

25	Elemento de ensayo:	Grupo 1	Agua dest. (control negativo)
		Grupo 2	N-n-butilpirrolidona
		Grupo 3	N-n-propilpirrolidona
		Grupo 4	N-isobutilpirrolidona
		Grupo 5	N-isopropilpirrolidona
30	Niveles de dosis:	Grupos 3,5	500 mg/kg de peso corporal/día
		Grupos 2,4	100 mg/kg de peso corporal/día

Se utilizó un volumen de dosis estándar de 5 mL/kg de peso corporal con un ajuste diario al peso corporal real.

### 2.2 Compendio de resultados

#### 2.2.1 Datos maternos

35 Mortalidad y tolerabilidad general

Todas las hembras sobrevivieron hasta la necropsia programada.

Se observó una capa en la boca de una hembra del grupo 2 (N-n-butil pirrolidona) y en todas las hembras del grupo 3 (N-n-propil pirrolidona) durante el periodo de tratamiento. Esto se consideró como un signo de malestar en lugar de un efecto tóxico del elemento de prueba.

40 En el grupo 5 (N-isopropilpirrolidona), 4 hembras tuvieron una capa en la boca después de la dosificación. Esto se consideró una reacción al tratamiento con el elemento o compuesto de prueba.

No se observaron signos clínicos adicionales en ninguna hembra en ningún grupo de dosificación.

#### Consumo de alimentos

45 En el grupo 2, no se consideró que el consumo medio de alimentos se hubiese afectado por el tratamiento con el elemento o compuesto de prueba.

En el grupo 3, el consumo de alimentos se redujo estadísticamente de forma significativa al inicio del tratamiento durante los días 6-9 post coito (p.c). A partir de entonces, el consumo medio de alimentos fue similar al del grupo de

control. Durante el período de tratamiento, días 6-21 p.c., el consumo medio de alimentos fue de -9,1% en comparación con el grupo de control. La reducción se consideró un efecto relacionado con el elemento de prueba.

En el grupo 4, el consumo medio de alimentos fue similar al del grupo de control a lo largo del estudio.

5 En el grupo 5 (N-isopropilpirrolidona), el consumo medio de alimentos disminuyó ligeramente al inicio del tratamiento durante los días 6-9, pero se recuperó a partir de entonces.

#### Pesos corporales

En el grupo 2, el peso corporal medio, la ganancia de peso corporal y la ganancia de peso corporal corregida fueron similares a las del grupo de control.

10 En el grupo 3, la ganancia de peso corporal se redujo estadísticamente de forma significativa desde el día 8 p.c. hasta el final del estudio, aunque el peso corporal absoluto no se redujo en ningún momento estadísticamente de forma significativa. Durante el periodo de tratamiento, la ganancia de peso corporal fue del 36% en comparación con el 49% del grupo de control. La ganancia de peso corporal corregida se redujo sin significación estadística (7,6% en comparación con el 11,1% del grupo de control).

15 En el grupo 4, el peso corporal medio, la ganancia de peso corporal y la ganancia de peso corporal corregida no se vieron afectados por el tratamiento con el elemento o compuesto de prueba.

En el grupo 5 (N-isopropilpirrolidona), la ganancia de peso corporal medio se redujo estadísticamente de forma significativa pero esto no tuvo un claro efecto sobre el peso corporal absoluto. La ganancia de peso corporal corregida se redujo pero no estadísticamente de forma significativa.

#### Resultados macroscópicos

20 En la necropsia, no se observaron hallazgos relevantes en ninguna hembra en ningún grupo.

#### 2.2.2 Datos fetales

25 Los fetos se extrajeron del útero, se sexaron, se pesaron individualmente, se examinaron por anomalías externas graves, se sacrificaron mediante una inyección subcutánea de pentobarbital de sodio, se evisceraron y con la excepción de las patas, se retiró la piel y se descartó. Los cuerpos se procesaron a través de las soluciones de etanol, ácido acético glacial con azul Alcian (para tinción de cartílagos), hidróxido de potasio con rojo de Alizarina S (para limpieza y tinción de los huesos osificados) y glicerina acuosa para su conservación y almacenamiento. Se examinaron los esqueletos y se registraron todos los hallazgos y variaciones anormales.

#### Anormalidades y variaciones externas

No se observaron hallazgos relacionados con el elemento de prueba en ninguna camada en ningún grupo.

30 Proporciones de sexos

Las proporciones de sexos de los fetos no se vieron afectadas por el tratamiento con el elemento de prueba en ningún grupo.

#### Pesos corporales

35 En los grupos 3 y 5, los pesos de los fetos se redujeron estadísticamente de forma significativa tanto en los fetos machos como hembras y se estaban fuera del intervalo de datos de control históricos. Esta reducción se consideró como un efecto relacionado con el elemento de prueba.

En los grupos 2 y 4 los pesos fetales no se vieron afectados por el tratamiento con el elemento de prueba.

#### Anormalidades y variaciones de huesos y cartílagos/Osificación y costillas supernumerarias

En los grupos 2 y 4, no se observaron hallazgos relacionados con el elemento de prueba.

40 En el grupo 3 (N-n-propilpirrolidona), hubo una mayor incidencia de fusión del arco cigomático en el cráneo. No se puede excluir que esto se debiese al tratamiento con el elemento de prueba.

Además en el grupo 3 (N-n-propilpirrolidona), hubo una incidencia ligeramente mayor de cuerpos vertebrales cervicales no osificados y costillas supernumerarias.

45 En el grupo 5 (N-isopropilpirrolidona), hubo una mayor incidencia de costillas cervicales. Aunque estas costillas no tenían cartílago distal y pueden dar como resultado estructuras no permanentes, la alta incidencia puede sugerir una indicación de una ligera alteración en la configuración del esqueleto axial. Además, la incidencia de fusión del arco cigomático así como de estructuras craneales incompletamente osificadas se incrementó ligeramente.

## 2.2 Compendio de resultados

## 2.3 Conclusión

5 En el grupo 2 (N-n-butilpirrolidona, 100 mg/kg de peso corporal/día), se observó una capa en la boca en una hembra. No se observaron efectos sobre el consumo de alimentos o el peso corporal. Los pesos de los fetos no se vieron afectados por el tratamiento con el elemento de prueba. No se observó ningún efecto relacionado con el elemento de prueba en los fetos.

10 En el grupo 3 (N-n-propilpirrolidona, 500 mg/kg de peso corporal/día), se observó una capa en la boca de todas las hembras. El consumo de alimentos se redujo estadísticamente de forma significativa al inicio del tratamiento. La ganancia de peso corporal se redujo estadísticamente de forma significativa durante la mayoría del estudio y la ganancia de peso corporal corregida se redujo sin significación estadística. Los pesos de los fetos se redujeron estadísticamente de forma significativa tanto en los machos como en las hembras y estuvieron fuera del intervalo de los datos de control históricos. Hubo una mayor incidencia de fusión del arco cigomático en el cráneo y una incidencia ligeramente mayor de cuerpos vertebrales cervicales no osificados y costillas supernumerarias en los fetos.

15 En el grupo 4 (N-isobutilpirrolidona, 100 mg/kg de peso corporal/día), no se observaron efectos sobre el consumo de alimentos o el peso corporal. Los pesos de los fetos no se vieron afectados por el tratamiento con el elemento de prueba. No se observaron efectos relacionados con el elemento de prueba en los fetos.

20 En el grupo 5 (N-isopropilpirrolidona), 4 hembras tuvieron una capa en la boca después de la dosificación. El consumo de alimentos y el peso corporal medio fueron similares a los del grupo de control. La ganancia de peso corporal se redujo estadísticamente de forma significativa y la ganancia de peso corporal corregida se redujo pero no estadísticamente de forma significativa. La pérdida post-implantación y las resorciones embrionarias aumentaron y el número de fetos por hembra disminuyó. El peso medio de los fetos en la camada y en el feto base se redujo estadísticamente de forma significativa. Durante el examen fetal, se observó una incidencia claramente aumentada de costillas cervicales. Esta alta incidencia puede sugerir una indicación de una ligera alteración en la configuración del esqueleto axial. El número de estructuras craneales incompletamente osificadas se incrementó ligeramente, lo que indica un retraso en el desarrollo esquelético.

25 Tabla 2: Compuestos de pirrolidona de acuerdo con la técnica anterior

	NMP <sup>1</sup>	DMP <sup>2</sup>	NEP
No. CAS	872-50-4		2687-91-4
Fórmula	C <sub>5</sub> H <sub>9</sub> NO	C <sub>6</sub> H <sub>11</sub> NO	C <sub>6</sub> H <sub>11</sub> NO
Peso Molecular t (g/mol)	99,13	113,16	113,16
Color	incoloro	incoloro	incoloro
Punto de ebullición (°C)	202	215-217	212,5
Punto de inflamabilidad (°C)	91	89	90,8
Densidad (g/cm <sup>3</sup> ) a 25°C	1,028	0,982	0,998
Tensión superficial (mN/m)	40,7	-	69
Viscosidad (mPa.s) a 25°C	1,66	-	2,1
Polaridad	-	-	
Reactividad	-	-	
Biodegradabilidad	90% - fácilmente degradable		
Miscibilidad con el agua	completamente	-	completamente
Toxicidad	LD50 oral, ratas 3.914 mg/kg	Irritación de piel y ocular grave	LD50 oral, ratas 3.200 mg/kg
Reprotoxicidad	Reprotoxicidad	La prueba de detección indica reprotoxicidad	Reprotoxicidad

## ES 2 691 268 T3

	NMP <sup>1</sup>	DMP <sup>2</sup>	NEP
	(gato2)	potencial	(gato2)

1: Ficha de datos de seguridad de Sigma-Aldrich, 19.08.2011

2: Ficha de datos de seguridad de Sigma-Aldrich, 28.07.2010

## REIVINDICACIONES

1. El uso de N-n-butilpirrolidona como un disolvente no reprotóxico.
2. El uso de acuerdo con la reivindicación 1 para la sustitución parcial o completa de un disolvente seleccionado de la lista que consiste en N-metilpirrolidona (NMP), N-etil-2-pirrolidona (NEP), dimetil formamida (DMF), N,N-dimetil acetamida (DMAc), y mezclas de las mismas como un disolvente por lo que el disolvente comprende al menos un 1% en volumen de N-n-butilpirrolidona.
3. El uso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores como un codisolvente en un disolvente que comprende un segundo disolvente que es un disolvente de sustitución para NMP, NEP, DMAc, o DMF, seleccionado preferiblemente del grupo que consiste en 1,5-dimetilpirrolidona (DMP), dipropilenglicol dimetil éter (DPGDME), una mezcla de lactato de etilo con un éster de metilo derivado de aceite de soja o aceite de maíz, poli(etilenglicol) dimetil éter (comúnmente llamado "poliglime"), dietilenglicol dietil éter (comúnmente llamado "etil diglime"), 1,3-dioxolanos, dimetilsulfóxido (DMSO) y 5-(dimetilamino)-2-metil-5-oxopentanoato de metilo, en donde el disolvente comprende al menos un 1% en volumen de N-n-butilpirrolidona.
4. El uso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el disolvente se utiliza como un agente de disolución, un agente de dilución, un agente de extracción, un agente de limpieza, un agente decapante, un agente de eliminación, un agente desengrasante, un agente de absorción y/o un agente de dispersión.
5. El uso de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el disolvente se utiliza como un agente de disolución, dilución o dispersión en una formulación agroquímica.
6. El uso de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el disolvente se utiliza como un agente decapante para un barniz, una pintura y/u otro acabado basado en una resina celulósica, vinílica, acrílica y/o otra resina.
7. El uso de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el disolvente se utiliza como un agente de eliminación de depósitos de carbono y otros productos de combustión de las partes internas de los motores de combustión.
8. El uso de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el disolvente se utiliza como un agente de limpieza para la eliminación de materiales poliméricos, colorantes y otros contaminantes.
9. El uso de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el disolvente se utiliza como un agente de disolución, un agente de dilución, un agente de extracción, un agente de absorción y/o un agente de dispersión para reacciones de polimerización, así como para procesos de recubrimiento, hilado, laminación, moldeo, extrusión y decapado.
10. El uso de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el disolvente se utiliza como un agente de disolución, un agente de dilución, un agente de extracción, un agente de absorción, un medio de reacción, y/o un agente de dispersión en la fabricación de una resina seleccionada del grupo que consiste en un derivado de celulosa, una poliamida, una poliimida, un poliéster, un poliestireno, un poliacrilonitrilo, un polivinilcloruro (PVC), una polivinilpirrolidona, un polivinilacetato, un policarbonato, una polietersulfona, una polisulfona, un poliéter, un poliuretano, una poliesterimida, una resina epoxi, una resina poli(amida-imida), y muchos copolímeros de los mismos, y en el proceso de aplicación de cualquiera de estos polímeros en la producción de un esmalte de alambre.
11. El uso de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el disolvente se utiliza como un agente de disolución, un agente de dilución, un agente de extracción, un agente de absorción, un medio de reacción, y/o un agente de dispersión en la fabricación de un polímero de politetrafluoroetileno y/o la posterior deposición de uno cualquiera de dichos polímeros sobre un sustrato.
12. El uso de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el disolvente se utiliza como un agente de disolución, un agente de dilución, un agente de extracción, un agente de absorción, un medio de reacción, y/o un agente de dispersión para llevar a cabo una reacción química o farmacéutica.
13. El uso de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el disolvente se utiliza en la industria de fabricación de microelectrónica, incluyendo como un agente decapante fotoresistente en el proceso de fabricación de una placa de circuito impreso y/o un microchip.
14. Un disolvente que comprende N-metilpirrolidona (NMP) y al menos un 1% en volumen de N-n-butilpirrolidona.
15. Un disolvente que comprende un segundo disolvente que es un disolvente de sustitución para la N-metilpirrolidona (NMP), seleccionado del grupo de N-etil-2-pirrolidona (NEP), 1,5-dimetilpirrolidona (DMP), dipropilenglicol dimetil éter (DPGDME), una mezcla de lactato de etilo con un éster metílico derivado de aceite de soja o aceite de maíz, poli(etilenglicol) dimetil éter (comúnmente llamado "poliglime"), dietilenglicol dietil éter (comúnmente llamado "etil diglime"), 1,3-dioxolanos, dimetilsulfóxido (DMSO) y 5-(dimetilamino)-2-metil-5-oxopentanoato de metilo y como un primer disolvente al menos un 1% en volumen de N-n-butilpirrolidona.