

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 551 928**

51 Int. Cl.:

**C23F 11/00** (2006.01)

**C02F 5/10** (2006.01)

**C02F 1/68** (2006.01)

**C02F 103/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.07.2008 E 08786673 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2015 EP 2179075**

54 Título: **Inhibición de la corrosión en calderas mediante la adición de polihidroxibenceno**

30 Prioridad:

**14.08.2007 GB 0715788**

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

**24.11.2015**

73 Titular/es:

**BASF SE (100.0%)  
67056 Ludwigshafen, DE**

72 Inventor/es:

**MCCANN, ANDREW;  
HOOLEY, ANNE FRANCES;  
FOVET, YANNICK;  
SINGH, MICHAEL;  
COLLIER, SIMON ANDREW y  
HUGHES, JONATHAN**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 551 928 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

Inhibición de la corrosión en calderas mediante la adición de polihidroxibenceno

La presente invención se refiere a un método de inhibición de la corrosión en circuitos de agua de caldera. Este método permite la reducción más rápida del oxígeno disuelto en el agua de alimentación, lo que a su vez reduce la corrosión.

Se conoce que el oxígeno disuelto produce corrosión en circuitos de agua de caldera y que esto se agrava a temperaturas elevadas. Normalmente, el oxígeno se elimina del sistema mediante una combinación de desaireación física, habitualmente desaireación mecánica, y la adición de productos químicos de tratamiento de agua. El sulfito de sodio es un eliminador de oxígeno de mercancías común y útil pero tiende a descomponerse a alta presión y formar sulfuro de hidrógeno y dióxido de azufre que son muy corrosivos. La hidrazina ha sido tradicionalmente un eliminador de oxígeno alternativo atractivo, pero en los últimos años han surgido la preocupación de que la hidrazina sea un carcinógeno. En consecuencia, esto conduce a la búsqueda para eliminadores de oxígeno alternativos.

El ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico (ácido gálico) y el 1,2,3-trihidroxibenceno (pirogalol) se han identificado ambos como eliminadores de oxígeno aunque su uso no está generalizado.

El documento JP-A-57021912 describe una composición acuosa estabilizada que comprende un agente desoxidante mediante la combinación de un compuesto aromático que tiene 3 o más grupos hidroxilo, por ejemplo pirogalol o ácido gálico con un sulfito de metal alcalino.

El documento JP-A-61157343 se refiere a un absorbente de oxígeno y reivindica proporcionar capacidad y velocidad de absorción mejoradas que evita la generación de gases nocivos. El producto combina pirogalol, un compuesto alcalino, carbón activado y un compuesto que confiere humedad. Normalmente, el compuesto alcalino puede ser cualquiera de un metal alcalino o metal alcalinotérreo de un hidróxido o carbonato. El compuesto que confiere humedad puede ser  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  o  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . Se dice que el carbón activado es grueso. Se dice que la composición es útil como conservante para alimentos o como inhibidor de oxidación para un fármaco.

El documento GB-A-2138796 describe un procedimiento para mejorar la actividad inicial de la hidrazina activada para la prevención de la corrosión en agua de alimentación de caldera y para la preservación de humedad de una planta inactiva. La actividad inicial de las disoluciones de hidrazina se activa usando complejos de cobalto trivalente y esta actividad se aumenta añadiendo fenoles trivalentes, preferiblemente pirogalol.

Los documentos EP-A-215655 y US-A-4895703 se refieren a un método de inhibición de la corrosión en calderas y sistemas de agua de alimentación de caldera mediante la adición al agua de alimentación de caldera que contiene oxígeno de al menos un compuesto de trihidroxibenceno. También puede añadirse un segundo inhibidor de la corrosión, por ejemplo hidroquinona, morfina, dietiletanolamina, etc.

El documento US-A-4929364 revela un concentrado acuoso útil para tratar agua de caldera con el fin de eliminar el oxígeno que contiene o bien ácido gálico o bien galato de propilo. El concentrado tiene un pH ajustado a al menos 8,5 mediante una amina neutralizante soluble en agua.

El documento US-A-4968438 da a conocer un método mejorado para eliminar el oxígeno disuelto de aguas usado para generar vapor que comprende ácido gálico.

El documento EP-A-343712 define un método para inhibir la corrosión de metal de evaporadores cáusticos que comprende una disolución cáustica en un sistema acuoso, comprendiendo dicho método añadir al agua de dicho sistema una formulación que comprende hidroquinona y pirogalol a 0,5-1,5 ppm y 0,055-0,165 ppm, respectivamente. El documento JP-A-200009734 describe usar un método de desoxigenación con el fin de impedir el deterioro de un reactivo de coloración en un cromatógrafo de líquidos. Se usa un absorbente de oxígeno tal como polvo de hierro reducido, polvo de cobre reducido, disolución alcalina de pirogalol y una disolución acuosa de ditionita.

El documento WO-2004 097071 describe un eliminador de oxígeno útil como sustituto de hidrazina que incluye un compuesto heterocíclico que tiene un grupo amino N-sustituido que puede usarse en combinación con un catalizador de fenol polihidroxilado tal como pirogalol. La composición puede ser útil para la reducción de oxígeno en agua de caldera.

El documento US-A-2006 163534 se refiere a una composición que absorbe oxígeno que contiene una composición orgánica oxidable que se porta sobre un portador sólido. La composición orgánica oxidable incluye cualquiera de varios compuestos incluyendo ácido gálico o pirogalol.

En algunos casos, el uso de pirogalol suministrado para enfriar circuitos de agua proporciona una eliminación de oxígeno e inhibición de la corrosión muy buenas. Sin embargo, esto no puede lograrse siempre de manera sistemática. Además, puesto que el pirogalol es una sustancia muy reactiva, su suministro también implica problemas de manipulación adicionales.

5 También se conoce que el pirogalol puede prepararse sometiendo ácido gálico a altas temperaturas. La publicación de patente china 1680239 describe que el ácido gálico anhidro se mezcla con piridina y se somete a reflujo para producir pirogalol. La publicación de patente china 1733671 enseña que el ácido gálico puede sublimarse a de 220°C a 280°C usando un sistema de calentamiento de acoplamiento de unidad y se descarboxila. La publicación de  
10 patente china 1453262 describe la descarboxilación del ácido gálico en vacío a lo largo de un periodo de 16 horas. La patente polaca 87534 describe la descarboxilación térmica del ácido gálico en presencia de formamida o su derivado de N-alquilo. La patente soviética 105427 se refiere a la descarboxilación de ácido gálico en presencia de una amina terciaria. En el documento GB 144897, se dice que calientan ácidos aromáticos con una sal metálica neutra y un ejemplo describe la preparación de pirogalol a partir de ácido gálico usando este método. De manera similar, el documento US 4895703 describe preparar pirogalol calentando ácido gálico o tanino con una cantidad de  
15 un compuesto metálico.

El objetivo de la presente invención es encontrar un método en el que el oxígeno presente en agua de alimentación de caldera pueda eliminarse de manera más eficaz y más sistemática para mejorar la inhibición de la corrosión.

Según la presente invención, se proporciona un método de inhibición de la corrosión en un circuito de agua de caldera que comprende añadir a agua de alimentación de caldera que contiene oxígeno una cantidad eficaz de una  
20 composición que comprende 1,2,3-trihidroxibenceno y alimentar esto al interior del circuito de agua de caldera, en el que el 1,2,3-trihidroxibenceno se genera sometiendo una disolución, que comprende el ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico correspondiente y una base, a un agente con el fin de convertir al menos una parte del ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico en dicho 1,2,3-trihidroxibenceno, en el que el 1,2,3-trihidroxibenceno se forma de manera sustancial inmediatamente antes de alimentarse al interior del tanque de agua de alimentación o del circuito de agua de caldera, donde el  
25 agente se calienta y la cantidad de calor es suficiente para elevar la temperatura de la disolución del ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico hasta al menos 10°C.

Inesperadamente, se ha encontrado que este método proporciona de manera sistemática una eliminación mucho más rápida de oxígeno del agua de alimentación de caldera que una composición suministrada usando o bien un ácido benzoico polihidroxilado, tal como ácido gálico, o bien un benceno polihidroxilado, tal como pirogalol.  
30 Parecería que la formación *in situ* de pirogalol proporciona de manera sistemática una composición que elimina el oxígeno más rápidamente en el agua de alimentación y por tanto potencia la inhibición de la corrosión en el circuito de agua de caldera.

En general, la composición que contiene el 1,2,3-trihidroxibenceno se combina con el agua de alimentación que entonces se alimenta al interior del circuito de agua de caldera. Mediante la alimentación de manera sustancialmente  
35 inmediata al interior del tanque de agua de alimentación o del circuito de agua de caldera, quiere decirse que tras la conversión del ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico en la cantidad necesaria del 1,2,3-trihidroxibenceno correspondiente, la composición se alimenta en general directamente al interior del tanque de agua de alimentación y/o del circuito de agua de caldera. Generalmente, esto se realizará en el plazo de diez minutos y habitualmente entre dos segundos y cinco minutos. Normalmente, esto se realizará en el plazo de diez segundos y cinco minutos.

40 En general, sustancialmente todo el ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico se convierte en el 1,2,3-trihidroxibenceno. Normalmente, esto corresponderá a al menos el 50% en peso del ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico, y preferiblemente al menos el 75%, más preferiblemente al menos el 90% y en particular al menos el 95%, especialmente al menos el 99% y de manera más preferible sustancialmente el 100%.

La energía será calor. La cantidad de calor suministrada será suficiente para convertir el ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico en 1,2,3-trihidroxibenceno. En general, habitualmente es conveniente definir la cantidad de calor  
45 en lo que se refiere a la temperatura resultante de la disolución de ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico. Preferiblemente, la cantidad de calor será suficiente para elevar la temperatura de la disolución de ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico hasta al menos 100°C y más preferiblemente al menos 120°C. La temperatura puede ser de hasta 250°C, pero normalmente no es superior a 230°C. Una temperatura particularmente adecuada estará en el intervalo de entre 120  
50 y 200°C, por ejemplo entre 130 y 185°C.

En general, puede ser necesario poner en contacto la disolución de ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico con el agente durante una duración de tiempo eficaz suficiente para convertir al menos algo y de manera preferible sustancialmente todo el ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico en 1,2,3-trihidroxibenceno. Puede ser deseable ajustar el periodo de tiempo según la temperatura de la disolución. La cantidad de tiempo habitualmente será mayor de  
55 algunos segundos, por ejemplo mayor de 50 segundos, y normalmente mayor de uno o dos minutos, por ejemplo al menos 5 minutos. El periodo puede ser de hasta 30 minutos o 45 minutos o mayor. Este periodo puede ser de hasta 90 minutos o mayor, pero en general no será mayor de 60 minutos.

Se ha encontrado que la presencia de la base en la disolución con ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico neutraliza el ácido carbónico que puede formarse en el proceso de descarboxilación del ácido benzoico polihidroxilado.

5 La base que se usa en combinación con la disolución de ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico puede ser cualquier sustancia que pueda neutralizar ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico. En general, se añade suficiente cantidad de la base con el fin de garantizar que la disolución tenga un pH mayor de 7, habitualmente mayor de 8 y preferiblemente de al menos 8,5. El pH puede elevarse hasta 9 ó 10 o superior, por ejemplo 12 ó 14. Normalmente, la base puede ser cualquier óxido o hidróxido de metal alcalino, óxido o hidróxido de metal alcalinotérreo, una amina o amoniaco. El amoniaco puede aplicarse como gas amoniaco o más preferiblemente como hidróxido de amonio. Preferiblemente, la base se selecciona del grupo que consiste en una amina, amoniaco e hidróxido de metal alcalino. Preferiblemente, el hidróxido de metal alcalino puede seleccionarse de cualquiera de hidróxido de potasio, hidróxido de sodio, hidróxido de litio o hidróxido de rubidio. La amina puede ser una amina primaria, secundaria o terciaria o alternativamente puede ser un compuesto de amonio cuaternario.

15 Las aminas deseables incluyen dimetilaminoetanol, dietilaminoetanol, morfolina, ciclohexilamina, dimetilisopropanolamina, monoetanolamina, metoxipropilamina, metilamina, dimetilamina, trimetilamina, etilamina, dietilamina, trietilamina, piperidina y piperidina.

20 Un método conveniente de efectuar la conversión de ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico en 1,2,3-trihidroxibenceno es alimentar una disolución que comprende ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico y base al interior de una unidad en la que la disolución se lleva en contacto con el agente. De manera deseable, la unidad puede ser un recipiente que contiene una cámara en la que se produce la reacción, una entrada a través de la cual se introduce la disolución de ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico y una salida a través de la cual se permite que la composición que contiene 1,2,3-trihidroxibenceno fluya fuera de la unidad.

25 La unidad puede construirse de tal manera que la disolución que contiene el ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico entra y entonces se somete al agente durante un periodo de tiempo suficiente para permitir la conversión en el 1,2,3-trihidroxibenceno. Tras la conversión en el 1,2,3-trihidroxibenceno, la composición resultante puede retirarse entonces a través de la salida. Esto puede lograrse aplicando presión a la composición en la unidad con la entrada cerrada y la salida abierta, forzando de ese modo a que el contenido de la unidad fluya a través de la salida. Tal presión puede incluir forzar un gas inerte al interior de la cámara. Alternativamente, la composición que contiene el benceno polihidroxilado puede retirarse mediante cualquier mecanismo de bombeo adecuado o puede ser deseable colocar la salida en la base o extremo inferior de la unidad de manera que el contenido de la unidad pueda retirarse por gravedad.

30 La composición resultante que contiene el 1,2,3-trihidroxibenceno puede retirarse de la cámara de la unidad, por ejemplo tal como se mencionó anteriormente, y hacerse fluir al interior del circuito de agua de caldera.

Deben proporcionarse medios adecuados en la unidad para poner en contacto la disolución de ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico con el agente.

35 Puesto que el agente es calor, esto puede lograrse colocando una fuente adecuada dentro de la cámara de la unidad o alternativamente proporcionando una fuente de calentamiento de manera externa de manera que se conduce a través de la pared de la cámara. De manera adecuada, la cámara contendrá un sensor de temperatura que permite controlar la fuente de calor para proporcionar la temperatura óptima requerida.

40 Según la presente invención, hay varias posibilidades para poner en contacto la disolución de ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico con una fuente de calentamiento, como el agente. Se prefiere especialmente usar una fuente de calentamiento que elevará la temperatura de la disolución de ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico hasta una temperatura de al menos 120°C. Las fuentes de calentamiento adecuadas se seleccionan del grupo que consiste en calor residual de caldera, gases de escape, elemento de calentamiento eléctrico, vapor residual, vapor de proceso, fuente de calentamiento de microondas y cualquier combinación de los mismos. Una fuente de calentamiento alternativa es un elemento de calentamiento eléctrico, por ejemplo una cinta de calentamiento con trazo eléctrico. Puede ser deseable usar una cinta de calentamiento con trazo eléctrico, o medios similares, en combinación con la unidad mencionada anteriormente usada para convertir la disolución de ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico en la composición que contiene el 1,2,3-trihidroxibenceno. Además, puede ser deseable emplear la cinta de calentamiento con trazo eléctrico en combinación con otras fuentes de calentamiento. La cinta de calentamiento con trazo eléctrico puede ser útil por ejemplo para mantener la temperatura del medio de reacción de 1,2,3-trihidroxibenceno. Se ha encontrado que el uso de una cinta de calentamiento con trazo eléctrico facilita elevar la temperatura de la disolución de ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico hasta la temperatura apropiada para efectuar la conversión en el 1,2,3-trihidroxibenceno.

55 En otra realización preferida, la cinta de calentamiento con trazo se enrolla alrededor de una tubería construida de acero inoxidable. Esta tubería formaría parte del sistema de suministro al tanque de agua de alimentación. Una

unidad de este tipo será eficaz para convertir el ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico en el 1,2,3-trihidroxibenceno correspondiente.

5 Una realización alternativa preferida emplea un intercambiador de calor haciendo uso de un intercambiador de calor que hace uso del vapor generado por la caldera o que circula dentro de un fluido térmico. Una unidad de este tipo podría ser un intercambiador tubular o alternativamente uno con placas que encajarían en el sistema de suministro, por ejemplo empleando un intercambiador de calor que contiene una tubería de entrada y una tubería de salida.

Otros medios adecuados para convertir el ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico (es decir ácido gálico) en el 1,2,3-trihidroxibenceno correspondiente (es decir pirogalol) incluyen los siguientes:

10 • Uso de un reactor de calor de placas o intercambiador de calor en el que el ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico fluye a través del reactor o el intercambiador de calor y se usa fluido térmico para calentar el flujo del líquido. El fluido térmico es un fluido que se calienta eléctricamente o usando vapor, por ejemplo de la caldera. Alternativamente, en lugar de usar el fluido térmico, puede usarse vapor de la caldera.

15 • Uso de tecnología de microondas en la que el ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico se calienta en línea en un tubo, canalización o recipiente construido al menos parcialmente de un vidrio o plástico transparente u otro material transparente adecuado que permitirá que la energía de microondas pase a través de la pared del tubo, canalización o recipiente. La irradiación de microondas inducirá calentamiento.

• Uso de calentamiento infrarrojo, por ejemplo enrollando un cable de generación de infrarrojos adecuado alrededor de una tubería u otro recipiente a través del cual se hace pasar el ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico. La radiación infrarroja se genera haciendo pasar una corriente eléctrica a través del cable de generación de infrarrojos.

20 • Calentar el ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico en un recipiente o múltiples recipientes usados en paralelo de manera continua. El calor puede generarse usando un calentador de inmersión, calentador de proceso u otro calentador adecuado para elevar la temperatura hasta el nivel deseado.

25 Un aspecto particularmente preferido de la presente invención es cuando la conversión del ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico o precursor en el benceno polihidroxilado correspondiente se lleva a cabo de manera continua. De esta forma, una disolución que contiene el 1,2,3-trihidroxibenceno forma una corriente que se convierte de manera continua en el 1,2,3-trihidroxibenceno correspondiente que se alimenta de manera continua al interior del circuito de agua de caldera. Esto puede lograrse sometiendo la corriente que contiene la disolución del ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico en contacto con el agente en el conducto cuando se hace fluir al interior del circuito de agua de caldera. Por ejemplo, puede colocarse una fuente de calentamiento alrededor o dentro del conducto.

30 Alternativamente, la corriente que contiene la disolución de ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico puede hacerse fluir al interior de una unidad adecuada, tal como se mencionó anteriormente, convirtiendo de manera continua el ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico en el 1,2,3-trihidroxibenceno y entonces alimentar esto de manera continua al interior del circuito de agua de caldera. La unidad puede construirse de tal manera que se facilite la conversión continua. Normalmente, una unidad de este tipo puede contener un recipiente de extremos abiertos doble en el que la disolución de ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico se produce a través de un extremo y la composición convertida sale de la unidad a través del otro extremo. De manera adecuada, la unidad puede consistir en una canalización helicoidal que permite el contacto con el agente, tal como una fuente de calentamiento colocada en o alrededor de la unidad, y permite un tiempo residencia suficiente para garantizar la conversión del ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico en el 1,2,3-trihidroxibenceno.

40 En ocasiones es deseable emplear una válvula de alivio de presión para permitir la liberación de dióxido de carbono que tendería a formarse durante la conversión del ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico (es decir ácido gálico) en el 1,2,3-trihidroxibenceno correspondiente (es decir pirogalol). De esta forma, el dióxido de carbono se retira del sistema antes de que alcance el tanque de alimentación o la caldera.

Los siguientes ejemplos ilustran la invención sin pretender limitar el alcance.

#### 45 Prueba de rendimiento

Se calienta un matraz de tres bocas que contiene 500 ml de agua de prueba hasta la temperatura de prueba en un baño de glicol. Se coloca un agitador y un sensor de oxígeno en el matraz tal como se muestra en la figura 1. Se añade la mezcla eliminadora de oxígeno requerida al contenido del matraz y se monitoriza el nivel de oxígeno con respecto al tiempo. Se calcula la cantidad de oxígeno que queda en un tiempo dado como el porcentaje que queda con referencia al nivel de oxígeno inicial en la mezcla.

50

#### **Ejemplos**

## ES 2 551 928 T3

- 5 1) Se pesan 2,5 g de ácido gálico en un matraz volumétrico de 50 ml. Se añaden aproximadamente 30 ml de agua desionizada seguido por 1,5 ml de monoetanolamina. Se enrasa adicionalmente la mezcla hasta la marca con agua desionizada y se mezcla. Se calienta la mezcla en un digestor de microondas programable (CEM MARS 5) hasta diferentes temperaturas durante diferentes duraciones de tiempo. Se somete la mezcla resultante a la prueba de rendimiento descrita anteriormente y/o se analiza mediante cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC) para ácido gálico y pirogalol. Los resultados de la prueba de aplicación, que muestran una comparación de las preparaciones calentadas durante 15 minutos, se facilitan en la figura 2. Los datos de HPLC se citan en la tabla 1.

Tabla 1: Resultados de HPLC

Temperatura / °C	Tiempo de calentamiento / min	Pirogalol	Ácido gálico
sin calentamiento	---	no detectado	4,93%
80	15	no detectado	4,90%
80	30	no detectado	4,95%
80	60	no detectado	4,70%
125	15	0,26%	4,55%
125	30	0,28%	4,28%
125	60	0,42%	3,61%
150	15	1,46%	2,69%
200	15	3,15%	270 ppm

Se analizan las muestras usando las siguientes condiciones:

- 10 Columna: Synergi Polar-RP de Phenomenex (250 mm x 4,6 mm, 4 um ps)

Eluyente: A = ácido fórmico al 0,1% v/v en agua, B = MeOH

Gradiente: 0% de B durante 5 min, luego hasta el 80% de B en 15 min

Flujo: 1,2 ml/min

Detector: UV a 245 nm

- 15 Inyección: 10 ul

2) Muestras preparadas como en el ejemplo 1, se sustituye monoetanolamina por:

i) ciclohexilamina (2,9 ml), ii) morfolina (2,2 ml), iii) diaminoetilamina (3,4 ml), iv) hidróxido de sodio o v) amoniaco (1,1 ml de disolución al 35%). Se calientan las muestras hasta 200°C durante 15 minutos.

Tabla 2: Resultados de HPLC

Muestra	Ácido gálico	Pirogalol
ácido gálico / ciclohexilamina	54 ppm	3,0%
ácido gálico / morfolina	39 ppm	3,1%
ácido gálico / dietilaminoetanol	57 ppm	2,8%
ácido gálico / hidróxido de sodio	111 ppm	3,0%
ácido gálico / amoniaco	46 ppm	2,6%

- 20 3) Muestra preparada como en el ejemplo 1, pero con 7,5 g de ácido gálico y 4,5 ml de monoetanolamina.

Tabla 3: Resultados de HPLC

Temperatura / °C	Tiempo de calentamiento / min	Pirogalol	Ácido gálico
165	15	6,40%	600 ppm
175	15	8,59%	455 ppm

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Método de inhibición de la corrosión en un circuito de agua de caldera que comprende añadir a agua de alimentación de caldera que contiene oxígeno una cantidad eficaz de una composición que comprende 1,2,3-trihidroxibenceno y alimentar esto al interior del circuito de agua de caldera, en el que el 1,2,3-trihidroxibenceno se genera sometiendo una disolución, que comprende ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico y una base a un agente con el fin de convertir al menos una parte del ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico en dicho 1,2,3-trihidroxibenceno, en el que el 1,2,3-trihidroxibenceno se forma de manera sustancial inmediatamente antes de alimentarse al interior del circuito de agua de caldera, en el que el agente es calor y la cantidad de calor es suficiente para elevar la temperatura de la disolución del ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico hasta al menos 100°C.
  - 10 2. Método según la reivindicación 1, en el que la base se selecciona del grupo que consiste en una amina, amoniaco e hidróxido de metal alcalino.
  3. Método según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la disolución que comprende el ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico se alimenta a una unidad que lleva la disolución en contacto con el agente, y entonces se hace fluir la composición resultante que contiene ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico al interior del circuito de agua de caldera.
  - 15 4. Método según cualquier reivindicación anterior, en el que la disolución que contiene ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico se calienta usando fuentes de calor seleccionadas del grupo que consiste en calor residual de caldera, gases de escape, elemento de calentamiento eléctrico, vapor residual, vapor de proceso, fuente de calentamiento de microondas y cualesquiera combinaciones.
  - 20 5. Método según cualquier reivindicación anterior, en el que la disolución que comprende ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico se calienta hasta una temperatura por encima de 120°C.
  6. Método según cualquier reivindicación anterior, en el que la disolución que contiene ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico y la composición que contiene 1,2,3-trihidroxibenceno forman una corriente en la que el ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico se convierte de manera continua en 1,2,3-trihidroxibenceno que se alimenta de manera continua al interior del circuito de agua de caldera.
- 25

Figura 1: Diagrama de prueba de aplicación de laboratorio

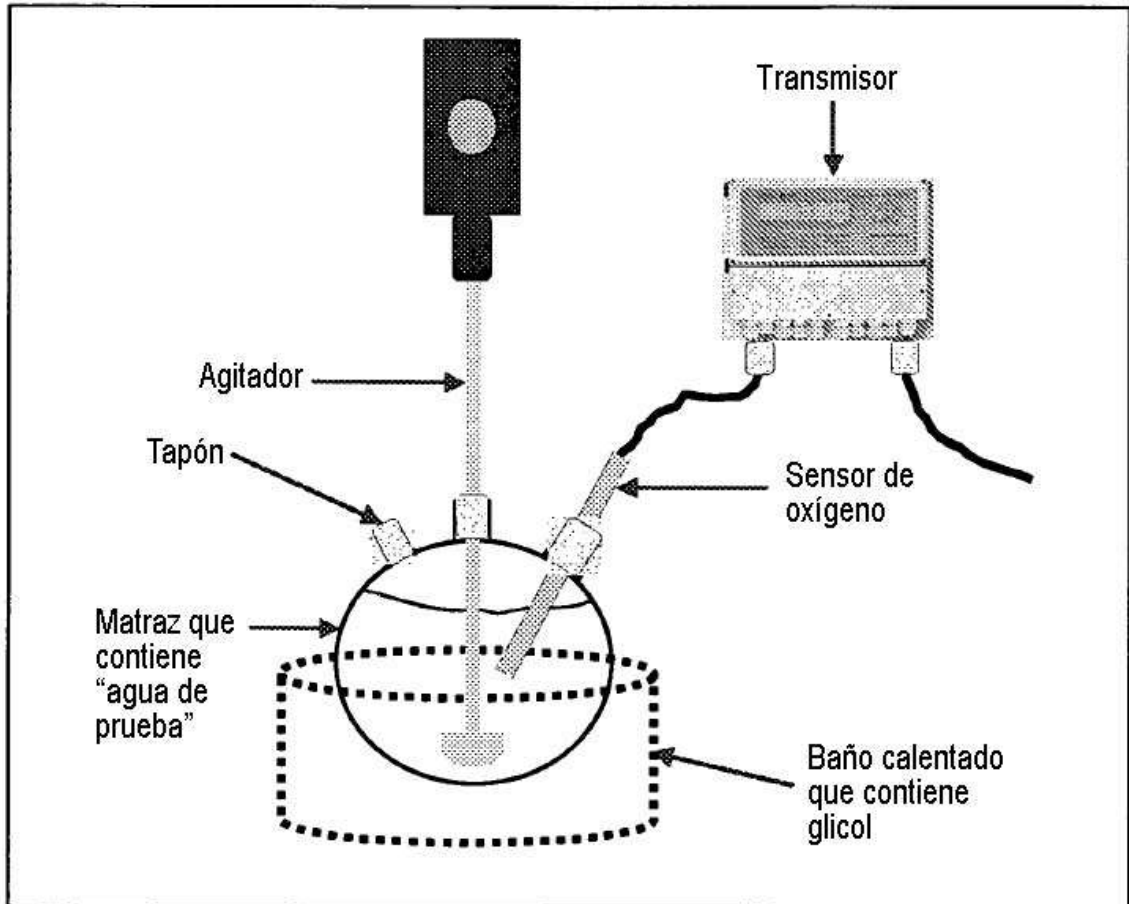




Figura 2: Resultados de la prueba de aplicación para preparaciones calentadas durante 15 minutos

