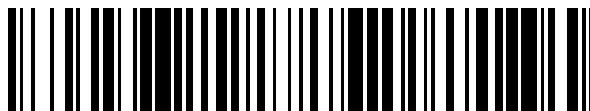


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 710 079**

21 Número de solicitud: 201731227

51 Int. Cl.:

**G01N 31/22** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**17.10.2017**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**22.04.2019**

71 Solicitantes:

**UNIVERSITAT DE VALÈNCIA (100.0%)**  
**Avenida Blasco Ibáñez, 13**  
**46010 València (Valencia) ES**

72 Inventor/es:

**COSTERO NIETO, Ana María ;**  
**GIL GRAU, Salvador;**  
**GAVIÑA COSTERO, Pablo y**  
**MARTÍNEZ AQUINO, Carlos**

74 Agente/Representante:

**CUETO PRIEDE, Sénida Remedios**

54 Título: **PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO PARA LA DETECCIÓN DE FORMALDEHÍDO**

57 Resumen:

Procedimiento y dispositivo para la detección de formaldehído.

La presente invención se refiere a un procedimiento de detección de formaldehído en fase gas caracterizado porque comprende:

a) llevar a cabo una reacción de Pictet-Spengler de una beta-ariletilamina primaria que tiene grupos alcoxi, grupos hidroxilo o combinaciones de ambos en posiciones 3 y 4, con formaldehído

b) deshidrogenar el producto obtenido en dicha reacción en presencia de un amino ácido y un azúcar reductor,

de forma que a) y b) se producen en una sola etapa sobre un soporte de carácter ácido, en ausencia de disolvente,

c) y detectar el producto final.

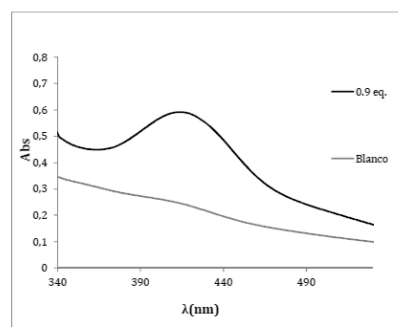


Fig. 1

ES 2 710 079 A1

DESCRIPCIÓN

**Procedimiento y dispositivo para la detección de formaldehído**

**SECTOR DE LA TÉCNICA**

Esta invención se encuadra en el sector técnico de los procedimientos de análisis de  
5 sustancias mediante el uso de indicadores químicos y por medios ópticos,  
concretamente la detección de formaldehído por colorimetría o fluorescencia.

**ESTADO DE LA TÉCNICA**

El formaldehído es uno de los compuestos orgánicos básicos más importantes de la  
10 industria química. El grupo español ERCROS produce del orden de 788.000 toneladas  
al año y BASF 500.000 toneladas al año. Se utiliza en la producción de diversos  
productos, desde medicamentos hasta melamina, baquelita, etc.

Dado que la normativa de prevención de riesgos es cada vez más restrictiva en cuánto  
a la dosis diaria y los niveles máximos de exposición a formaldehído, por parte de las  
15 empresas en las que se utiliza formaldehído existe una demanda creciente en el  
desarrollo de nuevos sensores para la detección de este compuesto.

En los últimos años el uso de quimiosímetros, cromogénicos o fluorogénicos para la  
detección de especies neutras ha experimentado un enorme desarrollo. El enfoque  
quimiosimétrico en el diseño de sistemas de detección presenta varias ventajas  
20 siendo la selectividad la más importante.

En este método quimiosimétrico, la sonda debe diseñarse de tal manera que una  
reacción química con el analito dé lugar a cambios observables en sus propiedades  
fotofísicas. Estos métodos se basan en una reacción química con el analito que da lugar  
a cambios observables. Para ser útil en el proceso de detección la reacción tiene que  
25 tener lugar rápidamente, debe presentar selectividad respecto al analito estudiado y es  
importante que se produzca bajo condiciones suaves.

Es sabido que la exposición a cantidades de formaldehído de 10 a 20 ppm produce  
irritación casi inmediata de los ojos y una sensación de quemazón aguda en la nariz y  
la garganta que puede estar asociada con estornudos, tos y dificultad para respirar  
30 profundamente. La recuperación de estos efectos transitorios es rápida. Sin embargo,  
la exposición de 5 a 10 minutos a 50 a 100 ppm puede causar lesiones permanentes  
graves en los conductos respiratorios inferiores. Además, es bien conocido que el

formaldehído tiene un efecto tóxico sobre el sistema nervioso y presenta características carcinógenas. Por otra parte, el formaldehído es un agente químico ampliamente utilizado. Se genera, por ejemplo, a partir de materiales de construcción como productos de madera prensada (sobre todo a partir de resinas adhesivas) o tableros de fibra o  
5 madera contrachapada. Se usa también como aditivo para prensa permanente, ingrediente en colas y conservante en laboratorios médicos como líquido de embalsamamiento y esterilizador. El formaldehído es también un subproducto de la combustión (humo de cigarrillos, aparatos que queman combustible y calefactores de queroseno) y, por consiguiente, se puede encontrar en concentraciones significativas y  
10 en diversos entornos.

La detección del formaldehído suele realizarse utilizando diferentes técnicas como la espectrofotometría, HPLC, espectroscopía de fluorescencia inducida por láser, electroforesis capilar, conductimetría, y biosensores basados en enzimas. Dichos  
15 métodos, aunque presentan límites de detección extraordinariamente bajos, implican instrumentación cara y necesidad de personal experimentado para llevar a cabo las medidas. Además, en el caso de las reacciones enzimáticas existe un problema adicional procedente de la falta de estabilidad de este tipo de sensores.

A diferencia de estos, los métodos ópticos muestran ciertas ventajas tales como simplicidad operacional, portabilidad o posibilidad de monitorización en tiempo real.

20 La detección del formaldehído realizada hasta ahora usando métodos ópticos se ha basado en el uso de reacciones lentas que requieren condiciones elevadas de temperatura para producirse.

También se ha hecho uso de reacciones de derivatización para convertir el analito en otro compuesto susceptible de ser estudiado por distintas técnicas instrumentales. El  
25 empleo de técnicas espectrofotométricas más simples como puede ser el ultravioleta o la fluorescencia, en general requiere una derivatización previa como ocurre en el método del ácido cromotrópico (ácido 4,5-dihidroxi-1,8-naftaleno-2,7-disulfónico). El documento DE 19600762 describe un dispositivo para determinar formaldehído en la superficie de muebles o en paredes usando ácido cromotrópico, por tanto mediante una reacción  
30 diferente a la presente invención, con lo que presenta otros interferentes, velocidades de reacción y respuesta distintas a las del procedimiento de la presente invención.

Se han usado en otros casos agentes de derivatización como la 2,4-dinitrofenilhidracina, fenilaminas o diaminas (como la *p*-fenilendiamina).

El *brillant cresyl blue*, nombre comercial de una mezcla de dos aminas aromáticas, se ha empleado también en la detección de formaldehído. El mayor inconveniente de este reactivo es que los compuestos son aminas aromáticas con el consiguiente peligro que ello entraña.

5 Otras técnicas se basan en el empleo de la reacción de Hantzsch que conduce a la obtención de un compuesto ligeramente coloreado. Basado en la reacción de Hantzsch se ha comercializado, con el nombre Fluoral P, la 4-amino-3-penten-2-ona para la detección de formaldehído sometiendo al compuesto a una serie de modificaciones para facilitar su uso. El estudio del impacto medioambiental de este compuesto no se ha  
10 realizado por lo que su potencial contaminante es desconocido.

Hay descritos en la bibliografía algunos dosímetros colorimétricos que permiten una detección visual de formaldehído a través de diversas reacciones químicas con límites de detección del orden de los del procedimiento descrito en la presente invención. Así, se ha empleado con frecuencia como quimiodosímetros el amino-3-hydrazino-5-  
15 mercapto-1,2,4-triazol comercializado como Purpald®. Este compuesto se usa en unión a ZnO, KIO<sub>4</sub> y agar. El artículo *Journal Environmental Technology* [1] divulga un procedimiento de detección de fomaldehído basado en estos reactivos. La detección según *Journal Environmental Technology* se puede hacer a simple vista, sin necesidad de emplear ningún instrumento de medida y existen dispositivos que permiten doble  
20 detección. La desventaja del procedimiento divulgado en este artículo en relación con la presente invención radica en la mayor peligrosidad del mismo tanto desde el punto de vista personal como desde el medioambiental. Por una parte, el compuesto orgánico empleado es inflamable incluso en estado sólido y por otra parte el peryodato potásico es un oxidante fuerte que puede reaccionar con numerosos compuestos orgánicos.

25 La reacción de Pictet-Spengler de catecolaminas primarias con formaldehído seguida de una deshidrogenación para generar las 3,4-dihidroisoquinolinas correspondientes, se ha utilizado para la diferenciación histoquímica de monoaminas biógenas (dopamina o noradrenalina) mediante microscopía de fluorescencia, según se describe en [2]. Sin embargo en esta referencia la reacción sólo funciona en solución a diferencia de lo que  
30 ocurre en la presente invención, pues las aminas no son volátiles y es el formaldehído el reactivo que se dispone sobre el soporte para la detección de aminas. Tampoco aparece ninguna información ni sugerencia acerca del posible uso de la reacción para la detección de formaldehído.

El documento [3] describe un procedimiento de detección de formaldehído a través de la formación de nanotubos de polidopamina a partir de dopamina y utilizando un patrón de ZnO. Los límites de detección alcanzados son más bajos de 100 ppb. Aunque estos sensores se preparan a partir de dopamina, sin embargo la detección no se hace a simple vista sino que necesita métodos instrumentales. El documento [3] también divulga la posibilidad de utilizar sílice mesoporosa SBA-15 y otras nanoestructuras como ZIF en algunos procedimientos de detección de sustancias.

El método descrito en US4438206A comprende detectar el formaldehído en presencia de albúmina, por fluorescencia de la sustancia formada por reacción de una solución que contiene formaldehído con acetilcetona. Este método presenta una buena sensibilidad pero para su empleo es necesario preparar el reactivo que dará lugar a los cambios de color y además las medidas se realizan siempre en disolución y no aparece ninguna indicación sobre su posible uso en fase gas.

El documento US20040197225 A1 divulga un sensor de formaldehído que contiene sílica gel como soporte. La reacción en la que se basa es la reacción de Hantzsch usando la 4-amino-3-penten-2-ona, diferente de la que es utilizada en la presente invención. A diferencia de lo divulgado en US20040197225A1, la presente invención emplea la reacción de Pictet-Spengler y solo necesita un escáner para realizar la cuantificación. Además, el impacto medioambiental de la 4-amino-3-penten-2-one utilizada en el documento US20040197225A1, no ha sido todavía evaluado.

Según el documento US4511658 el límite de detección alcanzado es bueno pero el empleo de amino-3-hidrazino-5-mercapto-1,2,4-triazol como compuesto orgánico hace que sea más peligroso que el procedimiento de la presente invención.

La reacción de Pictet Spengler en la que se basa el procedimiento y el dispositivo de la invención, se había descrito para la detección de catecolaminas con algunos ajustes para dar estabilidad. Y aunque se ha divulgado – documento [3] - el uso de sílice mesoporosa funcionalizada, y de nanotubos de ZnO como soporte para reacciones de detección de formaldehído, no hay ningún dato sobre la posibilidad de que la reacción pueda dar lugar a un dispositivo capaz de detectar formaldehído a simple vista y de alcanzar límites de detección de 2 ppm cómo se describe en la presente invención.

Se han encontrado otras reacciones para detección de formaldehído soportadas en sílice [3] pero presentan más de una etapa, presentan inestabilidad y/o necesitan técnicas de detección diferentes y más complejas. Se ha encontrado un documento que

divulga detección de formaldehído por doble vía pero basado en un sistema totalmente diferente y menos respetuoso con el ambiente.

Por tanto, aunque la reacción que se utiliza en el procedimiento de la presente invención era conocida [2], y [3] divulga un sensor que se basa en una reacción soportada similar, la ventaja técnica de la presente invención es que se ha conseguido soportar la reacción en un material de manera que se puede detectar formaldehído por doble vía, dando lugar a un sensor respetuoso con el medioambiente, sencillo, que permite la lectura a simple vista.

Teniendo en cuenta los sistemas presentes en el mercado, el diseño de pruebas sencillas para la detección de formaldehído con la selectividad y sensibilidad adecuadas y que sean respetuosas con el medio ambiente es un desarrollo necesario.

En la presente invención se lleva a cabo la detección a través de una reacción conocida en sí misma, pero que se produce directamente sobre la superficie de un soporte tal como la sílice y que por lo tanto no requiere disolvente. El proceso es en una etapa y se produce a temperatura ambiente y en tiempos cortos, en condiciones ambientales respetuosas, de forma fácil y con buenos límites de detección. Además, la invención permite medir la cantidad de formaldehído a través de dos canales.

## **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN**

La presente invención se refiere en primer lugar a un procedimiento de detección de formaldehído en fase gas caracterizado porque comprende:

a) llevar a cabo una reacción de Pictet-Spengler de una beta-ariletilamina primaria que tiene grupos alcoxi, grupos hidroxilo o combinaciones de ambos en posiciones 3 y 4, con formaldehído

b) deshidrogenar el producto obtenido en dicha reacción en presencia de un amino ácido y un azúcar reductor,

de forma que a) y b) se producen en una sola etapa sobre un soporte de carácter ácido, en ausencia de disolvente,

c) y detectar el producto final.

Según realizaciones particulares, el amino ácido es preferentemente glicina.

Según realizaciones particulares adicionales, el azúcar reductor es preferentemente sacarosa.

Según realizaciones particulares preferentes, la deshidrogenación se realiza con glicina y sacarosa pues presentan la ventaja de ser solubles en agua y no contaminantes.

Las beta-ariletilaminas que reaccionan con formaldehído son las que tienen en posiciones 3 y 4 grupos alcoxi, en general o grupos hidroxilo. Todas originan productos fluorescentes pero la mayor fluorescencia se produce cuando en posición 3 hay un hidroxilo.

Los grupos alcoxi pueden ser por ejemplo: etoxi, metoxi, propoxi, butoxi, y preferentemente son grupos metoxi.

La beta-ariletilamina puede ser, por ejemplo, una 3,4-dialcoxiariletilamina o 4-alcoxi-3-hidroxiariletilamina, 3,4-dihidroxiariletilamina, y según realizaciones particulares preferentes es una catecolamina o 3,4-dihidroxiariletilamina, de modo más preferente aún es 3,4-dihidroxifeniletilamina o dopamina.

El anillo aromático puede tener sustituyentes adicionales tales como grupos alquilo, alcoxi, hidroxilos, halógenos, pero preferentemente es un anillo sustituido sólo en las posiciones 3 y 4 con grupos alcoxi o hidroxilo.

La cadena alquílica de la beta-ariletilamina puede tener sustituyentes tales como grupos alquilo, alcoxi, hidroxilos, halógenos, pero preferentemente no los tiene o son sustituyentes poco voluminosos.

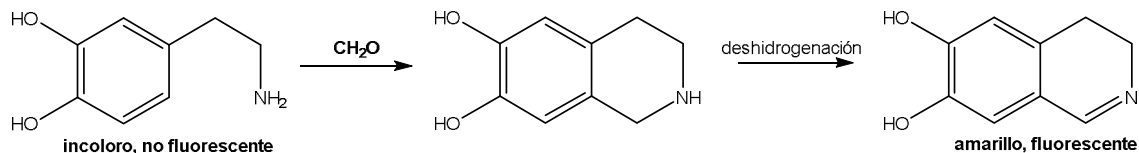
La reacción de deshidrogenación genera el doble enlace en el heterociclo resultante de la reacción i) y esa reacción es la que lo convierte en fluorescente.

La detección del producto final puede ser colorimétrica o fluorescente.

El soporte para la reacción se dispone sobre un material base puede ser de un material que soporte las condiciones de la reacción, y que puede ser papel, un polímero hidrofóbico, un polímero hidrofílico, metal, tal como una placa de aluminio, vidrio, plástico, etc.

Según realizaciones particulares preferentes, el soporte es sílice, preferentemente es gel de sílice, y de forma preferente es gel de sílice que está dispuesto recubriendo el material base.

Según una realización particular, en la que la catecolamina es la dopamina, el esquema de las reacciones es el siguiente:



La presente invención se refiere además a una sonda o dispositivo de detección *in situ* de formaldehído, que utiliza el procedimiento de detección descrito. El dispositivo de la invención comprende los reactivos necesarios para llevar a cabo el procedimiento de la

5 invención descrito anteriormente.

Por lo tanto el dispositivo comprende los reactivos necesarios para llevar a cabo la reacción de Pictet-Spengler con formaldehído sobre un soporte con carácter ácido, tal como un soporte de sílice y en ausencia de disolvente.

Según realizaciones particulares del dispositivo, el soporte con los reactivos están

10 dispuestos sobre un material base que puede ser por ejemplo, una placa de aluminio recubierta del soporte, tal como gel de sílice.

Los cambios de color se observan a simple vista y los de fluorescencia se detectan con una lámpara manual que no tiene por qué ir unida al dispositivo.

El dispositivo de la invención se puede usar para la detección *in situ* de formaldehído en

15 atmósferas contaminadas.

El dispositivo es capaz de actuar como sensor pasivo colorimétrico y fluorescente para la detección de formaldehído en tiempo real.

Los reactivos, se utilizan en la proporción aproximada de 20:5:1 de beta-ariletilamina:amino ácido:azúcar reductor.

Según realizaciones particulares, el dispositivo comprende una mezcla de tres

20 productos comerciales soportados (dopamina, glicina y sacarosa) sobre una placa de aluminio recubierta con gel de sílice. Las concentraciones de estos reactivos se utilizan en la proporción 20:5:1 de dopamina:glicina:sacarosa. El mecanismo de generación de la señal es una reacción de ciclación directa, fácil, reproducible y permite obtener un

25 dispositivo estable en condiciones normales.

En estas condiciones se puede determinar la concentración de formaldehído hasta niveles por debajo de 2 ppm mediante una doble vía: cambio de color y emisión de fluorescencia dando lugar a dispositivos con tiempos de reacción cortos y alta sensibilidad.



Realizaciones preferentes del dispositivo comprenden una tira reactiva que contiene los diferentes componentes del sistema de detección para la detección colorimétrica.

El dispositivo ofrece un doble canal de medida ya que da lugar a cambios en color, lo que permite la detección en tiempo real y a simple vista, sin necesidad de emplear  
5 ningún instrumento de medida y a cambios de sus propiedades fluorescentes cuya observación a simple vista requiere del uso de una lámpara de mano de ultravioleta.

La presente invención se refiere además al uso del dispositivo de detección de formaldehído en la industria del sector del mueble. Por otra parte, el dispositivo no sólo puede servir para la determinación de la emisión de los tableros sino como un sistema  
10 de protección personal ya que la señal, al ser acumulativa, se podrá emplear para determinar los tiempos máximos de permanencia de los trabajadores en un ambiente contaminado. También se puede usar el dispositivo o el procedimiento en la industria de la automoción, en particular para las tapicerías, o en centros hospitalarios.

La presente invención se refiere además al uso del procedimiento de detección de  
15 formaldehído en fase gas:

- como sensor de formaldehído portátil, para uso, en la industria del mueble (hay prevista la aparición de una nueva normativa europea que regula de forma estricta los límites de emisión de formaldehído por parte de los tableros de madera)
- como sensor de formaldehído en el entorno sanitario donde los valores de este  
20 contaminante en el ambiente pueden superar los establecidos como niveles de riesgo laboral.
- a nivel doméstico pueden ser comercializados para controlar la contaminación en dichos entornos, fundamentalmente en entornos donde haya niños o personas con una especial sensibilidad a este compuesto.

25 El dispositivo desarrollado presenta las ventajas de simplicidad de operación, facilidad de lectura, es portátil y permite el diseño de sondas de un solo uso para la detección de formaldehído en fase gas de forma selectiva y con alta sensibilidad.

Las ventajas del procedimiento y dispositivo de la invención son:

- se pueden emplear el dispositivo tanto para protección personal como para control  
30 de la contaminación en centros de trabajo mediante el control del dispositivo por ordenador o mediante aplicaciones para teléfono móvil,

- los compuestos que se emplean en el proceso son todos ellos poco contaminantes y la detección se lleva a cabo a temperatura ambiente y tras cortos tiempos de exposición,

5 - no requiere gestión de residuos, dada la naturaleza no contaminante de los componentes utilizados que son respetuosos con el medio ambiente ya que todos los componentes forman parte de los organismos biológicos y son inocuos para la fauna y la flora,

- es simple y barato, y se puede detectar formaldehído en fase gas en tiempo real,

- la detección en fase gas permite llevar a cabo una medida acumulativa;

10 - la medida se puede hacer por dos canales: color y fluorescencia, lo cual da robustez al método y una mayor sensibilidad,

- los límites de detección están por debajo de los valores establecidos en las diferentes normativas.

## 15 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

Figura 1. Muestra los cambios en el espectro UV después de la adición de formaldehído (0,9 equivalentes).

20 Figura 2. Muestra el espectro de fluorescencia de un sensor y del mismo sensor en presencia de 4 equivalentes de formaldehído ( $\lambda_{exc}=420$  nm).

Figura 3. Muestra sensores soportados sobre gel de sílice en presencia de cantidades crecientes de formaldehído en fase gas.

Figura 4. Respuesta del dispositivo en presencia de cantidades crecientes de formaldehído gas.

25

## **EJEMPLOS**

### **Ejemplo 1**

Dispositivo para detección de formaldehído en fase gas

#### Preparación del dispositivo

30 Se disuelven en agua desionizada 100 mg de dopamina, 25 mg de sacarosa y 5 mg de glicina. Una vez disueltos todos los reactivos y con la disolución homogenizada, se

sumerge una placa de gel de sílice en el interior de dicha disolución. A continuación, se deja secar la placa de gel de sílice al aire y una vez seca, está lista para utilizarse. Si en vez de emplear agua desionizada, se emplea un tampón de fosfato a pH 7,5 los resultados son prácticamente los mismos.

- 5 Las concentraciones utilizadas en el ejemplo son las mínimas para alcanzar ese límite de detección. A concentraciones menores no se vería el cambio con esos valores de analito. Concentraciones mayores se pueden usar manteniendo la relación de los componentes pero encarecerían la detección por ello se han hecho los estudios a las concentraciones indicadas.

10 Conservación

Almacenando las placas de gel de sílice expuestas a las condiciones ambientales (aire, luz, etc.) mantienen su actividad sensora durante 2 días. Si se conservan protegidas de la luz solar y en un ambiente seco y limpio, el número de días hábiles para su uso aumenta considerablemente.

15 Experimento de detección

- En un matraz de fondo redondo, se deposita la fuente de formaldehído (formalina, tablero de melanina etc.) en el fondo, y suspendida unos centímetros por encima de la fuente se coloca la placa de gel de sílice (mediante un hilo o cualquier otro método), se calienta a 60 °C con lo que el formaldehído pasa a fase gas y entra en contacto con el
- 20 sensor soportado sobre la placa de gel de sílice situada unos centímetros por encima, dando lugar a un cambio de color que nos revela la presencia de gas. El matraz de fondo redondo puede ser sustituido por cualquier otro recipiente. El (límite de detección) LOD en fase gaseosa fue inferior a 1,08 µg / L. Este valor está por debajo del límite de 2 ppm durante 15 minutos aceptados por OSHA (Occupational Safety and Health
- 25 Administration of USA).

**Ejemplo 2.**

Ejemplo de respuesta del dispositivo frente a valores de formaldehído crecientes

- La evaluación de la respuesta del sensor frente a patrones gaseosos de formaldehído se realizó de la forma siguiente: En matraces de fondo redondo de 100 mL, se suspende
- 30 la sonda de forma tal que no toque la pared del recipiente. Dentro de cada matraz se colocan cantidades crecientes y conocidas de formaldehído disuelto en agua y los matraces se cierran herméticamente. Los matraces se calientan a 60°C para provocar

el paso del aldehído a fase gas y se mantiene la calefacción durante 5 horas para garantizar la liberación total del analito.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- 5 [1] *Journal Environmental Technology*, Volume 37, 2016 - Número 13 *Colorimetric monitoring of formaldehyde in indoor environment using built-in camera on mobile phone*, Yoshika Sekine, Risa Katori, Yuko Tsuda & Takio Kitahara,
- [2] *Acta Chemica Scandinavica* 1966, 20, 2755-2762, Gösta Jonsson
- [3] *Journal of Material Chemistry* 2016, 4, 3487; Polydopamine nanotubes: bio-inspired  
10 synthesis, formaldehyde sensing properties and thermodynamic investigation; Dong Yan, Pengcheng Xu, Qun Xiang, Hongru Mou, Jiaqiang Xu, Weijia Wen, Xinxin Lic y Yuan Zhang.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento de detección de formaldehído en fase gas caracterizado porque comprende:
- 5           a) llevar a cabo una reacción de Pictet-Spengler de una beta-ariletilamina primaria que tiene grupos alcoxi, grupos hidroxilo o combinaciones de ambos en posiciones 3 y 4, con formaldehído
- b) deshidrogenar el producto obtenido en dicha reacción en presencia de un amino ácido y un azúcar reductor,
- 10       de forma que a) y b) se producen en una sola etapa sobre un soporte de carácter ácido, en ausencia de disolvente,
- c) y detectar el producto final.
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el azúcar reductor es sacarosa.
3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la deshidrogenación se realiza
- 15       con glicina y sacarosa.
4. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el producto final se detecta por vía colorimétrica o fluorescente.
5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el soporte de carácter ácido es un soporte de sílice.
- 20       6. El procedimiento según la reivindicación 5, en el que el soporte de sílice es gel de sílice.
7. El procedimiento según la reivindicación 5, en el que el soporte de sílice es gel de sílice que está dispuesto recubriendo una placa de aluminio.
8. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que
- 25       la beta-arilamina es una catecolamina.
9. El procedimiento según la reivindicación 8, en el que el la beta-arilamina es la dopamina.
10. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la detección del formaldehído se realiza *in situ*.
- 30       11. Un dispositivo de detección de formaldehído para llevar a cabo el procedimiento definido en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
12. El dispositivo según la reivindicación 11 que comprende los reactivos necesarios para llevar a cabo el procedimiento de la invención definido en una de las reivindicaciones 1 a 10.

13. El dispositivo según la reivindicación 11 que comprende como reactivos: una beta-ariletilamina y al menos un amino ácido y un azúcar reductor dispuestos sobre un soporte de sílice.

5 14. El dispositivo según la reivindicación 13 en el que el aminoácido es glicina y el azúcar reductor es sacarosa.

15. El dispositivo según la reivindicación 14 en el que los reactivos están dispuestos sobre una placa de aluminio recubierta de gel de sílice que actúa como soporte.

10 16. Uso del procedimiento definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 o del dispositivo definido en una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15 para la detección in situ de formaldehído en atmósferas contaminadas.

17. Uso del procedimiento o del dispositivo según la reivindicación 16 en la industria del sector del mueble, en la industria de automoción o en centros hospitalarios.

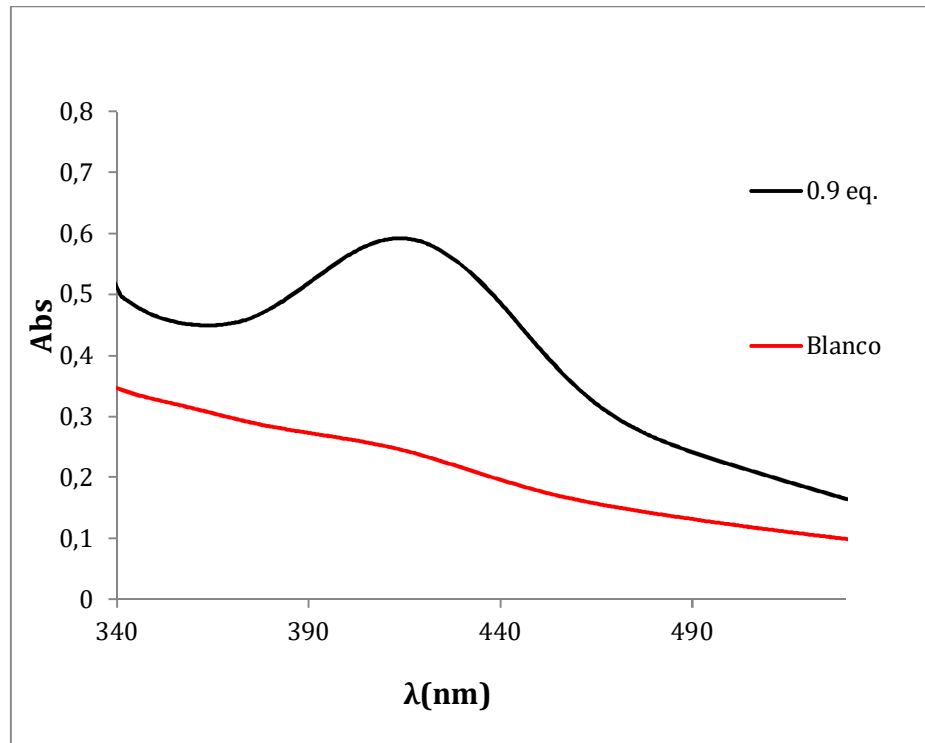


Fig. 1

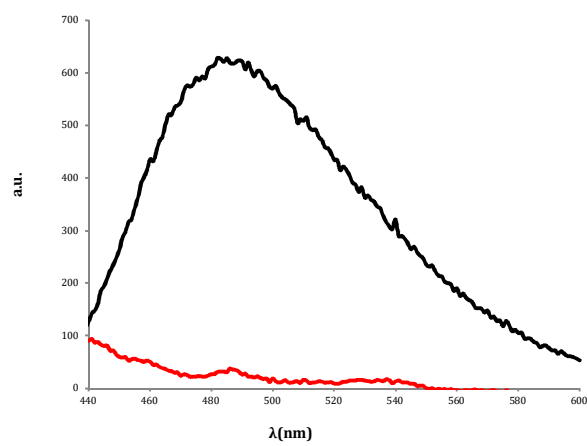


Fig. 2

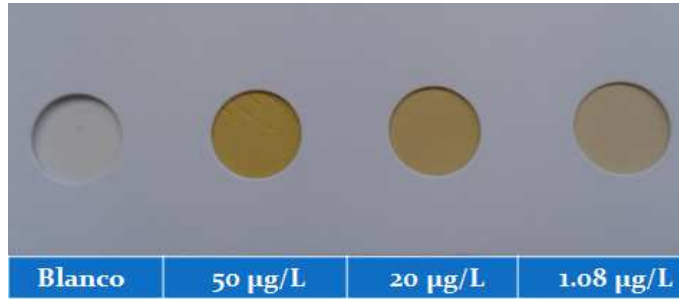


Fig. 3

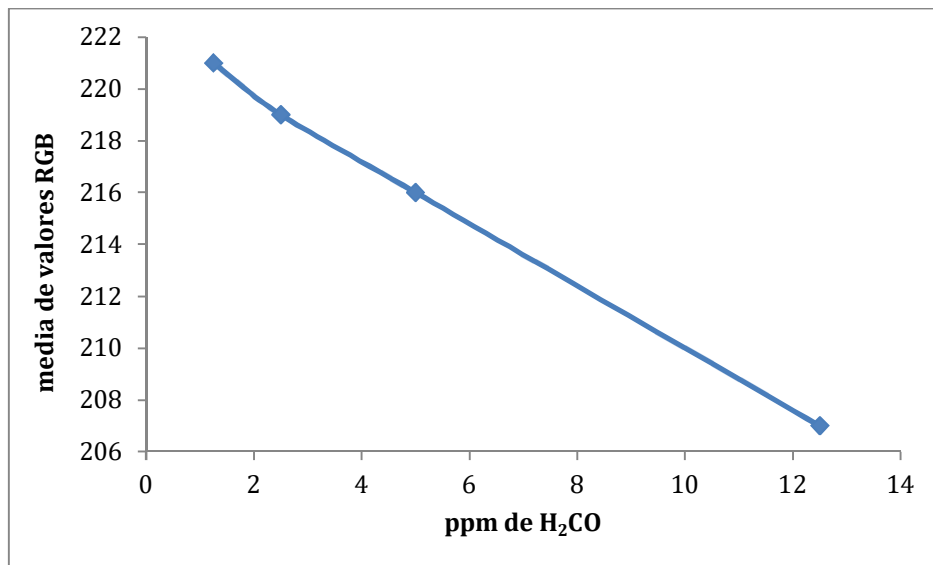


Fig. 4





- ②<sup>1</sup> N.º solicitud: 201731227  
②<sup>2</sup> Fecha de presentación de la solicitud: 17.10.2017  
③<sup>2</sup> Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤<sup>1</sup> Int. Cl.: **G01N31/22** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ <sup>6</sup> Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X Y	CORRODI, H. et al. "The formaldehyde fluorescence method for the histochemical demonstration of biogenic monoamines". THE JOURNAL OF HISTOCHEMISTRY AND CYTOCHEMISTRY, Febrero 1967, Vol. 15, N° 2, páginas 65-78, todo el documento.	1, 3, 4, 8-10, 16, 17 5-7, 11-15
X Y	CORRODI, H. et al. "Fluoreszenzmethoden zur histochemischen Sichtbarmachung von Monoaminen. 1. Identifizierung der fluoreszierenden Produkte aus Modellversuchen mit 6, 7-Dimethoxyisochinolinderivaten und Formaldehyd". HELV. CHIM ACTA.1963, Vol. 46, N° 6, páginas 2425-2430, <DOI: 10.1002/hlca.19630460660>, todo el documento.	1-4, 8-10, 16, 17 5-7, 11-15
Y	ALUGRAM® Xtra SIL G. ALUGRAM® Xtra. Unmodified standard silica layers on aluminium for TLC. MACHEREY-NAGEL. Catálogo. 06/03/2010. [en línea][Recuperado el 23/03/2018]. Recuperado de Internet <URL: <a href="http://www.mn-et.com/TLCStart/TLCphases/ALUGRAMXtraSILG/tabid/11317/language/en-US/Default.aspx">http://www.mn-et.com/TLCStart/TLCphases/ALUGRAMXtraSILG/tabid/11317/language/en-US/Default.aspx</a> >, todo el documento.	5-7, 11-15

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones n.º:

Fecha de realización del informe  
26.03.2018

Examinador  
M. Novoa Sanjurjo

Página  
1/2

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01N

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, REGISTRY, HCAPLUS