

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 612 907**

51 Int. Cl.:

D06M 16/00 (2006.01)
D06P 1/00 (2006.01)
A61L 2/00 (2006.01)
D06M 10/02 (2006.01)
D06M 11/42 (2006.01)
D06M 11/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.06.2009 PCT/IL2009/000645**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **07.01.2010 WO10001386**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.06.2009 E 09773041 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2016 EP 2294260**

54 Título: **Recubrimiento sonoquímico de textiles con nanopartículas de óxidos metálicos para tejidos antimicrobianos**

30 Prioridad:

30.06.2008 US 129472 P

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

19.05.2017

73 Titular/es:

**BAR-ILAN UNIVERSITY (100.0%)
52900 Ramat-Gan**

72 Inventor/es:

**GEDANKEN, AHARON;
NITZAN, YESHAYAHU;
PERELSHTEIN, ILANA;
PERKAS, NINA y
APPLEROT, GUY**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 612 907 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

Recubrimiento sonoquímico de textiles con nanopartículas de óxidos metálicos para tejidos antimicrobianos

5 Campo de la invención

La presente invención se relaciona con un sistema para preparar tejidos antimicrobianos, recubiertos con nanopartículas de óxidos metálicos mediante un método sonoquímico novedoso.

10 Antecedente de la invención

Se utilizan ampliamente tejidos antibacterianos para la producción de ropa de calle, ropa interior, ropa de cama y vendajes. La resistencia antimicrobiana es muy importante en materiales textiles, que tiene efectos entre otros sobre la comodidad del usuario. La deposición de óxidos metálicos se conoce porque posee actividad antimicrobiana, a saber el ZnO, MgO y CuO, pueden extender significativamente las aplicaciones de los tejidos textiles y prolongar su periodo de uso.

El óxido de Zinc ha sido reconocido como un agente antimicrobiano suave, agente de curación de heridas no tóxico y agente de filtro solar. En razón a que este refleja tanto los rayos UVA como UVB, el óxido de zinc se puede utilizar en ungüentos, cremas y lociones para proteger contra las quemaduras del sol y otros daños a la piel provocados por las luces ultravioleta [Godfrey H.R. *Alternative Therapy Health Medicine*, 7 (2001) 49]. Al mismo tiempo el ZnO es un óxido inorgánico estable contra temperaturas encontradas en uso de textiles normales, que contribuyen con su vida útil larga funcional sin oxidación o cambio de color. También se demostró propiedades antibacterianas de las nanopartículas de MgO y CuO [Controllable preparation of Nano-MgO and investigation of its bactericidal properties. Huang L., Li D.Q, Lin Y. J., Wei M., Evans D.G., Duan X. L. *Inorganic Biochemistry*, 99 (2005) 986, and Antibacterial Vermiculite Nano - Material. Li B., Yu S., Hwang J. Y., Shi S. *Journal of Minerals & Materials Characterization & Engineering*, 1 (2002) 61].

Una formulación antimicrobiana que contiene agente aglutinante de polvo de ZnO, y agente dispersante fue utilizado para proteger tejidos de algodón y algodón poliéster ["Microbial Detection, Surface Morphology, and Thermal Stability of Cotton and Cotton/Polyester Fabrics Treated with Antimicrobial Formulations by a Radiation Method". Zohby M. H., Kareem H. A., El-Naggar A. M., Hassan, M. S., *J. Appl. Polym. Sci.* 89 (2003) 2604]. Esta formulación se aplica a tejidos bajo alta radiación de energía de irradiación de rayos de electrones o gama Co-60 y se sometieron luego a fijación mediante tratamiento térmico. Se alcanzó un acabado antimicrobiano superior con tejido de algodón que contiene ZnO al 2% en peso y con tejidos poliéster de algodón que contienen ZnO al 1% en peso. El tamaño de partículas del ZnO en estas muestras de acuerdo con la medición SEM fue de 3-5 μm . A pesar de la buena actividad antimicrobiana, la desventaja de este método es el uso de agentes de dispersión y aglutinantes adicionales, y los requerimientos de alta radiación de energía y una etapa adicional de curado térmico. También se reportó que se impregnaron tejidos de algodón con nanocompuestos de almidón solubles en ZnO para impartir funciones de protección UV y antibacterianas con concentración de ZnO de 0.6-0.8% en peso [Functional finishing of cotton fabrics using zinc oxide - soluble starch nanocompo sites. Vigneshwaran N., Kumar S., Kathe A. A., Varadarajan P., Prasad V., *Nanotechnology* 17 (2006) 5087]. El tamaño de partícula del ZnO en la composición de almidón óxido de zinc se reportó como 38 nm. Sin embargo, en esta obra se utiliza agente estabilizante especial, a saber, aglutinante acrílico que debe experimentar la etapa adicional de polimerización a 140°C.

Por lo tanto, un método de dispersión mejorado de nanopartículas de óxidos metálicos sobre tejidos es una necesidad sentida.

Breve descripción de los dibujos

Con el fin de comprender la invención y observar cómo se puede implementar en la práctica, se describirá ahora una pluralidad de realizaciones, solo por vía de ejemplo no limitante, con referencia a los dibujos acompañantes, en la que

La figura 1 presenta un patrón DRX que indica la fase hexagonal ZnO que coincide con el archivo PDF: 89-7102.

La figura 2A-C presenta imágenes HR SEM de tejidos recubiertos con ZnO: a- antes de recubrimiento, b- después de recubrimiento, c- alta magnificación de la figura b.

La figura 3A, B presenta imágenes de tejidos recubiertos con ZnO: a- antes de recubrir, b- después de recubrir.

Las figuras. 4A, B presentan una comparación de radical hidroxilo generada a partir de ZnO a nanoescala y microescala, utilizando DMPO como un agente de atrapamiento y giro y simulación teórica (Ordenador) del espectro ESR de radical hidroxilo.

La figura 5 presenta la cantidad de radical hidroxilo en un medio que contiene tanto ZnO como bacterias.

La figura 6 presenta espectros de radical hidroxilo ESR de suspensiones en agua con diferentes muestras de ZnO.

Resumen de la invención

- 5 La presente invención comprende un sistema y método para dispersión sonoquímica de nanopartículas de óxidos metálicos sobre textiles.
- Está dentro del núcleo de la presente invención proporcionar un método para impregnación ultrasónica de textiles con nanopartículas de óxidos metálicos que consisten de las etapas de:
- 10 a. preparar una solución de agua y etanol;
- b. agregar $M(Ac)_2$ a dicha solución, formando una mezcla;
- 15 c. sumergir dichos textiles en dicha mezcla;
- d. ajustar el pH de dicha mezcla a pH básico por medio de la adición de amoníaco acuoso;
- e. purgar dicha mezcla para retirar trazas de CO_2 /aire;
- 20 f. irradiar dicha mezcla con un polvo ultrasónico de alta intensidad;
- g. Lavar dicho textil con agua para retirar trazas de amoníaco;
- 25 h. lavar adicionalmente dicho textil con etanol y secarlo al aire,
- dicho método caracterizado porque dicho M se selecciona del grupo que consiste de Zn, Mg o Cu y adicionalmente en el que dicha irradiación se realiza en rangos de frecuencia ultrasónicas de tal manera que se produce un compuesto de óxido metálico y textil bacteriostático que contiene nanopartículas de óxido metálico impregnado homogéneamente.
- 30 Adicionalmente está dentro de la disposición de la invención proporcionar el método mencionado anteriormente en donde dicha solución de agua y etanol está en una relación de aproximadamente 1:9.
- Adicionalmente está dentro de la disposición de la invención proporcionar el método mencionado anteriormente en donde se agrega $M(Ac)_2$ en una concentración de entre 0.002 y 0.02 M.
- 35 Está adicionalmente dentro de la disposición de la invención proporcionar el método mencionado anteriormente en donde dicho pH básico es aproximadamente 8.
- Está adicionalmente dentro de la disposición de la invención proporcionar el método mencionado anteriormente en donde dicha etapa de purga se lleva a cabo con argón durante 1 hora.
- 40 Está adicionalmente dentro de la disposición de la invención proporcionar el método mencionado anteriormente en donde dicha etapa de irradiar dicha mezcla se lleva a cabo durante 1 hora.
- 45 Está adicionalmente dentro de la disposición de la invención proporcionar el método mencionado anteriormente en donde dicha etapa de irradiar dicha mezcla se lleva a cabo por medios de una bocina ultrasónica.
- Está adicionalmente dentro de la disposición de la invención proporcionar el método mencionado anteriormente en el que dicha etapa de irradiar dicha mezcla se lleva a cabo utilizando ondas ultrasónicas en una frecuencia de aproximadamente 20 kHz.
- 50 Está adicionalmente dentro de la disposición de la invención proporcionar el método mencionado anteriormente en el que dicha etapa de irradiación de dicha mezcla se lleva a cabo utilizando ondas ultrasónicas en una potencia de aproximadamente 1.5 kW
- 55 Está adicionalmente dentro de la disposición de la invención proporcionar el método mencionado anteriormente en el que dicha etapa de irradiar dicha mezcla se lleva a cabo bajo un flujo de argón. Adicionalmente está dentro de la disposición de la invención proporcionar el método mencionado anteriormente en el que dicha etapa de irradiar dicha mezcla se lleva a cabo a aproximadamente 30°C.
- 60 Está adicionalmente dentro de la disposición de la invención proporcionar el método mencionado anteriormente en el que dicho compuesto textil contiene entre 0.1% en peso y 10% en peso de óxido metálico (MO).
- 65 Está adicionalmente dentro de la disposición de la invención proporcionar el método mencionado anteriormente en el que los nanocristales tienen entre 10 nm y 1000 nm de diámetro.

Está adicionalmente dentro de la disposición de la invención proporcionar textiles impartidos con propiedades bacteriostáticas por medios de irradiación ultrasónica de dichos textiles en una mezcla acuosa de óxido metálico, logrando por lo tanto impregnación uniforme de dichos textiles con nanopartículas de óxidos metálicos.

5 Aunque la invención es susceptible de diversas modificaciones y formas alternativas, las realizaciones específicas de la misma se han mostrado por vía de ejemplo en los dibujos y se describirán aquí en detalle. Cabe entender, sin embargo, que no se pretende limitar la invención a las formas particulares descritas, si no por el contrario, la intención es cubrir todas las modificaciones, equivalentes, y alternativas que caen dentro del espíritu y el alcance de la invención como se define por las reivindicaciones adjuntas.

10

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

15 Se proporciona la siguiente descripción, junto con todos los capítulos de la presente invención, con el fin de permitir que cualquier experto haga uso de dicha invención y establezca los mejores modos contemplados por el inventor para llevar a cabo esta invención. Sin embargo, serán evidentes diversas modificaciones para el experto, en razón a que los principios genéricos de la presente invención se han definido específicamente para proporcionar unos medios y método para proporcionar un compuesto de resina de madera.

20 En la siguiente descripción detallada, se establecen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión a fondo de las realizaciones de la presente invención. Sin embargo, aquellos expertos en la técnica comprenderán que dichas realizaciones se pueden practicar sin estos detalles específicos. La referencia a través de esta especificación a "una realización" o "una realización" significa que una característica, estructura o rasgo particular descrito en relación con las realizaciones se incluyen en por lo menos una realización de la invención.

25 El término "irradiación sonoquímica" se refiere en lo sucesivo a exposición a energía sónica, generalmente en el rango de frecuencias ultrasónicas.

El término "sonoquímica" se refiere al estudio o uso de irradiación sonoquímica.

30 El término "nanopartículas" se denomina en lo sucesivo a las partículas de tamaño que varían de aproximadamente 10 micrómetros a aproximadamente 10 nanómetros.

35 El término "óxido" se refiere en lo sucesivo a cualquier óxido inorgánico tal como ZnO, MgO, CuO y similares. En lo siguiente cuando se utiliza ZnO específicamente, se utiliza en forma de ejemplo y se puede reemplazar por cualquier óxido como será obvio para el experto.

El término "pluralidad" se refiere en lo sucesivo a cualquier entero positivo, por ejemplo, 1, 5, o 10.

40 Está dentro de la disposición de la presente invención ofrecer un nuevo proceso para la preparación de textiles impregnados con partículas nanométricas de óxido. El método sonoquímico se aplica para la deposición de nanocristales de ZnO en materiales textiles para impartirles excelente actividad antimicrobiana. Una comparación de los nanocompuestos textiles de ZnO sugerida muestra una clara ventaja de la radiación de ultrasonido sobre todos los métodos disponibles como se describirá adelante.

45 Hemos demostrado que la irradiación sonoquímica es un método adecuado de síntesis de nanomateriales, y su deposición/inserción sobre/en soportes cerámicos y de polímero. Una de las muchas ventajas demostradas para la sonoquímica es que una dispersión homogénea de nanopartículas sobre la superficie del sustrato se alcanza en una etapa. En esta etapa, las nanopartículas de los productos deseados se forman y aceleran en/dentro de la superficie del cuerpo del polímero o cerámica a través de microchorros u ondas de choque que se crean cuando una burbuja producida colapsa cerca de una superficie de un sólido. La patente actual se basa en el trabajo hecho por los inventores (véase The Reparation of Metal-Polymer Composite Materials using Ultrasound Radiation, S. Wizel, R. Prozorov, Y. Cohen, D. Aurbach, S. Margel, A. Gedanken. J. Mater. Res. 13,(1998) 211; Preparation of amorphous magnetite nanoparticles embedded in polyvinylalcohol using ultrasound radiation". R. Vijaykumar, Y. Mastai, A. Gedanken, Y. S. Cohen, Yair Cohen, D. Aurbach, J. Mater. Chem. 10 (2000) 1125; Sonochemical Deposition of Silver Nanoparticles on Silica Spheres V. G. Pol, D.. Srivastava, O. Palchik, V. Palchik, M. A. Slifkin, A. M. Weiss. A. Gedanken, Langmuir, 18, (2002) 3352; Syntheses and Characterization of Zinc Oxide-PVA Nanocomposite by Ultrasound Irradiation and the Effect of the Crystal Growth of the Zinc Oxide" R. Vijayakumar, R. Elgamiel, O. Palchik, A. Gedanken, J. Crystal Growth and Design, 250 (2003) 409; Sonochemical Deposition of Silver Nanoparticles on Wool Fibers. L. Hadad, N. Perkas, Y. Gofar, J. Calderon-Moreno, A. Ghule, A. Gedanken, J. Appl. Polym. Sci. 104 (2007)1732. Estas publicaciones estudiaron la deposición de gran variedad de nanopartículas sobre diferentes tipos de sustratos. La deposición se realizó con materiales que se disolvieron en solución infrarroja o se dispersaron (no disueltos) en la solución.

60 El uso del método sonoquímico ayuda a alcanzar todos los requerimientos principales de los textiles antimicrobianos recubiertos con nanomateriales: tamaño de partícula pequeño, forma regular y distribución homogénea de nanopartículas de ZnO sobre los tejidos. Entre las ventajas de utilizar ultrasonido sobre los métodos es que utilizar las ondas de choque ultrasónicas explota efectivamente los nanocristales de óxido sobre la superficie de los tejidos a tal

65

velocidad que provoca fusión local del sustrato, garantizando incorporación firme de los nanocristales dentro de las fibras del textil. Los textiles impregnados sonoquímicamente con ZnO exhiben actividad microbiana destacada en el caso de bacterias Gram-positivas y Gram-negativas.

5 Para propósitos de ensayo y evaluación se desarrolló un procedimiento experimental como sigue. Serán obvias otras rutas para el experto en la técnica, y lo siguiente se proporciona solo por vía de ejemplo.

Procedimiento de preparación

10 1. Una muestra textil (tal como un cuadrado de algodón de aproximadamente 100 cm²) se coloca en una solución de 0.002-0.02 M de M (Ac)₂, en (donde M significa metales de Zn, Mg, Cu; y Ac ion acetato) en una solución agua: etanol (1:9).

15 2. El pH se ajusta a 8 con una solución acuosa de amoníaco.

3. Luego se purga la mezcla de reacción con argón durante 1 hora con el fin de retirar trazas de CO₂/aire

20 4. La solución se irradia durante 1 hora con una bocina ultrasónica de alta intensidad (cuerno Ti, 20 kHz, 1.5 kW en eficiencia de 70%) bajo flujo de argón a 30°C.

5. El textil se lava vigorosamente con agua para retirar trazas de amoníaco, luego se lava adicionalmente con etanol y se seca al aire.

25 También está dentro de la disposición de la invención preparar la solución de metal como se hizo anteriormente utilizando nitratos de metal u otras sales, como será obvio para el experto en la técnica.

30 También será como obvio para el experto en la técnica, el proceso de recubrimiento se puede lograr sin producir nanopartículas "internas" al agregar nanopartículas obtenidas mediante algunos otros medios para solucionar y tratar ultrasónicamente como se hizo anteriormente en las etapas 2-5. El producto (cantidad de nanopartículas del textil) en este caso sería menor, pero suficiente para obtener propiedades antibacterianas.

Resultados

35 Una muestra recubierta por el proceso anterior con MO se ensayó para detectar sus propiedades antibacterianas con cultivos gram-positivos (*S. aureusa*) y gram-negativos (*E. coli*). Los efectos antibacterianos se mostraron en textiles tratados incluso en concentración de recubrimiento de menos de 1%, para todos los óxidos metálicos mencionados anteriormente (Zn, Mg, Cu). Observamos reducción del 98% de las dos cepas de bacterias después de 1 hora.

40 Nuestros experimentos también han demostrado que el tratamiento antibacterial de bandas recubiertas con ZnO puede aumentar la sensibilidad de las células bacterias a dos tipos de antibióticos; una reducción adicional del 43% en las colonias se detectó por cloranfenicol debido al óxido metálico y 34% para ampicilina. Las concentraciones de los antibióticos utilizados en estos experimentos fueron mucho menores que aquellos normalmente esperados para provocar cualquier cambio significativo en el crecimiento bacteriano. De esta manera nuestros resultados indican un efecto cooperativo o sinérgico de la impregnación de textiles con óxido metálico y tratamiento antibiótico.

45 El compuesto textil así producido contiene del orden de 1% en peso de óxido metálico (MO). Nanocristales MO de tamaño ~150 nm, y se distribuyen homogéneamente sobre la superficie de las fibras de textil.

50 La concentración de óxido metálico en los tejidos preparados como se indicó anteriormente varía en el rango de 0.5-10.0%.

55 Nos referimos ahora a figura 1 que muestra patrones DRX de tejidos recubiertos con óxido de zinc, confirmando la presencia de nanocristales de ZnO. La distribución homogénea de nanocristales de ZnO sobre las fibras textiles se demostró en micrografías SEM de alta resolución (Figura 2). Después de deposición sonoquímica de nanocristales de ZnO en los tejidos, no cambio el color ni la textura del material (Figura 3).

60 Como se sabe en la técnica, la existencia de radicales libres puede ayudar a la destrucción de bacterias. En nuestra investigación, la generación de especies de oxígeno activo (O₂⁻ y OH⁻) del polvo ZnO se demostró utilizando mediciones ESR. Más aún, encontramos que en el régimen de nanoescala del tamaño de partículas ZnO, la cantidad del OH generado fue considerablemente mayor que aquella del tamaño de microescala, debido probablemente a una mayor área de superficie específica de las partículas más pequeñas (Figura 4). Se obtuvo un espectro similar cuando se introdujo una pieza de vendaje recubierto con algodón ZnO en el tubo ESR. Estos resultados están de acuerdo con la influencia medida del tamaño de partícula sobre la actividad antibacteriana de polvos ZnO, ya que se encontró que la actividad antibacteriana del ZnO aumento con la reducción del tamaño de partícula. Esto se respalda por la siguiente tabla de resultados que miden la reducción bacteriana para dos tipos de bacterias (*E. coli* y *S. aureusa*) después de

varias series de tratamiento, para diferentes tamaños de partículas de cristales de ZnO. La muestra ZnO-1 tiene diámetro ~8 nm, la muestra de ZnO-2 tiene un diámetro ~275 nm y la muestra ZnO-3 tiene diámetro ~600 nm.

Tabla 1 - Reducción de población bacteriana para diferentes tamaños de grano y series de tratamiento.

5

Muestra	Duración de tratamiento [h]	[CFU mL ⁻¹]	E. Coli		S. aureus		
			N/N ₀	% de reducción en viabilidad	[CFU mL ⁻¹]	N/N ₀	% de reducción en viabilidad
ZnO.1	0	6.5 × 10 ⁷	1	0	1.2 × 10 ⁷	1	0
	1	5.2 × 10 ⁶	8.0 × 10 ⁻²	92	3.5 × 10 ⁶	2.9 × 10 ⁻¹	71
	2	6.5 × 10 ⁵	1.0 × 10 ⁻²	99	2.0 × 10 ⁶	1.7 × 10 ⁻¹	83
	3	1.3 × 10 ⁵	2.0 × 10 ⁻³	99.8	2.4 × 10 ⁵	2.0 × 10 ⁻²	98
ZnO.2	0	6.5 × 10 ⁷	1	0	1.2 × 10 ⁷	1	0
	1	1.0 × 10 ⁷	1.6 × 10 ⁻¹	84	6.4 × 10 ⁶	5.3 × 10 ⁻¹	47
	2	3.3 × 10 ⁶	5.1 × 10 ⁻²	95	4.1 × 10 ⁶	3.4 × 10 ⁻¹	66
	3	3.3 × 10 ⁵	2.0 × 10 ⁻³	99.5	1.3 × 10 ⁶	1.1 × 10 ⁻¹	89
ZnO.3	0	6.5 × 10 ⁷	1	0	1.2 × 10 ⁷	1	0
	1	2.0 × 10 ⁷	3.1 × 10 ⁻¹	69	1.0 × 10 ⁷	8.7 × 10 ⁻¹	13
	2	1.69 × 10 ⁷	2.6 × 10 ⁻¹	74	8.2 × 10 ⁶	5.8 × 10 ⁻¹	42
	3	8.5 × 10 ⁶	21.3 × 10 ⁻¹	87	3.8 × 10 ⁶	3.2 × 10 ⁶	68

Como es evidente de la tabla anterior, las poblaciones bacterianas se reducen con mayores tiempos de exposición y menores tamaños de granos de ZnO. La anterior explicación para estos resultados se sostiene adicionalmente en la Figura 6 que presenta espectros radical hidroxilo ESR de suspensiones en agua con diferentes muestras de ZnO, que muestran claramente que cuando se reduce el tamaño de grano aumenta la señal hidroxilo.

10

Los textiles impregnados sonoquímicamente con ZnO demuestran alta estabilidad; la cantidad de ZnO restante en el textil después de 50 ciclos de lavado permanece constante. La estabilidad de las nanopartículas en el tejido se mide después de 50 lavados a través de mediciones TEM y titulación del tejido con EDTA para determinar la cantidad de ZnO.

15

En otro experimento, medimos la cantidad de radicales hidroxilos en un medio que contiene ZnO y bacterias (*E.coli* y *S.aureusa* en solución salina). Una mejora de la cantidad de los radicales hidroxilos se puede detectar comparando las muestras con las bacterias (Figura 5). Asumimos que esta mejora viene de una tensión oxidativa de la bacteria en un medio que contiene ZnO.

20

REIVINDICACIONES

1. Un método de impregnación ultrasónica de textiles con nanopartículas de óxidos metálicos que comprende las etapas de:
- 5 a. preparar una solución de agua y etanol;
- b. agregar $M(Ac)_2$ a dicha solución, formando una mezcla;
- 10 c. sumergir dichos textiles en dicha mezcla;
- d. ajustar el pH de dicha mezcla a pH básico por medio de la adición de amoníaco acuoso;
- 15 e. purgar dicha mezcla para eliminar trazas de CO_2 /aire;
- f. irradiar dicha mezcla con un polvo ultrasónico de alta intensidad;
- g. lavar dicho textil con agua para retirar trazas de amoníaco;
- 20 h. lavar adicionalmente dicho textil con etanol y secarlo al aire, dicho método caracterizado porque dicho M se selecciona del grupo que consiste de Zn, Mg o Cu y; en el que adicionalmente dicha irradiación se realiza en un rango ultrasónico de frecuencias de tal manera que se produce un compuesto de óxido metálico y textil bacteriostático que contienen nanopartículas de óxido metálico impregnadas homogéneamente.
- 25 2. El método de la reivindicación 1, caracterizado porque dicha solución de dicha agua y etanol está en una relación de aproximadamente 1:9; adicionalmente en donde se agrega dicho M $(Ac)_2$ en una concentración de entre 0.002 y 0.02 M.
3. El método de la reivindicación 1, en el que dicho pH básico es de aproximadamente 8.
- 30 4. El método de la reivindicación 1, en donde dicha etapa de purga se lleva a cabo con argón durante 1 hora.
5. El método la reivindicación 1, en el que por lo menos uno de los siguientes se mantiene verdadero (a) dicha etapa de irradiar dicha mezcla se lleva a cabo durante 1 hora; (b) dicha etapa de irradiar dicha mezcla se lleva a cabo a aproximadamente 30°C; (c) dicha etapa de irradiar dicha mezcla se lleva a cabo mediante una bocina ultrasónica; (d)
- 35 dicha etapa de irradiar dicha mezcla se lleva a cabo mediante ondas ultrasónicas a una frecuencia de aproximadamente 20 kHz; (e) dicha etapa de irradiar dicha mezcla se lleva a cabo mediante ondas ultrasónicas a una potencia de aproximadamente 1.5 kW; (f) dicha etapa de irradiar dicha mezcla se lleva a cabo mediante un flujo de argón.
- 40 6. El método de la reivindicación 1, en el que dicho compuesto textil contiene entre 0.1% en peso y 10% en peso de óxido de metal (MO).
7. El método de la reivindicación 1, en el que las nanopartículas de MO están entre 10 nm y 1000 nm de diámetro.
- 45 8. El método de la reivindicación 1, en donde dicho M es Zn de tal manera que se produce una impregnación de textil con oxido metalito que muestra un efecto sinérgico con un tratamiento antibiótico, en el que adicionalmente el antibiótico utilizado en el tratamiento antibiótico es cloranfenicol y/o ampicilina.
9. Textiles impartidos con propiedades bacteriostáticas que comprenden nanopartículas de óxido metálico (MO); dicho MO comprende M seleccionado del grupo que consiste de Zn, Mg y Cu; dichas nanopartículas de óxido metálico (MO)
- 50 se impregnan uniformemente sobre dichos textiles mediante el método ultrasonoquimico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes de tal manera que los nanocristales de MO se incorporan firmemente dentro de las fibras textiles.
10. Los textiles de la reivindicación 9, en el que dicho M es Zn de tal manera que dichos textiles muestran un efecto sinérgico con tratamiento antibiótico, en el que adicionalmente el antibiótico utilizado en el tratamiento antibiótico es cloranfenicol y/o ampicilina.
- 55 11. Los textiles de la reivindicación 9, en donde dicho compuesto textil contiene entre 0.1% en peso y 10% en peso de óxido metálico (MO); en donde adicionalmente dichos nanocristales de MO están entre 10 nm y 1000 nm de diámetro.
- 60 12. Un textil impregnado uniformemente con nanopartículas de óxido metálico (MO) de acuerdo con la reivindicación 10 para uso en un tratamiento antibacteriano.

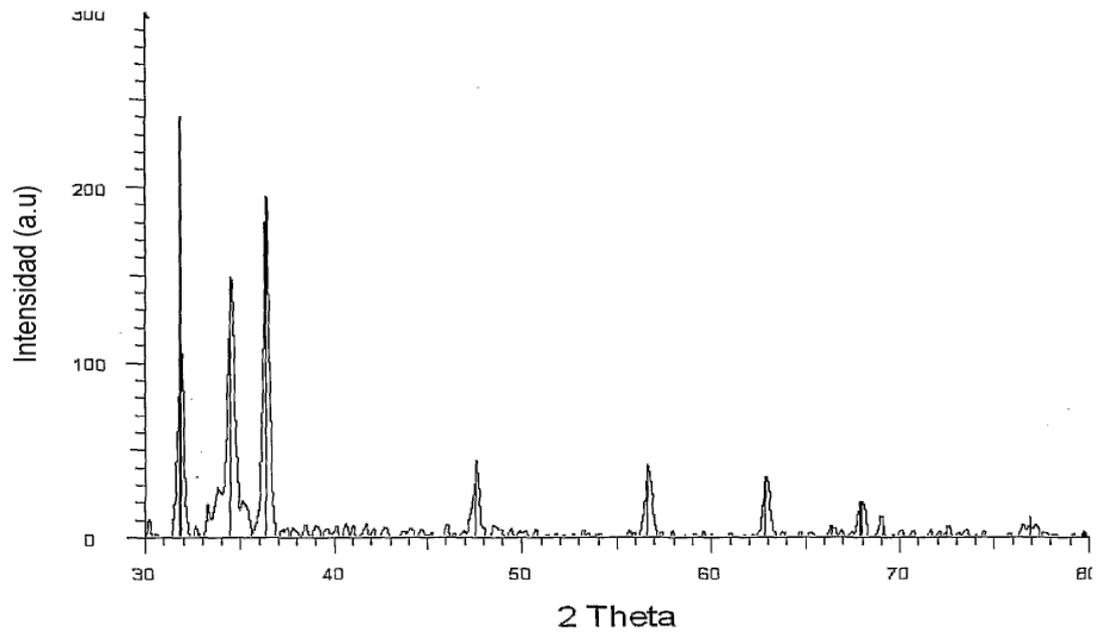


FIG. 1

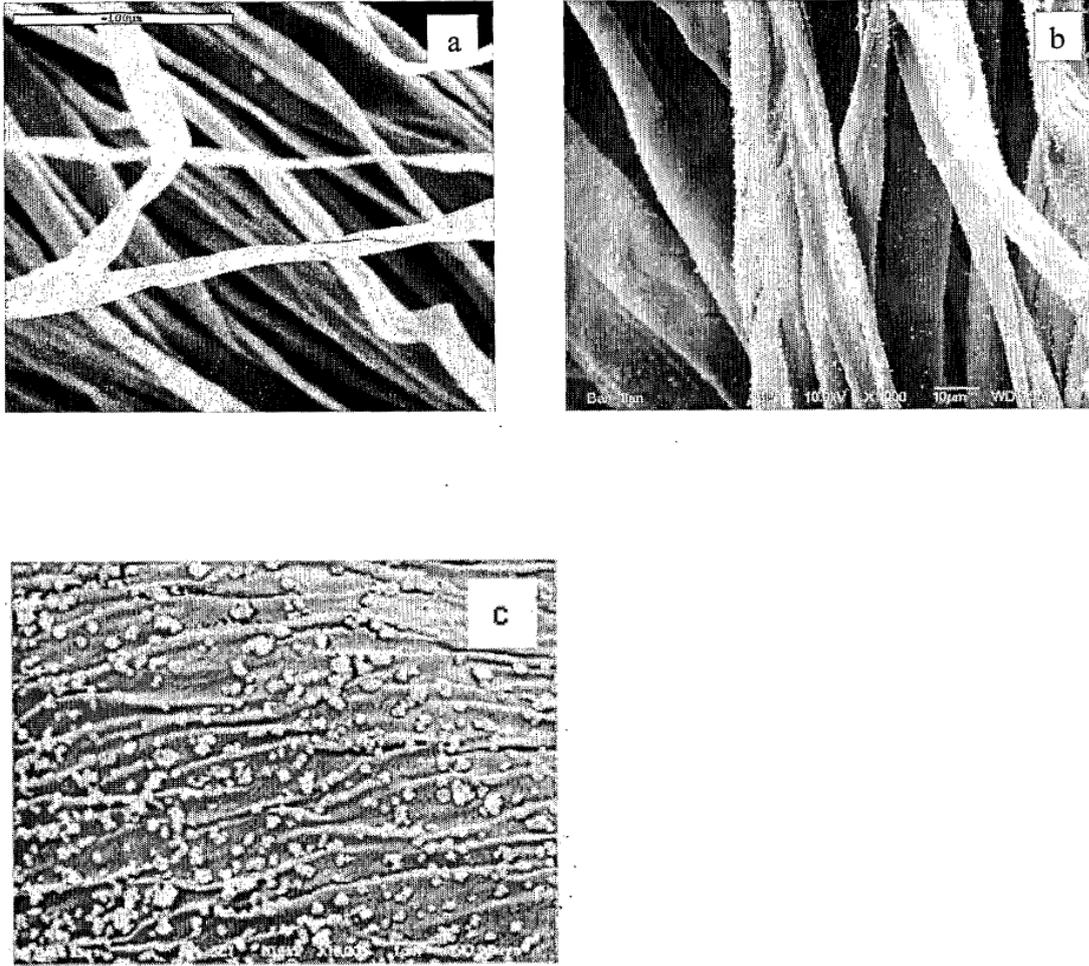


FIG. 2

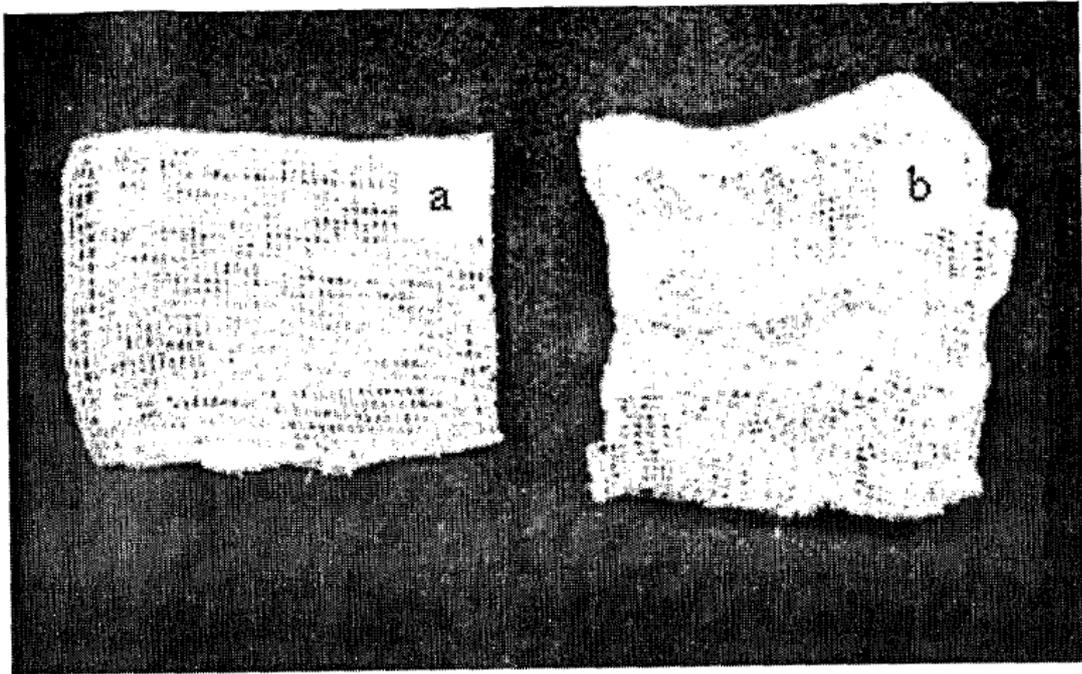


FIG. 3

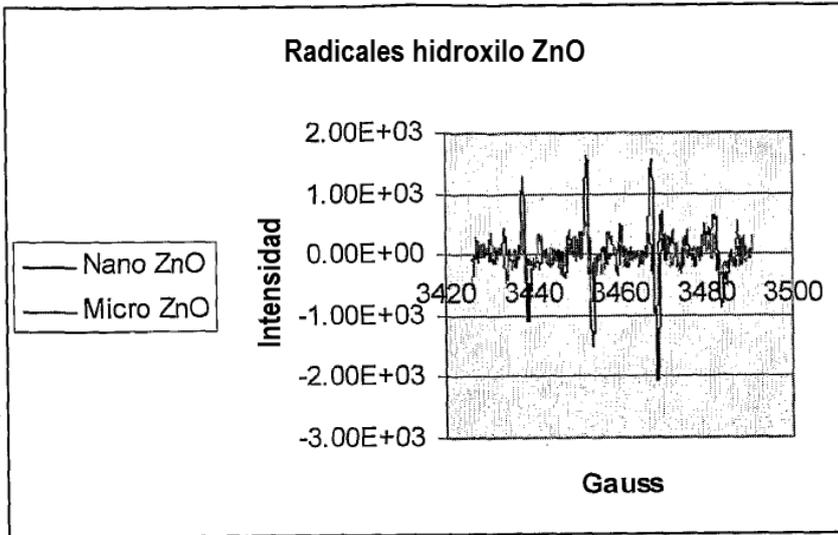


FIG. 4A

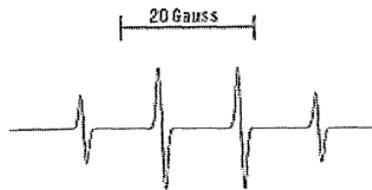


FIG. 4B

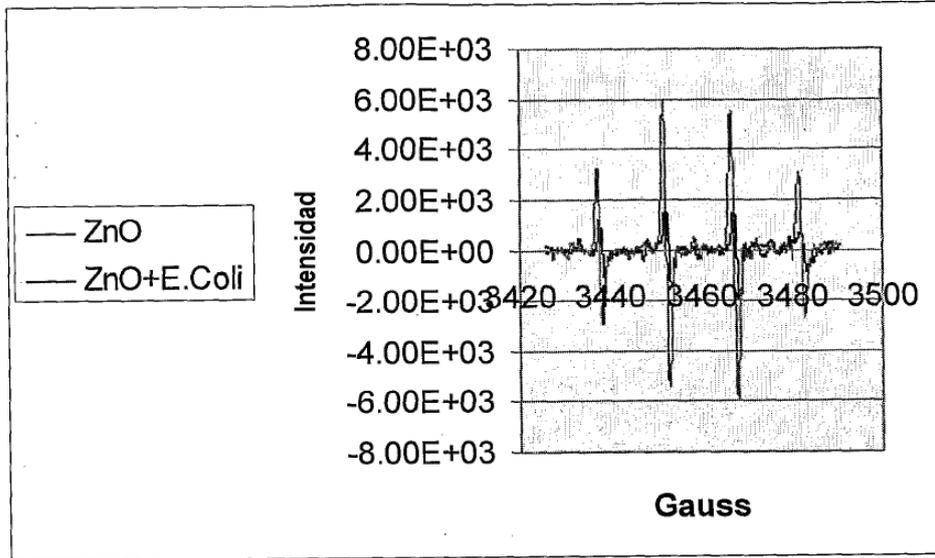


FIG. 5

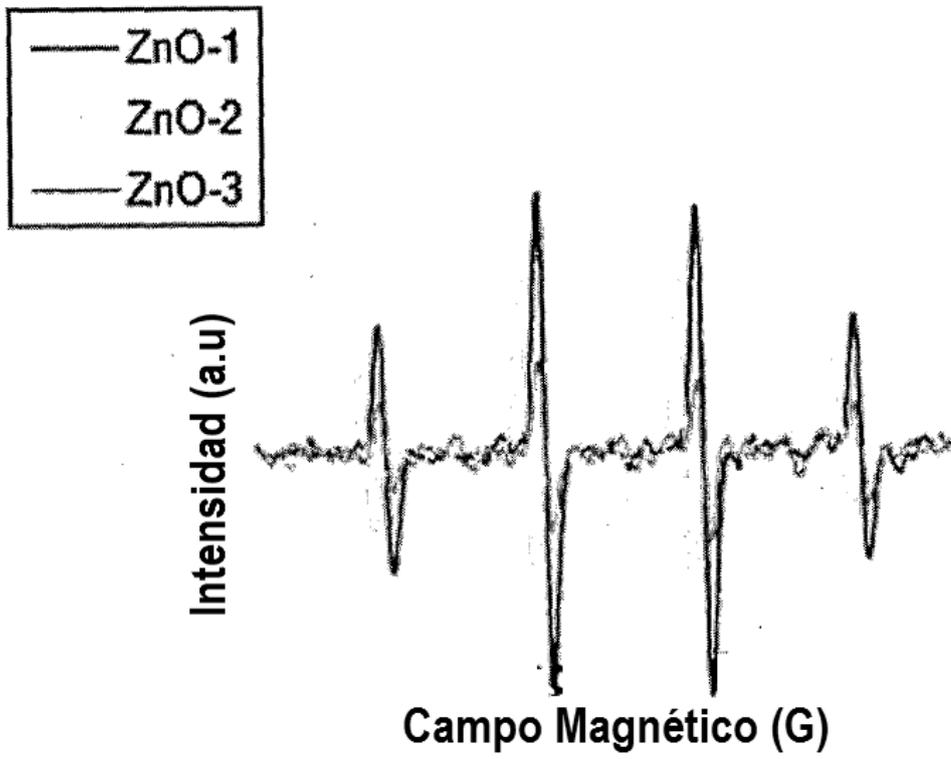


FIG. 6