

Descripción detallada de la invención

La presente invención presenta un novedoso proceso para la elaboración de fibras textiles naturales funcionalizadas con nanopartículas de plata con una reducción significativa en el agua empleada para el proceso.

El proceso consta de las siguientes etapas:

1. Tomar fibras naturales, de preferencia fibras de la familia *Arecaceae* que se encuentran en todo el mundo.
2. Retirar, mediante lavado con agua y detergente neutro, cualquier contaminante de la superficie de las fibras naturales (partículas, grasas, etc.) que pudiera disminuir o impedir la nanoestructuración.
3. Secar las fibras naturales hasta una humedad inferior al 5%. Este secado puede ser realizado (i) al medio ambiente sobre superficies absorbentes por 24-28 h con aire con humedades inferiores a 50% o (ii) en horno a 30-50 °C por un espacio entre 5 – 10 h.
4. Sumergir las fibras pretratadas en agua a temperatura de ebullición por 1-2 h, preferiblemente 2 h.
5. Sumergir las fibras en una solución acuosa de etanol (en una concentración entre 5-15% m/m), a temperatura ambiente en un lapso de entre 24-72 h.
6. Introducir las fibras en un reactor y someter las fibras a temperaturas entre 50-100 °C y presiones entre 101325 - 202650 Pa entre 30-90 minutos, preferiblemente 60 min.
7. Lavar con agua las fibras tratadas a condiciones ambientales.
8. Sumergir la fibra tratada y lavada en una solución de nitrato de plata al 1,5% m/v e hidróxido de sodio entre 0,1-0,5 ppm
9. Calentar la solución hasta que llegue a punto de ebullición, bajo agitación constante de entre 500-1000 rpm.
10. Agregar, a la solución de nitrato de plata e hidróxido de sodio en ebullición con la fibra, una solución de citrato trisódico a una concentración de entre 10-20% m/m en una proporción de entre 2,5-5,0 L de solución de citrato de sodio por cada 100 L de

solución de nitrato de plata e hidróxido de sodio original, manteniendo las condiciones de temperatura y agitación por un lapso de entre 15-45 min.

11. Retirar la fibra de la solución

12. Lavar la fibra con agua

13. Secar la fibra a temperatura ambiente

14. Tratar térmicamente la fibra en un horno, a una temperatura de ente 90-110 °C, preferiblemente 100 °C, durante un lapso de entre 1,5-2,5 h, preferiblemente 2 h.

15. Sinterizar las fibras obtenidas colocándolas en un horno de convección a una temperatura de entre 100-150 °C por un lapso de entre 30-60 min.

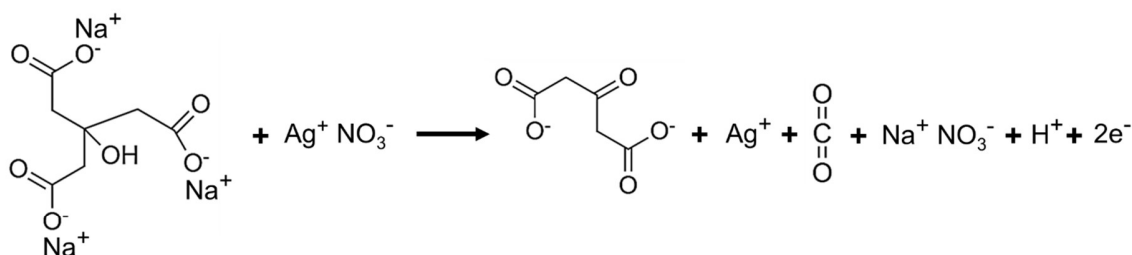
16. Enfriar las fibras hasta temperatura ambiente

17. Obtener las fibras nanoestructuradas

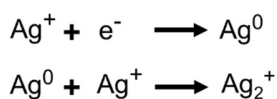
El mecanismo de formación de nanopartículas se basa principalmente, en la reducción de la sal metálica al átomo Cero Valente. Estos átomos actúan como centros de nucleación, dando lugar a la formación de clústeres cuyo crecimiento continuará en la medida que se vayan depositando más átomos, formándose así partículas de mayor tamaño. También es necesario estabilizar las partículas por medio de un agente oxidante o reductor según el tipo de reacción empleada, en este caso, se empleó citrato trisódico en medio acuoso como agente reductor y estabilizante.

La reacción química empleada se enseña a continuación.

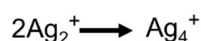
1. Formación de iones Ag^+



2. Nucleación de iones Ag^+



3. Crecimiento de NPs



Debido a que el tamaño y la forma de las nanopartículas depende de las velocidades relativas de reacción, estos pueden ser controlados a través de la modificación de los parámetros de reacción (concentración y poder reductor).

Formas de llevar a cabo la invención

Se ha desarrollado un proceso para la producción de una fibra natural funcionalizada de acuerdo a cómo se reivindica.

Las propiedades físicas evaluadas de la fibra natural y la inteligente se presentan en la Tabla 1. Se observa que la fibra inteligente (nanoestructurada con nanopartículas de plata) presenta menor porcentaje de humedad en comparación con la fibra natural, esto es debido a los tratamientos térmicos empleados para la adhesión de las nanopartículas a la superficie de la fibra.

Propiedad	Fibra Natural	Fibra Inteligente
Humedad (%)	12,44 ± 1,04	10,26 ± 0,93
Densidad aparente (g/mL)	0,97 ± 0,002	0,95 ± 0,004
Diámetro (μm)	109,26 ± 4,84	110,68 ± 3,65

La funcionalización de la fibra con nanopartículas no ejerció efecto significativo en el diámetro de la fibra, lo cual se debe a que las nanopartículas de plata no tienen el tamaño suficiente para ser percibidas a escala macrométrica.

Las reacciones propuestas y las concentraciones de los reactivos para la producción *in situ* de nanopartículas de plata se llevaron a cabo exitosamente, alcanzando el objetivo de adherencia en la fibra natural, logrando un tamaño y una morfología de partículas adecuada para aportar las propiedades antimicrobianas y de conductividad eléctrica. La técnica de funcionalización presentada en esta invención es totalmente viable y reproducible, tiene el potencial para que la industria textil moderna otorgue valor agregado a las prendas, además de especializar el uso en diferentes sectores como la industria médica, del deporte, entre otras. La fibra inteligente cuenta con propiedades físicas y de color similares a las que

presentan la fibra natural, mientras que incrementó las propiedades mecánicas, en específico, 47,50 - 32,22 % en la tensión máxima y el porcentaje de elongación.