

MÉTODO DE BLANQUEAMIENTO DE FIBRAS VEGETALES EMPLEADAS EN PROCESOS INDUSTRIALES Y ARTESANALES

5

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se relaciona con el campo técnico de los procesos de tratamientos de fibras naturales empleadas en procesos industriales y artesanales, en especial, con los métodos de blanqueamiento de fibras.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

En los procesos de elaboración y producción de artesanías, en especial, los procesos relacionados con tejido de sombreros, tradicionalmente los artesanos han preparados las fibras sometiéndolas a diversos procesos de transformación, dentro
15 de los cuales, se encuentra la etapa del blanqueo, la cual tiene gran importancia, puesto que una fibra con mejor color adquiere mayor valor agregado, lo que significa mejores precios en el mercado, beneficiando así a la actividad y a los agricultores que se dedican a la obtención de la fibra.

Durante décadas han existido procesos particulares para el blanqueado de las fibras
20 en los que se ve involucrada la utilización de químicos que han afectado la salud de la comunidad, los cuales, por falta de evolución en el conocimiento, no han sido mejorados y mucho menos reemplazados por otros agentes que puedan disminuir dicha afectación.

A su vez, en procesos industriales que involucran métodos de blanqueamiento de
25 fibras, los métodos convencionales han generado diversos tipos de afectación al medio ambiente, debido, en especial, a los químicos empleados.

Lo anterior, se ha observado en industrias como la papelera, en donde la deslignificación de las fibras empleadas se ha encontrado cuestionada desde la óptica ambiental, al utilizar químicos nocivos con el medio.

30 Siendo esta etapa de blanqueo tan importante para la agregación de valor a la fibra, surge entonces la necesidad de encontrar un sistema de blanqueo no tradicional, que permita obtener una mejor calidad de fibra final, sin arriesgar la salud de las personas involucradas en este tipo de procesos industriales, al igual que de los artesanos, evitando que esta cultura ancestral desaparezca.

El sector de artesanías, además de tener importancia en el desarrollo cultural del país, es relevante en términos de generación de empleo e ingresos para segmentos especiales de la población. En la dimensión regional de las apuestas productivas, ocho departamentos han fijado su vocación hacia las artesanías: Bolívar, Boyacá, Cauca, Córdoba, Guaviare, Nariño, Quindío y Sucre. Aparte de su importante participación económica, el sector artesanal constituye un espacio significativo para la construcción de cohesión social y en muchas zonas indígenas esta actividad es el único medio para generar valor con destino al intercambio. Lo anterior, sin contar con el potencial exportador, que, según cifras de Proexport, ha venido creciendo en una tasa promedio de 10% anual en los últimos 5 años (Sánchez, Bravo, & Pérez, 2009).

En el sector económico de artesanías, el proceso de elaboración de objetos a partir de fibras naturales, en especial de sombreros, (el cual acapara en la actualidad un 60% de la producción artesanal), consta de muchas etapas que van desde el cultivo y la cosecha de la materia prima hasta la distribución del artículo ya confeccionado, pasando por un proceso de blanqueado que, aunque puede ser opcional, se ha venido aplicando y desarrollando durante mucho tiempo a lo largo de la existencia de esta tradición cultural.

Esta etapa en la que se quiere alcanzar un mayor aclaramiento del material se realiza utilizando componentes químicos como el azufre o peróxido de hidrógeno, según sea el caso.

El blanqueado con azufre inicia con el remojo de la fibra durante 2 horas, posteriormente la fibra se somete a la acción de vapor de azufre, empleando pequeñas estufas de madera o bareque, este proceso tarda de 8 a 12 horas. Una vez terminado el estufado se lava la fibra con abundante agua y detergente para retirar el exceso de azufre (Solano, 1986).

En el proceso de blanqueado con peróxido de hidrógeno (H_2O_2) se prepara la solución con agua en una proporción de 2:1. Al tener la solución ya lista, se introduce la materia prima durante 2 horas y se pasa a la etapa de secado al aire libre. En algunas ocasiones se agrega una proporción del 0.4% tripolifosfato de sodio ($Na_5P_3O_{10}$) con el fin de obtener mejores resultados. Algunos artesanos utilizan los dos procesos a la vez iniciando con el de azufre y terminando con el blanqueado con peróxido de hidrógeno (H_2O_2) (Osorio, 2011).

En el proceso de blanqueado con azufre se producen gases que son emitidos a la atmósfera. Estos gases son considerados altamente contaminantes ya que causan graves problemas medioambientales como la lluvia ácida y el cambio climático.

Por otra parte, el excesivo derrame del peróxido y del azufre a efluentes, ocasiona daños ambientales como contaminación de ríos, muerte de animales y disminución de la vegetación.

Además, provocan daños en la salud de los humanos y animales como alteraciones en el sistema nervioso, daños cerebrales, mutaciones genéticas y enfermedades en los riñones y corazón.

Por otro lado, la emisión de gases de azufre en grandes cantidades a la atmosfera puede causar daños de los sistemas enzimáticos internos de los animales. De igual manera, la manipulación del peróxido por los artesanos sin ninguna norma de seguridad puede ocasionar a largo plazo daños irreparables en la salud ya sea en la piel, ojos, sistema reproductivo y respiratorio (Matínez, 1997).

Considerando que tanto el azufre como el peróxido en los procesos artesanales, al igual que los químicos utilizados en los procesos de blanqueamiento industriales, pueden afectar la salud de las personas involucradas en dichos procesos, como también al medio ambiente y a los animales, resulta evidente la necesidad de encontrar nuevos métodos de mejoramiento de la etapa de blanqueado de fibras, que no generen las consecuencias de los métodos químicos tradicionales.

En la literatura de patentes, se observa la solicitud CN104651955 la cual describe un método de preparación de un material prefabricado de fibra de palma para la mezcla de algodón / fibra de palma. En el método las fibras de palma se mezclan con hidróxido de sodio, peróxido de hidrógeno,estabilizador LTP-S128 y agua para obtener fibras de palma blanqueadas.

La patente CN103374848 revela un tratamiento de blanqueo ecológico y un método de blanqueo ecológico de fibras naturales a partir de los siguientes componentes en porcentaje en peso: 0.1-0.2% de tetraacetiletilendiamina, 0.1-0.2% de ácido dietilentriaminopentaacético, 0.3- 0.9% de [29H, 31H- ftalilcianotetrasulfonato-N29 de sodio, N30, N31, N32] ácido zínico, 0.3-0.9% de peróxido de hidrógeno, 0.01-0.02% de sulfato ferroso y el resto del agua. El proceso de blanqueo se realiza a una temperatura de 30°C – 40°C durante 30 a 120 minutos.

Tomando como base los elementos del estado de la técnica expuestos con anterioridad, la presente invención revela un método de blanqueamiento de fibras naturales a partir de agentes oxidantes leves, ambientalmente amigable, donde las concentraciones de dichos reactivos disminuyen los efectos dañinos en la salud de las personas y animales, contribuyendo al desarrollo de un medio ambiente más sostenible, conservando las características de calidad del proceso de producción, incluyendo, características como la conservación de la dureza de la fibra en el producto final.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

FIGURA 1. Fotos de microscopía SEM correspondiente a la muestra tratada con nitrato de sosa al 16.5% v/v y peróxido de hidrogeno al 22% v/v: a) escala 50X; b) escala 500X.

- 5 **FIGURA 2.** Fotos de microscopía SEM correspondiente a la muestra tratada con bisulfito de sodio al 16.5% v/v y peróxido de hidrogeno al 13.3. % v/v: a) escala 50X; b) escala 500X.

FIGURA 3. Gráfico de esfuerzo vs deformación máxima de las fibras tratadas. Donde Bisulfito de sosa* = Fibra tratada en la primera etapa con bisulfito de sodio a 16.5% v/v y con un postratamiento con peróxido de hidrogeno al 13.3% v/v; Nitrato de sosa* = Fibra tratada en la primera etapa con nitrato de sodio al 16.5% v/v y con un postratamiento con peróxido de hidrogeno a una relación de 22% v/v.

10

OBJETOS DE LA INVENCION

- 15 En un primer objeto, la presente invención revela un método de blanqueamiento de fibras vegetales empleadas en procesos industriales y artesanales, a partir de agentes oxidantes leves tales como bisulfito de sodio (NaHSO_3) y nitrato de sodio (NaNO_3).

Los términos bisulfito de sosa y nitrato de sosa, se entenderán como referencia a bisulfito de sodio (NaHSO_3) y nitrato de sodio (NaNO_3), respectivamente.

20

En una modalidad particular, el método comprende una etapa de oxidación adicional a partir de peróxido de hidrógeno H_2O_2 a bajas concentraciones.

- Los objetos anteriormente descritos, al igual que los objetos adicionales a que hubiere lugar, serán expuestos al detalle y con la suficiencia necesaria en el capítulo descriptivo que se divulga a continuación, el cual constituirá el fundamento del capítulo reivindicatorio.
- 25

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

- La presente invención surge como respuesta a la necesidad de proveer un método de blanqueamiento de fibras vegetales empleadas en procesos industriales y artesanales, a partir de agentes oxidantes leves, ambientalmente amigable, que permite disminuir los efectos dañinos en la salud de las personas y animales.
- 30

En la elaboración de productos artesanales, en especial sombreros, se producen aguas residuales provenientes de la etapa de blanqueo de las fibras, las cuales se vierten, comunmente, a la redes de alcantarillado.

35

A su vez, en procesos industriales, tales como la producción de papel, los procesos de deslignificación de fibras (incluyendo maderas), para lograr su adecuado blanqueamiento, tradicionalmente han generado residuos contaminantes, en especial, derivados de la naturaleza de los químicos empleados.

- 5 La Constitución Política de Colombia en sus artículos 79 y 80 establece que es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica, fomentar la educación ambiental con el fin de garantizar un ambiente sano, un desarrollo sostenible y un buen aprovechamiento de los recursos naturales; debiendo prevenir y controlar factores
10 que deterioren el medio ambiente (Uribe, 2010).

Los parámetros generales de mayor importancia que garantizan la inocuidad de los efluentes en estos procesos son temperatura, olor y turbidez, pH, compuestos inorgánicos, tensoactivos, oxígeno disuelto, compuestos orgánicos, demanda química de oxígeno.

- 15 En este contexto, la presente invención revela un método de blanqueamiento de fibras vegetales empleadas en procesos industriales que impliquen la deslignificación de las mismas, al igual que en procesos de producción de artesanías.

- Dentro del contexto de la presente invención, el término “fibras” deberá entenderse
20 como las estructuras unidimensionales, largas y delgadas, las cuales se doblan con facilidad y cuyo propósito principal es la creación de tejidos, donde su longitud es superior a su diámetro, y están orientadas a lo largo de un solo eje (Vaca, 2007).

- De acuerdo con su procedencia, las fibras pueden ser naturales, que son las de origen vegetal, animal y mineral o inorgánico; como, por ejemplo: mohair, seda,
25 algodón, yute, asbesto, amianto, entre otras; o artificiales, que son fruto de la investigación del ser humano, y provienen básicamente del petróleo y gas natural, como el polipropileno, polietileno, rayón, nailon, entre otras.

- Los usos de las fibras naturales son legendarios y de altísima aplicabilidad dentro de la agricultura, medio ambiente, industria farmacéutica, cordelería, empaques,
30 aglomerados, construcción, decoración, artesanías, industria automotriz, textiles, confecciones, papel, aseo y otros usos como combustible, aislante térmico, entre otros.

El método de blanqueamiento de fibras de la presente invención comprende las etapas de:

- Proveer fibras vegetales;
- Lavar las fibras en soluciones de agentes oxidantes leves, seleccionados entre nitrato de sodio (NaNO_3) o bisulfito de sodio (NaHSO_3), en concentraciones entre 2% al 33% v/v.

En la modalidad preferida de la invención, la etapa de lavado tiene una duración entre 4 a 24 horas.

Opcionalmente, para asegurar que la totalidad de la fibra estuviese expuesta al agente blanqueador, se realiza una etapa de agitación a una velocidad de 130 rpm.

Posteriormente, se remueve el exceso del químico mediante un lavado con agua durante el tiempo que resulte necesario para remover el exceso de químicos remanes de la etapa de blanqueo, preferiblemente, durante 1 hora.

Una vez finalizada la etapa de lavado, la fibra se somete a una etapa de secado natural o artificial, durante 1 a 8 horas.

En una modalidad particular, el método comprende, además, una etapa de postratamiento donde la fibra se somete a un lavado en una solución de peróxido de hidrógeno H_2O_2 a a bajas concentraciones, entre 4 a 24 horas.

En la modalidad preferida de dicha modalidad particular, las concentraciones de peróxido de hidrógeno H_2O_2 se encuentran entre 13.3% y 22% v/v.

El método objeto de la presente invención es susceptible de aplicación en cualquier fibra vegetal. La concentración a aplicar del agente blanqueador dependerá del contenido de lignina de la fibra a tratar.

En algunas modalidades de implementación de la invención, las fibras objeto de blanqueamiento, se someten a una etapa de cocción previa con agua en ebullición.

Los ejemplos que se describen a continuación son presentados con el objetivo de describir los aspectos preferidos de la invención, pero no constituyen una limitación al alcance de esta.

En la Tabla 1 se presentan las condiciones de operación del proceso de blanqueado de las muestras de fibra desarrolladas en los ejemplos que se describen a continuación, las cuales se mantuvieron fijas durante todas las pruebas.

Parámetro	Valor
Temperatura	Temperatura ambiente (25°C±3 aproximadamente)
Tiempo de operación	14 horas
Cantidad de fibra	2.5 g

Tabla 1. Condiciones de operación en el proceso de blanqueado.

EJEMPLO 1.

5 Con base en el análisis estadístico realizado, (concentraciones entre 2% al 33% v/v) se logró concluir que la concentración de 16.5% v/v fue la que presentó mejores resultados en cuanto al blanqueamiento de la fibra, de acuerdo con las combinaciones de agentes señaladas en la Tabla 2.

De las fibras tratadas, las que presentaron mejores resultados en cuanto a aparente
10 blancura son la muestra tratada las primeras 14 h con nitrato de sodio (NaNO₃) al 16,5% v/v y las 14 h restantes con peróxido de hidrogeno (H₂O₂) al 22% v/v y la muestra tratada las primeras 14 h con bisulfito de sodio (NaHSO₃) al 16,5% v/v y las 14 h restantes con peróxido de hidrogeno (H₂O₂) al 13.3% v/v.

Primera etapa	Segunda etapa (postratamiento)
Bisulfito de sosa (16.5%)	Peróxido (22%)
	Peróxido (17%)
	Peróxido (13.3%)
Nitrato de sosa (16.5%)	Peróxido (22%)
	Peróxido (17%)
	Peróxido (13.3%)

Tabla 2. Metodología empleada para las pruebas.

En esta prueba, al igual que en los Ejemplos 2 y 3, se empleó fibra de palma de iraca *Carludovica palmata* cocinada previamente con agua a 98°C.

EJEMPLO 2.

Se evaluó bisulfito de sodio (NaHSO_3) como agente oxidante, a una concentración de 16.5% v/v.

5 Se lavó la fibra tratada con agua para retirar el exceso de químico remanente y se secó al sol durante 4 horas, aproximadamente.

La fibra seca se sometió a una etapa de oxidación adicional con peróxido de hidrogeno (H_2O_2) a una concentración 13.3% v/v, durante 14 horas aproximadamente, dado que fue la concetración que mejor resultado arrojó, en relación con los indicadores de calidad de la fibra, los cuales fueron resistencia a la
10 tensión, reflectancia difusa, color, carbono orgánico total en las soluciones resultantes del blanqueo, incidencia de los rayos UV e imágenes MEB.

La fibra obtenida en la etapa anterior, se sometió a lavado con agua y secado al sol.

EJEMPLO 3.

15 Se evaluó Nitrato de sodio (NaNO_3) como agente oxidante, a una concentración de 16.5% v/v.

Se lavó la fibra tratada con agua para retirar el exceso de químico remanente y se secó al sol durante 4 horas, aproximadamente.

La fibra seca se sometió a una etapa de oxidación adicional con peróxido de
20 hidrogeno (H_2O_2) a una concentración 22% v/v, durante 14 horas aproximadamente.

La fibra obtenida en la etapa anterior, se sometió a lavado con agua y secado al sol.

EJEMPLO 4.

Para evidenciar los cambios superficiales en las fibras tratadas, se emplea la
25 microscopia electrónica de barrido (MEB).

Dependiendo del tipo de agente, se produce uno u otro tipo de cambio en la superficie, pero en el fondo se basa en abrir la fibra, es decir, en hacerla más accesible al efecto del blanqueador. Los agentes blanqueadores producen un cambio superficial en la fibra debido a la hidrólisis que efectúan.

30 Las fotos de la Figura 1a y 1b muestran la fibra tratada del Ejemplo 3 durante 28 h. Las primeras 14 h con nitrato de sodio (NaNO_3) al 16,5% v/v y las 14 h restantes con peróxido de hidrogeno (H_2O_2) al 22% v/v.

En la Figura 1a se observa que las fibras tratadas son uniformes y bastantes rectas. Mientras que en la Figura 1b se evidencia que la superficie es un poco rugosa, heterogénea y estriada, lo que da lugar a un cambio morfológico en la superficie de la fibra. Además, se observa que una porción de superficie parece desprenderse de la misma fibra dejando surcos en su lugar.

La formación de surcos o hendiduras en determinadas zonas, induce a pensar que esta apariencia se concentra en las zonas menos cristalinas de la fibra o donde se encontraban las sales precipitadas. La descamación que da lugar a hendiduras en la superficie de la fibra, permite una mejor penetración del peróxido de hidrógeno empleado en la segunda etapa de tratamiento, dando como resultado una fibra con mejor resultado de blanqueo. Durante la cocción de la fibra se produce una posible precipitación de cadenas cortas de xilanos en la superficie de la misma.

Estos xilanos que probablemente se depositan en la fibra actúan como una barrera física a la penetración de agentes de blanqueo. En este orden de ideas, puede ser que el agente empleado permita catalizar los xilanos, desprendiéndolos de la superficie de la fibra y por tanto eliminando la barrera física para que el agente blanqueador pueda penetrar fácilmente, de manera que favorece el blanqueo de la fibra y reduce la cantidad de reactivo necesario para la segunda etapa del proceso. Esta eventual separación de xilanos es lo que se puede observar en las imágenes de la Figura 1, donde se observan escamas de fibra que se desprenden dando lugar a surcos que permiten la penetración del agente blanqueador (Utilización de la microscopía electrónica de barrido (SEM) y de transmisión (TEM) para el análisis de las pastas estudiadas).

En la Figura 2 se muestran las imágenes obtenidas por medio de MEB de la muestra del Ejemplo 2. En la foto a se puede observar que esta muestra cuenta con fibras uniformes y rectas, con una apariencia similar a la muestra del Ejem.

Esta muestra posee una superficie lisa y pulida, dando una apariencia de suavidad (Véase imagen b). Además, no presentan ningún tipo de división de las fibras. Se observa una superficie parcialmente lisa y limpia. En este caso parece que el peróxido de hidrogeno empleado en el postratamiento actúa “limpiando” la fibra, es decir eliminando escamas que se producen durante la deslignificación con bisulfito de sosa. Esto coincide con los resultados de COD donde el efluente muestra que se produce una disolución de materia orgánica.

Para finalizar se midió tensión de las fibras con base en las normas ASTM D1557-03 y ASTM D3822-07.

Los ensayos se hicieron sobre una base de cartón y no sobre una única fibra por la dificultad asociada a realizar estos procedimientos en elementos muy pequeños, ya que las fibras separadas tienen un ancho y espesor promedio de 1.31 mm y 0.67 mm, respectivamente.

- 5 La resistencia a la tensión o esfuerzo de las muestras de fibra se calculó como la relación entre la carga de fractura y el área transversal de cada muestra. Los valores de esfuerzo vs deformación obtenidos para las muestras representativas se muestran en la Figura 3.

De la Figura 3 se puede observar que la muestra tratada inicialmente con bisulfito de sosa (NaHSO_3) es la que obtuvo una mejor resistencia a la tensión, en segundo lugar, se encuentra la muestra tratada inicialmente con nitrato de sosa (NaNO_3).

La muestra blanqueada con nitrato de sosa (NaNO_3), presenta un buen comportamiento respecto a la resistencia ya que durante el proceso de blanqueo se remueven menos cantidades de componentes no celulósicos como la lignina y hemicelulosa.

Los mejores resultados obtenidos para la resistencia son los correspondientes a la muestra tratada con bisulfito de sodio (NaHSO_3), debido a que la presencia de sulfuros acelera el proceso de deslignificación, reduciendo el tiempo de blanqueo.

Por lo tanto, la celulosa se mantiene expuesta al bisulfito de sodio por menos tiempo y el daño que este reactivo le produce a las fibras es menor, favoreciendo así las propiedades mecánicas como la tensión y la calidad de la fibra.

Considerando las implicaciones económicas, sociales y ambientales se obtienen consecuencias positivas que resultan favorables, tanto para el bienestar de los artesanos y el desarrollo económico de la agroindustria, así como el mejoramiento de la calidad del aire y las condiciones del medio ambiente donde se desarrollan los procesos industriales o artesanales en los que se involucra el blanqueamiento de fibras.

La descripción de la realización de la presente invención no pretende limitar su alcance, sino servir como un ejemplo particular de la misma. Se espera que una persona versada en la materia comprenda que las modalidades equivalentes no se apartan del espíritu y alcance de la presente invención en su forma más amplia.

Aunque la presente invención ha quedado descrita con las realizaciones preferentes mostradas, queda entendido que las modificaciones y variaciones que conserven el espíritu y el alcance de esta invención se entienden dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

5

10

15

20

25

5

10

15