

***MODIFICACIÓN DE RECETAS EMPLEADAS EN LA SECCIÓN DE  
BLANQUEO DE LA PLANTA DE ACABADO DE LA TEXTILERA  
“DESEMBARCO DEL GRANMA”***

***MODIFICATION OF RECIPES USED IN THE BLEACHING SECTION OF THE  
FINISHING PLANT OF THE TEXTILE UNIT "DESEMBARCO DEL GRANMA"***

*Isabel Cabrera Estada<sup>1\*</sup>, Maydelis González Linares<sup>2</sup> e Isael Curbelo Tápanes<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería Química. Facultad de Química y Farmacia. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. Carretera a Camajuaní km 5 ½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

<sup>2</sup> Combinado Lácteo Río Zaza. Carretera Zaza del Medio km 1, Sancti Spiritus, Cuba.

<sup>3</sup> UB Combinado Textil Desembarco del Granma/Planta de Acabado. Carretera a Camajuaní km 2 ½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

Recibido: Julio 12, 2016; Revisado: Diciembre 9, 2016; Aceptado: Marzo 2, 2017

**RESUMEN**

La Unidad Básica (UB) Textilera “Desembarco del Granma” de Villa Clara es una de las industrias textiles más importantes en Cuba, pues es responsable del suministro de una gran variedad de tejidos, hilos y gasa quirúrgica a diversos sectores del país. En la planta de acabado de la UB “Desembarco del Granma” se logra una producción que cumple con los parámetros establecidos, pero para ello se requiere el empleo de grandes volúmenes de sustancias químicas costosas y con impactos negativos sobre el medio ambiente. Para solucionar este problema se realizó una investigación con el objetivo de modificar algunas de las recetas empleadas en la sección de blanqueo de la planta de acabado de la UB "Desembarco del Granma". Los resultados obtenidos se procesaron con el software Statgraphics, se corroboró que al disminuir la sosa cáustica desde 60g/L hasta 40g/L y analizar la capilaridad de urdimbre se obtuvo que no hay diferencia significativa entre las medias de las dos muestras, para un 95,0 % de nivel de confianza; pero sí entre la varianza; al analizar la capilaridad de trama se comprobó que no hay diferencia significativa entre las medias y la varianza de las dos muestras para un 95,0 % de nivel de confianza. Con esa modificación se produce un ahorro de 241,4 \$/día, por concepto de disminución de sosa empleada. El peróxido de hidrógeno no puede ser disminuido porque se afecta el grado de blanco de la tela.

Copyright © 2017. Este es un artículo de acceso abierto, lo que permite su uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada.

\* Autor para la correspondencia: Isabel Cabrera, Email: [icabrera@uclv.edu.cu](mailto:icabrera@uclv.edu.cu)

**Palabras clave:** blanqueo textil, hidróxido sodio, impacto ambiental.

## **ABSTRACT**

The Textile Basic Unit (BU) "Desembarco del Granma" of Villa Clara is one of the most important textile industries in Cuba, it is responsible for the provision of a wide variety of fabrics, threads and surgical gauze to various sectors of the country. In the finishing plant of the BU "Desembarco del Granma" a production that meets the parameters set is achieved, but this requires the use of large volumes of costly chemicals and with negative impacts on the environment. To solve this problem an investigation was carried out to evaluate the modification of some of the recipes used in the bleaching section of the finishing plant of the BU "Desembarco del Granma". The results obtained were processed with the Statgraphics software. When the caustic soda is decreased from 60g/L to 40g/L, and it is analyzed the capillarity of warp, it was confirmed that there is no significant difference between the average of the two samples, for a 95,0 % of confidence level; but there were differences between the variances; when analyzing the fabric capillarity it was found that there is no significant difference between the average and the variance of the two samples for a 95,0 % of confidence level. With such modification it is saved 241,4 \$/day, by concept of decrease of soda used. The hydrogen peroxide cannot be reduced because it affects the white degree of the fabric.

**Key words:** Textile bleaching, sodium hydroxide, environmental impact

## **1. INTRODUCCIÓN**

La industria textil mantiene una importancia en la actualidad porque además de prendas de vestir y objetos domésticos, los textiles se usan en variadas esferas como son: en productos industriales como filtros para acondicionadores de aire, balsas salvavidas, cintas transportadoras, carpas, neumáticos de automóvil, piscinas, cascos de seguridad o ventiladores de mina, entre otros. En muchas aplicaciones los textiles con recubrimientos protectores de plástico proporcionan mayor flexibilidad, menor peso y mejores resultados que los metales (Lleonart, 2015). Aunque para los productos industriales se utiliza toda clase de fibras, muchos se fabrican con una combinación de fibras sintéticas sobre una base de algodón. Las fibras sintéticas hacen que la tela sea resistente al moho y se seque rápidamente, mientras que el algodón, más barato, proporciona volumen y estabilidad (Díaz, 2011).

La industria moderna se distingue por el interés de los fabricantes en intensificar los procesos productivos con vista a lograr artículos de primera calidad con menores costos de producción. En el caso específico de Cuba, país en vía de desarrollo, este interés puede concretarse en los siguientes objetivos fundamentales: consolidar la política de ahorro y uso de la energía y continuar reduciendo los índices de consumo energético; garantizar un uso adecuado de los recursos materiales; reducir los índices de consumo, las pérdidas y las normas, e incrementar la recuperación de desechos de materias primas y otros productos reutilizables; fomentar un aporte más efectivo de la ciencia y la técnica al desarrollo socio-económico del país.

La economía empresarial en Cuba está íntimamente vinculada a factores limitantes como son la disponibilidad de materias primas, portadores energéticos y piezas y equipos para el mantenimiento, restauración o modernización de las instaladas, lo cual en muchos casos implica importaciones, que se ven limitadas de acuerdo con la disponibilidad de divisas que el país tenga, de ahí que también es importante asegurar el crecimiento de los ingresos por exportaciones de mercancías, así como la sustitución de importaciones (González, 1993).

En el combinado textil, Desembarco del Granma, dentro de las operaciones a las que se somete el tejido en el tratamiento previo se encuentran: chamuscado (Solé, 2014); descolado (Pérez, 1986); descrudado (Solé, 2012); blanqueo: se realiza cuando se requiere alto grado de blanco, ya sea para posterior teñido con colores claros o para blanqueo óptico. Con esta operación se destruyen los pigmentos que llevan las fibras naturales, tanto celulósicas como proteicas. Dependiendo del grado de blanco que se requiera el blanqueo puede realizarse con cloro o bien con agua oxigenada (INTEC, 2000). Se realiza también secado, mercerizado y termofijado (Solé, 2014).

En el presente trabajo se analizan aspectos concernientes al tejido poliéster algodón (PE/CO referencia 2023812). El tejido poliéster tiene entre sus ventajas ser más barato, más duradero, se arruga menos, pero entre sus desventajas se encuentran que no es absorbente ni confortable cuando hace calor. Entre sus propiedades se encuentran: baja absorción del agua de 0,4% a 0,6% (se seca rápido); su tenacidad y resistencia a la atracción es muy alto; su resistencia en húmedo es igual a su resistencia en seco; tiene una densidad y peso específico que varía entre los 1,22 y 1,33 g/cm<sup>3</sup>; fácil recuperación a las arrugas y se puede mezclar con otras fibras como el algodón.

La concentración de la sosa cáustica y el peróxido de hidrógeno, así como otros insumos empleados durante el descrudado y blanqueo del algodón se ven influenciadas por la procedencia de la materia prima (Montoya, 2007). Las impurezas en el algodón pueden variar desde un 4 % a 12% del peso total de la fibra. Los niveles de contaminación variarán inevitablemente de país a país, incluso pueden variar de región a región dentro de un país dado. En algunas procedencias de algodón se encuentran partículas de óxido de hierro provenientes de las máquinas recolectoras y desmotadoras. Estos compuestos son muy perjudiciales en el blanqueo por lo que deben eliminarse o formar complejos estables que eviten la formación de oxixelulosa. La concentración de hidróxido de sodio a emplear puede encontrarse en un rango de 40 – 100 g/L, en correspondencia con las características de la materia prima (Quiroa, 2012; Kochkin, 1981).

La influencia individual de la concentración de peróxido de hidrógeno, temperatura y tiempo de blanqueo sobre los parámetros químicos, mecánicos y ópticos de los tejidos ha sido estudiada por Cegarra, (1978).

Se hace necesario revisar las recetas utilizadas en el blanqueo de tejidos de la textilera “Desembarco del Granma”, para disminuir el consumo de productos auxiliares entre ellos la sosa, que debido a sus propiedades alcalinas es una sustancia corrosiva a altas concentraciones y tóxica para los organismos. Esto trae como ventaja la disminución del consumo de sustancias empleadas para neutralizar el agua residual (control de pH) antes de su descarga al medio ambiente, para prevenir los efectos tóxicos sobre el medio acuático (por ejemplo, los organismos que viven en un río). Además si se minimiza el uso de ingredientes contaminantes se disminuirán los costos de operación, se garantiza

la protección de la salud humana y la calidad del ambiente, se mejora la imagen de la empresa y se da cumplimiento a los requisitos legales. El presente trabajo tiene por objetivo modificar algunas de las recetas empleadas en la sección de blanqueo de la planta de acabado de la UB "Desembarco del Granma".

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

Entre la variedad de tejidos procesados el poliéster algodón es bien acogido por los clientes por sus múltiples aplicaciones. El método experimental consistió en evaluar las modificaciones de la composición de la receta de blanqueo, tanto a nivel de laboratorio, como a escala industrial.

### ***2.1 Modificación de la receta para tejido de PE/CO referencia 2023812 con destino a teñido con colores oscuros***

En la planta de acabado se utilizan las recetas para el blanqueo del tejido en dependencia de la referencia y el destino. En la tabla 1 se muestra la receta empleada para el tejido de PE/CO, se incluyen los agente auxiliares para la industria textil como el Cotemol MFA.

**Tabla 1.** Receta actual para tejido de PE/CO referencia 2023812 con destino a teñido con colores oscuros (Texvi, 2014)

<b><i>Productos</i></b>	<b><i>Concentración (g/L)</i></b>
Sosa cáustica	60
Peróxido de hidrógeno	5
Estabilizador de peróxido	4
Cotemol MFA (humectante)	6
Ácido acético	3

Al analizar el registro de calidad del tejido a tratar (Texvi, 2015) y sobre la base del criterio de especialista de la entidad, se propone disminuir la concentración de sosa cáustica a 40 g/L. Para ello se realiza una prueba a escala de laboratorio a ambas concentraciones de sosa. Se realizó un diseño de experimento 2<sup>2</sup>, donde las variables fueron: concentración de sosa cáustica (valor máximo 60 g/L, valor mínimo 40 g/L) y tiempo en el vaporizador (valor mínimo 20 minutos, valor máximo 30 minutos). Se realizaron dos réplicas de cada experimento. Se simularon las condiciones de trabajo del proceso a escala industrial. La secuencia de operaciones consiste en realizar 5 lavados con agua a 96 °C y el sexto a temperatura ambiente, luego se impregna el tejido con la receta y se mantiene a 100°C en el vaporizador durante 30 (o 20) minutos. Después se realizan dos lavados con agua a 96°C y otro a temperatura ambiente para realizar la neutralización con ácido acético, finalmente se realiza un lavado a temperatura ambiente.

Luego se realiza la prueba a escala industrial, en la línea correspondiente a la tecnología italiana, procesando 8 lotes de tejido de PE/CO con una concentración en el baño de 40 g/L de sosa y tiempo de 30 minutos en el vaporizador. Las condiciones operacionales son indicadas anteriormente.

## 2.2 Modificación de la receta para tejido de PE/CO referencia 2023812 con destino a teñido con colores claros o estampado

En la tabla 2 se muestra la receta empleada para el blanqueo de tejido de PE/CO.

**Tabla 2.** Receta actual para tejido de PE/CO referencia 2023812 con destino a teñido con colores claros o estampado (Texvi, 2014)

<i>Productos</i>	<i>Concentración (g/L)</i>
Sosa cáustica	40
Peróxido de hidrógeno	12
Estabilizador de peróxido	4
Cotemol MFA (humectante)	6
Ácido acético	3

Basado en las características de la referencia del tejido a tratar y en estudios anteriores (Fernández, 2015), se propone disminuir la concentración de peróxido de hidrógeno a 9g/L. Para ello se realiza una prueba a escala de laboratorio a ambas concentraciones de peróxido de igual forma a como se realizó para la sosa cáustica.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Análisis de los resultados obtenidos al cambiar la receta de blanqueo para el tejido de PE/CO

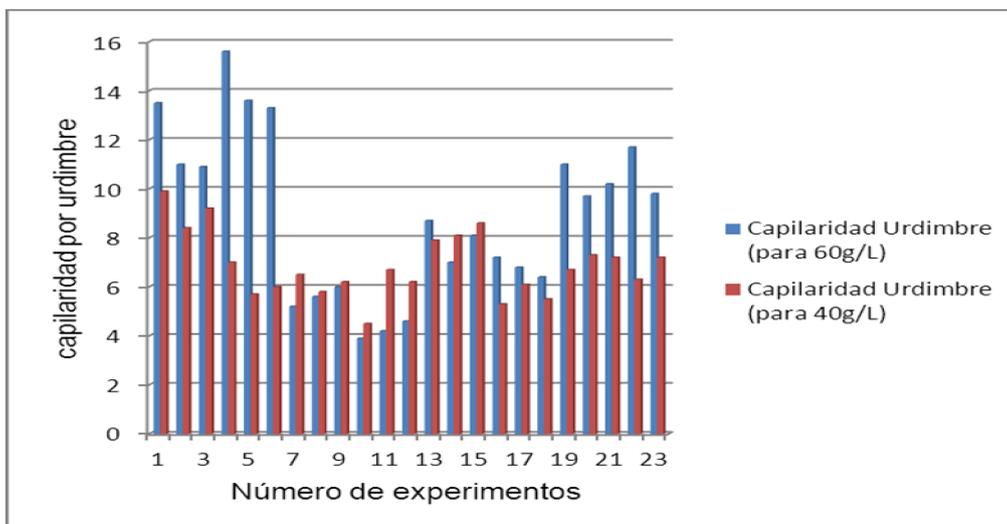
Se hicieron las pruebas establecidas a 10 muestras (original y réplica en cada caso), para estimar los parámetros del tejido después de blanqueado con ambas concentraciones de sosa y tiempo de 30 minutos, ya que a los 20 minutos no se completó el proceso de blanqueo. Se obtuvieron respuestas dentro de los valores admisibles por norma (Texvi, 2014), tanto para la capilaridad por urdimbre, por trama como para el grado de blanco. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 3.** Resultado obtenido en los experimentos a escala de laboratorio para tejido de PE/CO referencia 2023812 con destino a teñido con colores oscuros

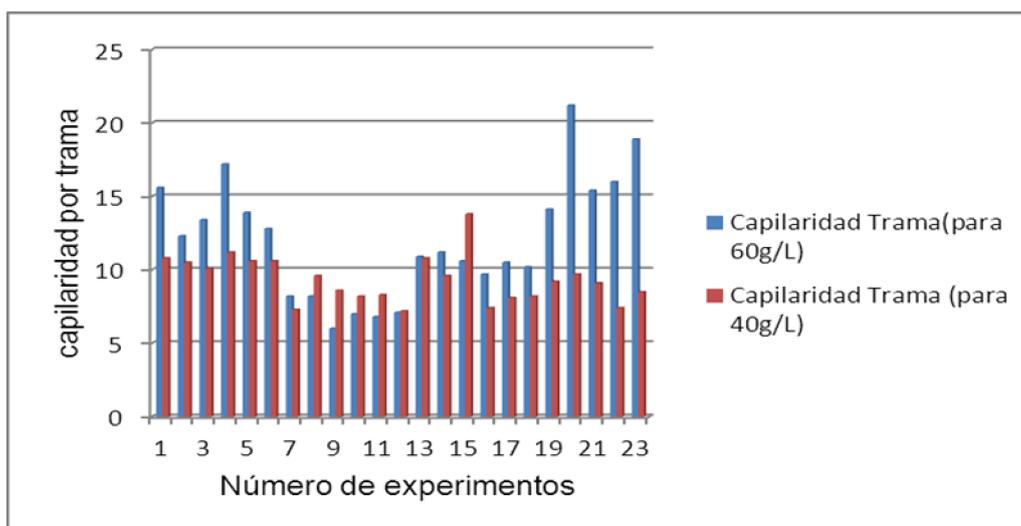
<i>Parámetros</i>	<i>60 g/L</i>	<i>40 g/L</i>	<i>Valores admisibles</i>
Capilaridad Urdimbre	3,9; 4,5; 4,1	4,7; 4,4; 4,2	10 (máximo)
Capilaridad Trama	5,3; 4,7 ;4,8	5,4; 5,2; 5,0	12 (máximo)
Grado de blanco	5	5	4 (mínimo)
Presencia de sosa	no	no	no
Presencia de almidón	no	no	no
Presencia de semillas	no	no	no

Se puede observar que el parámetro que se afecta con la disminución de la concentración de sosa es la capilaridad, que aumenta, sin llegar a incumplir con los valores admisibles. Entre ambos experimentos no son notables las diferencias, lo que se corroboró al realizar la prueba de hipótesis para comparar las medias, según el software statgraphics, tanto para los resultados de capilaridad por urdimbre ( $p = 0,097835$ ) como por trama ( $p = 0,120415$ ) para un 95,0 % de nivel de confianza. El grado de blanco se mantuvo en 5 en todos los casos.

En las figuras 1 y 2 se muestran los resultados experimentales obtenidos al evaluar las propiedades del tejido para ambas concentraciones de sosa cuando se realizan los experimentos a nivel industrial.



**Figura 1.** Comportamiento de la capilaridad por urdimbre al variar la concentración de sosa cáustica en la sección de blanqueo



**Figura 2.** Comportamiento de la capilaridad por trama al variar la concentración de sosa cáustica en la sección de blanqueo

En el software statgraphics se realizó una comparación entre los resultados obtenidos a escala industrial a ambas concentraciones para saber si existen diferencias estadísticamente significativas. El resumen estadístico se muestra en la tabla 4, donde la muestra 1 corresponde a los valores de capilaridad por urdimbre cuando la concentración de hidróxido de sodio es de 40 g/L y la muestra 2 corresponde a los valores de capilaridad por urdimbre cuando la concentración de hidróxido de sodio es de 60 g/L. Los valores obtenidos al realizar la prueba de hipótesis para comparar las medias son, según el software statgraphics, estadístico t calculado = -1,62697 y el valor de  $p = 0,110885$ , lo que permite considerar que no hay diferencia entre las medias de las dos muestras para un 95,0 % de nivel de confianza.

De igual manera se realizó el análisis para los datos de capilaridad por trama. Se comprobó que no hay diferencia significativa entre las medias para un 95,0 % de nivel de confianza, ya que se obtuvo un valor de  $p= 0,121755$ .

**Tabla 4.** Resumen estadístico para las dos muestras de datos de capilaridad por urdimbre en los experimentos a escala industrial para tejido de PE/CO referencia 2023812 con destino a teñido con colores oscuros

<i>Aspecto</i>	<i>Muestra 1</i>	<i>Muestra 2</i>
Frecuencia	23,00	23,00
Media	7,83	8,65
Varianza	2,15	3,78
Desviación típica	1,46	1,94
Mínimo	4,00	4,00
Máximo	10,00	12,00
Rango	6,00	8,00
Asimetría típica	-0,84	-0,37
Curtosis típicada	0,82	0,188

Se considera que las pruebas estadísticas contribuyen a argumentar los resultados satisfactorios de las corridas llevadas a cabo a nivel industrial, donde se lograron operaciones precisas y en correspondencia con los parámetros tecnológicos.

El tejido blanqueado con la receta cuya concentración de sosa cáustica es de 40 g/L, se tiñó con el color 2-428-6 para, una vez efectuado este proceso, evaluar la calidad. La confirmación de que el color obtenido en la tela se correspondía con el deseado se realizó de forma visual, según procedimiento establecido en el laboratorio de acabado de la propia textilera en la fecha en que se efectuaron los ensayos (junio del 2015). Se realizó un panel de expertos donde participaron cuatro analistas del laboratorio, los cuales cuentan con más de veinte años de experiencia en su trabajo. Se compararon las muestras de la tela teñida (que presentaban el mismo tamaño y se sometieron a la luz diurna media). Los encuestados refirieron no observar diferencias entre el color deseado y el obtenido tras el cambio de receta, por lo que se consideró aprobada la modificación.

Los resultados obtenidos en el laboratorio para el blanqueo con ambas concentraciones de peróxido de hidrógeno se muestran en la tabla 4.

**Tabla 5.** Resultados obtenido en los experimentos a escala de laboratorio.

<i>Parámetros</i>	<i>12 g/L</i>	<i>9 g/L</i>	<i>Valores admisibles</i>
Grado de blanco	5	4-5	4 (mínimo)
Presencia de semillas	no	sí	no

El grado de blanco se ve afectado con la disminución de la concentración de peróxido de hidrógeno y se puede observar en la tela la presencia de semillas por tanto no es conveniente cambiar esta receta porque el tejido será teñido con colores claros.

### 3.2 Análisis del costo de la sección de blanqueo

Se procedió a realizar una evaluación del costo de la receta de blanqueo obtenida. Para ello se tomaron en cuenta los componentes de costo que aparecen en la tabla 6. Se compararon los costos de la receta modificada con los costos de la receta sin modificar, según aparece en la tabla 7. La disminución del consumo de sosa beneficia el aspecto relacionado con el costo de las materias primas del mercerizado.

**Tabla 6.** Costo de producción para la sección de blanqueo (Fuente: Ficha de costo de la sección de blanqueo, UB “Desembarco del Granma”, 2015)

<i>Aspecto</i>	<i>\$/M m<sup>2</sup> (mil metro cuadrado)</i>
Materias primas y materiales	17,25
Combustible y energía	25,77
Salarios	28,6
Costos fijos	39,33
Total	110,95

Costo unitario de la sosa cáustica= 1,7 \$/L (Fuente Ficha de costo de la sección de blanqueo UB “Desembarco del Granma”, 2015)

Concentración de la sosa = 44°Be = 582 g/L

En el tanque de preparación la concentración de sosa se reconcentra 10 veces para lograr en el saturador la concentración deseada. Entonces para preparar los 500 L de solución de sosa cáustica que se consumen diariamente a una concentración de 600 g/L se necesitan 485 L de sosa. Si la concentración es de 400 g/L se requieren 343 L. Se ahorra 142 L/d de sosa. El precio de la sosa es 1,7 \$/L.

**Tabla 7.** Comparación de los costos de las recetas sin y con modificación de la concentración de sosa

<i>Aspecto</i>	<i>\$/d</i>
Ahorro en sosa	241,4
Costo de materias primas (tejido poliéster/algodón) y materiales (aditivos y productos químicos de la receta) para la receta tradicional	760,7
Costo de materias primas (tejido poliéster/algodón) y materiales (aditivos y productos químicos de la receta) para la receta modificada	519,3

## 4. CONCLUSIONES

1. Se corroboró, a nivel de laboratorio e industrial que es posible disminuir la concentración de sosa desde 60 a 40 g/L en el proceso de blanqueo para la receta de tejido PE/CO. Esto permite un ahorro de 241,4 \$/día, por concepto de sosa empleada.
2. No se recomienda disminuir el tiempo en la operación de blanqueo, pues no se logra el efecto deseado, aunque se mantengan las demás condiciones operacionales y las concentraciones originales de la receta.

3. La receta para tejidos de PE/CO con destino a teñido con colores claros o estampado no puede ser modificada disminuyendo la concentración de peróxido de hidrógeno porque se afecta el grado de blanco y permanecen semillas en la tela.

## **REFERENCIAS**

- Cegarra, J., Optimización del blanqueo convencional con peróxido de hidrógeno., Instituto Investigación Textil (Tarrasa), Universidad Politécnica de Barcelona, 1978, pp. 1-17.
- Díaz, N., Tejidos de algodón y mezclas de poliéster con algodón de China., Boletín Trimestral Junio 2011, Año 2, No. 6, 2011, pp. 11-12.
- Fernández, G., Propuesta de mejoras para la gestión de los residuos del taller de blanqueo de la Fábrica de Acabado en la UB Textil Desembarco del Granma., Proyecto de curso. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, 2015, pp. 17-18
- Ficha de costo de la sección de blanqueo, UB “Desembarco del Granma”, 2015, pp. 2-3.
- González, E., Aplicación del Análisis Complejo de Procesos en la Intensificación de instalaciones de la Industria Química en países en vías de desarrollo., Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias, Especialidad Ingeniería Química, Departamento Ingeniería Química, Cuba, 1993.
- INTEC., Opciones de Gestión ambiental Chile: Fondo de Desarrollo e Innovación de CORFO, Santiago de Chile, 2000, pp. 25-38.
- Lleonart, P., Previsiones sobre la evolución del sector textil/Confección en el horizonte de 2015., Editorial Gabinet d’Estudis Econòmics, España, 2015, pp. 3-7.
- Montoya, J., Oportunidades de producción más limpia en tintorerías del sector textil., Ciencia y técnica, No. 37, Dic., 2007, pp. 1-4.
- Kochkin, D.N., Acabado de los tejidos planos de algodón. Editorial científico técnica., La Habana, 1981, pp. 102-111.
- Pérez, G., Tecnología general de la producción textil., Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1986, pp. 46-53.
- Quiroa, Y., Estudio de las sustancias inorgánicas más usadas en la industria textil y la importancia de su conocimiento en los ingenieros industriales., Informe final de investigación Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas, 2012, pp. 23-28.
- Solé, A., Defectos producidos en tintura [Online]., Catalunya: Asociación del colegio de ingenieros industriales de Catalunya, [Acceso diciembre de 2015], 2014, pp. 2-3.
- Solé, A., El pilling en los artículos textiles., Textiles panamericanos, Vol. 2, No. 1, Perú, 2012, pp. 12-14.
- Texvi., Tratamiento previo., Proceso tecnológico, Sistema de gestión de la calidad, UB Textil Desembarco del Granma, 2014, pp. 1-5.
- Texvi., Revisión de crudo., Proceso tecnológico PO-301-27, UB Textil Desembarco del Granma, 2015, pp. 4-6.