



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

Estudio de la cinética de tintura de fibras de algodón con colorantes naturales

MEMORIA PRESENTADA POR:

Verónica Miralles Doménech

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA TEXTIL

Convocatoria de defensa: *Septiembre de 2017*

Directoras: *Eva Bou Belda*
M.^a Angeles Bonet Aracil

Resumen

Durante estos últimos años se está incrementando el interés por el uso de los colorantes naturales en la industria textil, ya utilizados para tintar los textiles desde la edad media. Esto se debe a diversas causas, entre ellas las recientes normativas medioambientales impuestas por diversos países como respuesta a diversas demostraciones las cuales corroboran que algunos colorantes sintéticos son nocivos para el medio ambiente e incluso pueden causar reacciones alérgicas en algunos usuarios. Sin embargo, al utilizar colorantes naturales en la tintura de materias textiles se consiguen colores suaves y neutros, teniendo que emplear productos auxiliares a fin de conseguir colores intensos y poder obtener una gama de colores más amplia con la que poder competir con los colorantes sintéticos.

En el campo de la tintura son ampliamente estudiados las condiciones y procesos de tintura óptimos para cada una de las materias textiles tintadas con distintos colorantes sintéticos, siendo ampliamente conocidos estos parámetros esenciales para llevar a cabo una tintura de calidad.

Por lo contrario, son muchos los colorantes naturales que se podrían utilizar para dotar al textil de determinados colores, y pocos los estudios en los que se estudia el proceso óptimo de tintura con estos colorantes, según la materia textil a tintar.

En el presente trabajo se estudia la posibilidad de tintar tejido de algodón con colorantes naturales, empleando curry, extracto de zanahoria y de té blanco. Con tal de estudiar la influencia de la temperatura utilizada en el proceso de tintura, el pH del baño de tintura a utilizar y la adición de sal se llevan a cabo distintas tinturas modificando estos tres parámetros.

Algunos trabajos demuestran la capacidad de algunos colorantes naturales de funcionalizar el textil, aportando nuevas propiedades como es el factor de protección ultravioleta (UPF). Por ello se estudia el factor UPF de cada una de las muestras tintadas empleando los tres tipos de colorantes y llevando a cabo la tintura según las condiciones empleadas.

Índice de contenidos

1. Introducción	6
2. Estado del arte	12
3. Objetivo	14
4. Experimental	15
4.1. Materiales.....	15
4.2. Métodos.....	15
4.2.1. Tintura con curry.....	16
4.2.2. Tintura con zanahoria.....	17
4.2.3. Tintura con té blanco.....	18
5. Resultados	22
5.1. Tintura y medición de color.....	22
5.1.1. Curry.....	22
5.1.2. Zanahoria.....	26
5.1.3. Té Blanco.....	30
5.2. Valoración UPF.....	34
6. Conclusiones	37
7. Publicaciones	38
8. Bibliografía	59

1. Introducción

La tintura es un proceso que consiste en modificar la apariencia del textil aportando un color diferente al original, que es utilizado en la industria textil. Este proceso, suele ser normalmente químico y es necesario el uso de agua, colorantes y de otros productos auxiliares para que se produzca la reacción entre la fibra y el colorante y se consiga obtener el resultado objetivo.

Cómo ya se ha citado de forma general, aquellos productos necesarios para proceder a un proceso de tintura, es necesario conocer que la parte fundamental de dicho proceso es el colorante, el cual va a dar a la fibra textil un aspecto diferente.

Para conocer los tipos de colorantes que existen, es necesario remontarse a tiempos pasados y conocer cómo nace el arte de teñir.

La técnica del teñido ha estado presente desde la Prehistoria cuando en diferentes culturas hacían uso de la misma para la reproducción productos textiles artesanales. Para dicha técnica y durante siglos, se hacía uso de plantas, minerales, insectos y animales para la extracción de la materia prima, es decir, del colorante natural.

A mediados del siglo XIX, un químico llamado William Henry Perkin obtuvo el primer colorante sintético¹. Lo consiguió gracias a otro químico, August Wilhelm von Hofmann, que investigaba cómo sintetizar la quinina mediante la oxidación de anilina. A partir de dicha composición, Perkin la separó y consiguió la malveína considerado un color de tonalidad púrpura.

A raíz de dicha investigación, empezaron a aparecer los colorantes sintéticos, que fueron los encargados de ir sustituyendo a los colorantes naturales hasta la actualidad. Actualmente, muchos son los investigadores que están retomando el estudio de los colorantes naturales e interesándose por ellos, debido a que son mucho más respetuosos con el medio ambiente.

El uso de colorantes sintéticos ha hecho abrir los ojos a muchas personas que trabajan en el ámbito del textil ya que éstos pueden acabar con el medio ambiente al ser extraídos de fuentes no renovables. Son muy perjudiciales porque pueden producir toxicidad y reacciones alérgicas al ser humano².

Debido a los problemas detectados con los colorantes artificiales, en este trabajo se desea estudiar la posible efectividad de los colorantes naturales tintando tejido de algodón 100%. Los colorantes naturales que se han seleccionado para realizar las diferentes tinturas son el curry, la zanahoria y el té blanco.

El curry es un condimento alimenticio procedente de Occidente, más concretamente de la India. Está formado por conjunto de especias y por ello, su composición se ve alterada ya que en cada parte del mundo utilizan diferentes tipos de especias. Anteriormente, era conocido como un tipo de pasta que era extraído de las hojas del árbol del curry, y así es como se empezó a comercializar. Tras esto, surgió el problema que, para exportarlo a diferentes países, las hojas perdían de forma acelerada el aroma y, por tanto, es cuando se decidió realizar la mezcla con otras especias con el fin de conseguir dicho aroma y sabor.



Imagen 1. Planta de curry. Recuperado de https://www.flickr.com/photos/usembassy_montevideo/7029989761

La zanahoria es una hortaliza considerada una planta herbácea y propia de la familia umbelíferas. Se considera así, debido a que es de hojas recortadas, presenta flores blancas y tiene la raíz puntiaguda. Existe un abanico muy variado de tipos de zanahoria, en este caso, la zanahoria utilizada es negra. Este tipo, es procedente de países de Oriente Medio, aunque puede encontrarse en otros lugares como los Estados Unidos.

Para realizar la tintura de zanahoria, es importante obtener un extracto de la misma en polvo. Por ello, se realiza una erradicación y concentración del jugo de zanahorias, que posteriormente es deshidratado mediante un proceso de atomización. Además, con la zanahoria negra se obtiene un colorante natural que lleva como nombre antocianina caracterizado por ser un antioxidante natural fuerte.



Imagen 2. Planta de zanahoria. Recuperado de <https://pixabay.com/es/zanahorias-planta-de-la-zanahoria-1595308/>

La planta denominada *Camellia Sinensis*, es considerada un arbusto de dimensiones que pueden alcanzar hasta los 15 metros de altura y perenne. Las hojas y brotes de dicha planta son utilizadas para la elaboración del té.



Imagen 3. *Camellia Sinensis* (Planta de té). Recuperado de <https://www.flickr.com/photos/bastus917/12267455955>

Muchas son las leyendas que hablan del origen del té, pero la más contada es que nació alrededor del año 250 a.C, y fue descubierto en China por el emperador Shen-Nung. Posteriormente, fue extendido en otros países del mundo³.

El té, es un tipo de infusión que aporta propiedades antioxidantes, depurativas y digestivas al cuerpo humano, además, es rico en sodio, minerales, flúor y contiene generalmente vitaminas A, B y C. Existe una gran variedad de tipos de té en todo el mundo, que nacen a raíz de cuatro tipos principales que son el té rojo, té verde, té negro y té blanco.

Tras conocer la existencia de los principales tipos de té, se procede a conocer en profundidad el té blanco, ya que va a ser estudiado en el presente trabajo.

El té blanco es originado en China, se caracteriza por un proceso de elaboración sencillo. Se recolectan los brotes de la planta *Camellia Sinensis*, se realiza el secado de los mismos de forma natural exponiéndolos a éstos a la luz solar entre 24 y 48 horas, y posteriormente, secado en el interior durante aproximadamente 72 o 96 horas.

Tras conocer la historia y la extracción de cada uno de los colorantes que se van a utilizar, es importante conocer que además de la utilización de colorantes naturales se va a hacer uso de una materia textil natural, aunque también podrían utilizarse fibras textiles hechas a mano. Para conocer más en profundidad las diferentes fibras naturales textiles que existen, se presenta el siguiente esquema⁴, en el que se clasifican según su origen:

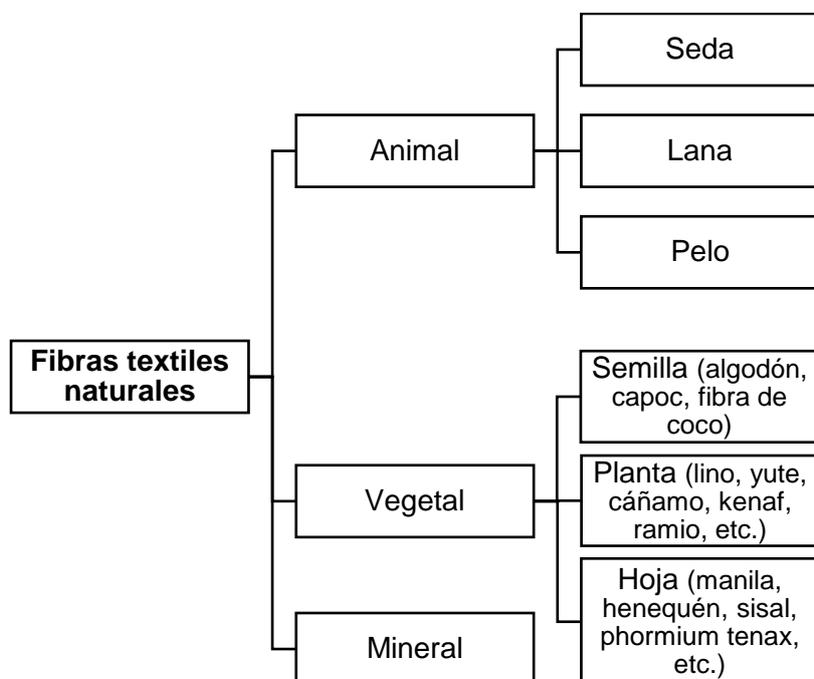


Gráfico 1. Clasificación fibras textiles naturales

Cómo se puede apreciar en el gráfico 1, el algodón es una fibra textil natural vegetal procedente de la semilla. La fibra de algodón es considerada una de las fibras textiles más importante debido a que su producción representa una tercera parte de la producción mundial de fibras textiles.

El algodón, es una fibra que contiene un elevado porcentaje de celulosa, entre 90-95%, y una pequeña cantidad de ceras, sustancias orgánicas e inorgánicas, etc. que cuando se quema el algodón, son los componentes encargados de producir ceniza. La celulosa es un polímero biodegradable compuesto por moléculas de glucosa (imagen 6).

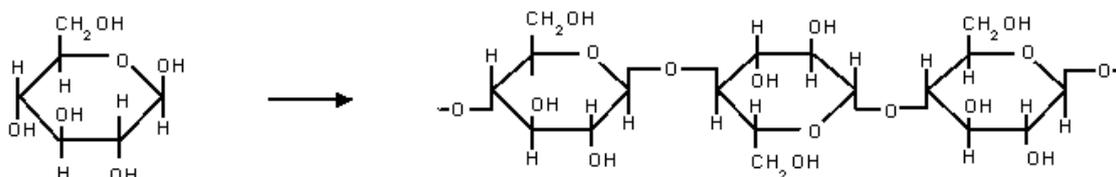


Imagen 4. Representación de la celulosa. Recuperado de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Estructura_celulosa.png

Si se visualiza un tejido de algodón a través de un microscopio electrónico de barrido (SEM) para conocer su estructura, se aprecia que presenta una sección transversal arriñonada formando en su longitud falsas vueltas de torsión.



Imagen 5. Imagen SEM de un tejido

Antes de someter al tejido a un proceso de tintura o estampación, es importante realizar un paso previo como es la preparación del mismo. El objetivo de dicho paso previo es lavar y eliminar las impurezas propias de la fibra después de su recolección, consiguiendo que el tejido absorba posteriormente de forma correcta el colorante o cualquier otro producto que se quiera incorporar. Posteriormente a eliminar las impurezas mediante los procesos de lavado y descrudado, se somete el tejido al proceso de blanqueo, con el que se consigue eliminar el amarillo que presentan las fibras naturales aumentando con ello el grado de blanco.

Una vez conocidos los colorantes a utilizar y el tejido que se va a tintar, y tras introducir la existencia de los dos tipos de colorantes, es importante recalcar que se desea sustituir al máximo el uso de colorantes sintéticos por los colorantes naturales. Los colorantes sintéticos dañan el medio ambiente y producen posibles alergias a los humanos, aunque es verdad que los colorantes naturales fueron sustituidos por éstos debido a que eran menos efectivos.

Los colorantes naturales están en proceso de estudio y lo estarán durante un largo periodo de tiempo con el fin de solventar aquellas limitaciones que a día de hoy producen. Algunas de las limitaciones son las siguientes:

- Poca variabilidad de tonalidades
- Rendimiento y efectividad bajos
- Proceso de tintura complejo
- Escasez de los recursos naturales en algunas partes del mundo
- Dificultad y poca adaptabilidad para la tintura de fibras textiles sintéticas
- Problemas de fijación

A raíz de todas las investigaciones que se están llevando a cabo, se desea obtener unos colorantes respetuosos con el medio ambiente, al igual que los procesos de tintura. Por ello, se debe desarrollar un nuevo tipo de colorante que permita dichos objetivos y que den los resultados que hasta ahora se consiguen con los colorantes sintéticos.

Para concluir la introducción, es necesario citar la cinética de la tintura que hace referencia a la transferencia del baño al tejido del colorante. En este caso, para su estudio el algodón será sometido a un proceso de blanqueo.

Las diferentes tinturas a las que se va a someter el algodón se realizan mediante agotamiento. En dicho proceso, el colorante se encuentra disuelto en el baño de tintura, el cual se encuentra en contacto total con la materia y se produce la transferencia debido a la afinidad entre el colorante y la fibra textil.

Se puede encontrar diferentes procesos por agotamiento dependiendo si materia textil y la disolución se encuentran en movimiento o están estáticas. En este caso, se emplearán un proceso en abierto, en el que la materia textil está en movimiento y la disolución estática; y, por otro lado, un proceso en cerrado en el que tanto materia textil como disolución estarán en movimiento.

En algunos de los procesos de tintura, se hará uso de un producto auxiliar como es el sulfato sódico u otros productos auxiliares con el fin de aumentar la afinidad entre la materia textil y el colorante.

En el proceso de tintura convencional se encuentran 4 fases que se tienen que realizar eficazmente para lograr una tintura de calidad:

1. Adsorción del colorante en la fibra
2. Absorción del colorante en la fibra
3. Difusión del colorante en la fibra (migración)
4. Fijación del colorante en la fibra

Cabe resaltar que para que se lleven a cabo eficazmente cada una de las fases, cada una de ellas primordiales para alcanzar una tintura uniforme y permanente, se tiene que llevar a cabo un proceso de tintura con las condiciones y formulación óptima según el colorante y la materia a tintar.

2. Estado del arte

A raíz de dicha investigación, han sido muchos los artículos científicos leídos para conocer aquello relacionado con colorantes naturales desde otro punto de vista. Generalmente, estos artículos referenciados en la bibliografía comentan la peligrosidad que presentan los colorantes sintéticos debido a los daños que producen al medio ambiente por su toxicidad y, además, a los humanos que también puede causar alergias.

La extracción de colorantes a partir de plantas y otras fuentes vegetales fue lo que se realizó hasta finales del siglo XIX. Tintes naturales como el índigo, la rubia, el agracejo eran utilizados en diversas culturas, el problema que producía en esa época es la durabilidad de estos productos, que era muy limitada.

Estos colorantes naturales se debían utilizar como colorantes directos para conseguir una mayor afinidad entre el mismo y la fibra, o bien, hacer uso de mordientes de hierro o alumbre⁵.

Otro tipo de colorante natural muy utilizado es el extracto de té, existe un gran abanico de tipos. Con el té queda demostrado que presenta una adecuada firmeza con lo que respecta a tejidos de celulosa como pueden ser el algodón y el yute⁶.

La gran mayoría de las investigaciones, estudian el uso de colorantes naturales con el fin de sustituirlos por los colorantes sintéticos, y se desea que éstos cumplan las mismas características que los utilizados hasta ahora, es decir, se buscan las mismas propiedades de solidez al color y durabilidad. Aun así, no se es consciente de todo aquello que se puede conseguir con el uso de colorantes naturales⁷. Es importante conocer otras propiedades que pueden aportar este tipo de colorantes, como propiedades antimicrobianas⁸ o protección UV⁹.

Para la protección UV, propiedades como el peso y grosor de las fibras textiles naturales son muy importantes¹⁰. Otro factor importante para el aumento de la protección es el aumento de la concentración del colorante, cuanto mayor sea ésta mucho mejor y siempre intentando obtener tonalidades claras debido a que son más eficientes¹¹. Por tanto, tonalidad del color, estructura del tejido y los pocos productos químicos que pueda llevar el tejido son las características más considerables a tener en cuenta cuando se desee diseñar un tejido para asegurar la protección UV¹².

La protección UV es, por tanto, necesaria sobre todo cuando las personas tienen una edad reducida ya que la piel tiene memoria y debido a quemaduras del pasado, se puede diagnosticar cáncer de piel.

Existen trabajos científicos que demuestran la capacidad de algunos colorantes naturales para aportar protección ultravioleta al textil. Textiles de distintas composiciones tintados con extracciones realizadas a partir de piel de naranja¹³, extracto de eucalipto¹⁴, extracto de piel de cebolla¹⁵, extractos de distintos téis aumentan considerablemente el factor de protección ultravioleta (UPF).

Cuando se someten los tejidos a procesos de tintura, éstos suelen estar tratados previamente para aumentar la afinidad entre fibra y colorante, y para tener mayor afinidad y conseguir la reacción del colorante con la fibra. En el caso de los colorantes naturales el pretratamiento con un mordiente es necesario ya que los colorantes naturales no presentan afinidad por las fibras textiles. A lo largo de los años se han utilizado sales metálicas como mordientes, pero al tratarse de tinturas con colorantes

naturales es necesario utilizar mordientes naturales con tal de conseguir una tintura totalmente respetuosa con el medioambiente. Uno de los productos más utilizado para ello, es el quitosano un biopolímero que es considerado natural y no contaminante¹⁶¹⁷. Otros procesos previos, pueden ser blanqueado, descrudado, mercerizado y causticado.

Antes se hablaba de la protección de las personas ante el sol, otro parámetro importante es la absorción acústica que es una de las partes esenciales para el confort de las mismas. Una solución de estructura de tejido para vehículos, habitaciones, ... es el uso de hojas de té que pueden ser intercaladas con o sin residuos. Esta estructura proporcionará la absorción del sonido y podrá aumentarse si se introduce una capa de algodón¹⁸.

Para la tintura de tejidos, también se puede obtener propiedades antimicrobianas que hagan proteger al tejido durante un largo periodo de tiempo. Se puede observar el ejemplo, del tinte de lana en el que se ha usado curcumina que es un colorante natural no dañino y que presenta propiedades bactericidas¹⁹.

El uso de colorantes naturales no sólo se puede ver en desuso debido a su baja eficacia sino también por el elevado coste que presentan con respecto a los colorantes sintéticos. Aun así, se pueden extraer colorantes naturales de residuos producidos en plantas industriales del ámbito alimenticio que conllevaría a una reducción considerable del coste de estos colorantes²⁰; y, por otro lado, se pueden obtener colorantes ecológicos a partir de deshechos de plantas como lavanda, romero, rosa y el té²¹.

En cuanto a los procesos de tintura, de cada una de las fibras textiles con los correspondientes colorantes sintéticos utilizados para cada una de ellas se ha estudiado ampliamente durante muchos años, desde la aparición del primer colorante sintético, siendo comúnmente conocidos en el campo de la tintura textil las condiciones y parámetros óptimos a utilizar en cada caso.

Por lo contrario, cada vez son más los estudios que demuestran la posibilidad de tinter distintas fibras textiles con colorantes naturales, teniendo actualmente una amplia gama de posibilidades, pero tan sólo algunos de ellos estudian las cinéticas de tintura y las condiciones óptimas del proceso con las que lograr un buen resultado.

3. Objetivo

El presente trabajo de fin de máster consistirá en la realización de un estudio con el fin de analizar cuáles son aquellas condiciones óptimas de tintura de un tejido 100% de algodón con colorantes naturales de distinta naturaleza. Para ello, se van a llevar a cabo diferentes tinturas utilizando colorantes naturales como son el Curry, Zanahoria y Té Blanco.

Concretamente el objetivo principal de este trabajo es estudiar la influencia de el pH, la temperatura y la adición de sulfato sódico en cada uno de los colorantes naturales utilizados. Con dichas variables, se desea optimizar el proceso de tintura y analizar los resultados que se obtengan, logrando determinar el proceso que mejores resultados obtenga.

Tal y como se ha comentado anteriormente, se encuentran trabajos científicos que demuestran la aportación de nuevas propiedades al textil al tintar con determinados colorantes naturales. En el presente trabajo se estudia la protección ultravioleta que ofrece cada uno de los tejidos tratados empleando distintos colorantes naturales, así como distintas condiciones aplicadas en el proceso de tintura. De este modo se pretende obtener el colorante que mayor protección ultravioleta aporta y las condiciones en las que se mejora dicha función.

Para alcanzar dicho objetivo principal, es necesario primeramente lograr una serie de objetivos secundarios:

- Realizar tintura en algodón variando el pH. Se obtendrán diferentes valores de pH: sin variación del mismo, que corresponde a pH6, pH 3, 5, 7, 9, 11 y 13-14.
- Se realizará el proceso de tintura de dos formas diferentes y a bajas temperaturas. El proceso en abierto se trabajará durante 1 hora a 60°C, mientras que el proceso en cerrado será de 1 h a 130°C.
- Se utilizarán diferentes tipos de colorantes naturales, citados ya anteriormente.
- Se realizará una comparación de los resultados con el fin de estudiar las coordenadas cromáticas del espacio de color CIELAB de cada una de las muestras obtenidas. Además, la obtención del valor de la fuerza de color (K/S) según la longitud de onda en la región visible del UV (400 a 700 nm). Para ello, será necesario el uso de un espectrofotómetro de reflexión.
- Medición del factor de protección UV de los tejidos obtenidos.

4. Experimental

4.1. Materiales

Para llevar a cabo dicha investigación, se ha utilizado un tejido de algodón 100% que presenta una estructura de calada de 210 g/m^2 blanqueado. Como colorantes, se ha empleado extracto té blanco, zanahoria y curry. Otros productos utilizados han sido ácido acético, etanol y agua destilada; además, en algunos de los procesos de tintura se ha hecho uso de un producto auxiliar como es el sulfato sódico.

4.2. Métodos

El tejido de algodón se ha tintado mediante agotamiento tanto en abierto a 95°C durante 1 hora (imagen 6) utilizando la máquina Open Bath dye Master (Paramount, SA), como en cerrado a 130°C durante 30 minutos (imagen 7) con Testtherm tipo 9S (Tacaltex, SA). Dependiendo del colorante utilizado se han empleado diferentes cantidades de los productos necesarios para llevar a cabo el proceso de tintura, que se detallarán a continuación, en cada uno de los subapartados.



Imagen 6. Máquina para proceso en abierto



Imagen 7. Máquina para proceso en cerrado

Para la regulación del pH se han utilizado productos auxiliares. El ácido sulfúrico diluido para la obtención de pH ácido mientras que la sosa para pH alcalino. Como producto auxiliar se ha empleada el sulfato sódico, siendo además de la temperatura y el pH, una de las variables estudiadas.

A continuación, se detallan cada uno de los procesos de tincura llevados a cabo según el colorante empleado.

4.2.1. Tincura con curry

La tincura realizada con curry no precisaba de ningún método de extracción. El proceso de tincura en abierto se realizó dos veces, una sin la utilización del sulfato sódico (tabla 1) y otra utilizando sulfato sódico (tabla 2).

Curry	5% spf
Peso tejido	10 gr
Temperatura	95 °C durante 1 hora
Relación de baño	1/40
pH	Sin modificar, 3, 5, 7, 9, 11, 14

Tabla 1. Datos proceso en abierto curry

Curry	5% spf
Peso tejido	10 gr
Temperatura	95 °C durante 1 hora
Relación de baño	1/40
Sulfato sódico	4 gr
pH	Sin modificar, 3, 5, 7, 9, 11, 14

Tabla 2. Datos proceso en abierto con sulfato sódico curry

Por otro lado, se realizó el proceso de tintura en cerrado (tabla 3) con el fin de comparar la muestra para ver cuál de los dos procesos era más eficiente.

Curry	5% spf
Peso tejido	4 gr
Temperatura	130 °C durante 30 minutos
Relación de baño	1/40
pH	Sin modificar, 3, 5

Tabla 3. Datos proceso en cerrado curry

4.2.2. Tintura con zanahoria

Al igual que con el curry, la zanahoria no precisaba de método de extracción. También se realizó un proceso en abierto sin sulfato sódico (tabla 4), otro con sulfato sódico (tabla 5) y un proceso de tintura en cerrado (tabla 6).

Zanahoria	5% spf
Peso tejido	10 gr
Temperatura	95 °C durante 1 hora
Relación de baño	1/40
pH	Sin modificar, 3, 5, 7, 9, 11, 14

Tabla 4. Datos proceso en abierto zanahoria

Zanahoria	5% spf
Peso tejido	10 gr
Temperatura	95 °C durante 1 hora
Relación de baño	1/40
Sulfato sódico	4 gr
pH	Sin modificar, 3, 5, 7, 9, 11, 14

Tabla 5. Datos proceso en abierto con sulfato sódico zanahoria

Zanahoria	5% spf
Peso tejido	4 gr
Temperatura	130 °C durante 1 hora
Relación de baño	1/40
pH	Sin modificar, 3, 5

Tabla 6. Datos proceso en cerrado zanahoria

4.2.3. Tintura con té blanco

Para el té blanco, también fue necesario un proceso de extracción. En este caso, se utilizaron 10 g/L de té blanco junto a un litro de etanol. Se dejó macerar durante unas horas y el resultado obtenido fue el siguiente.

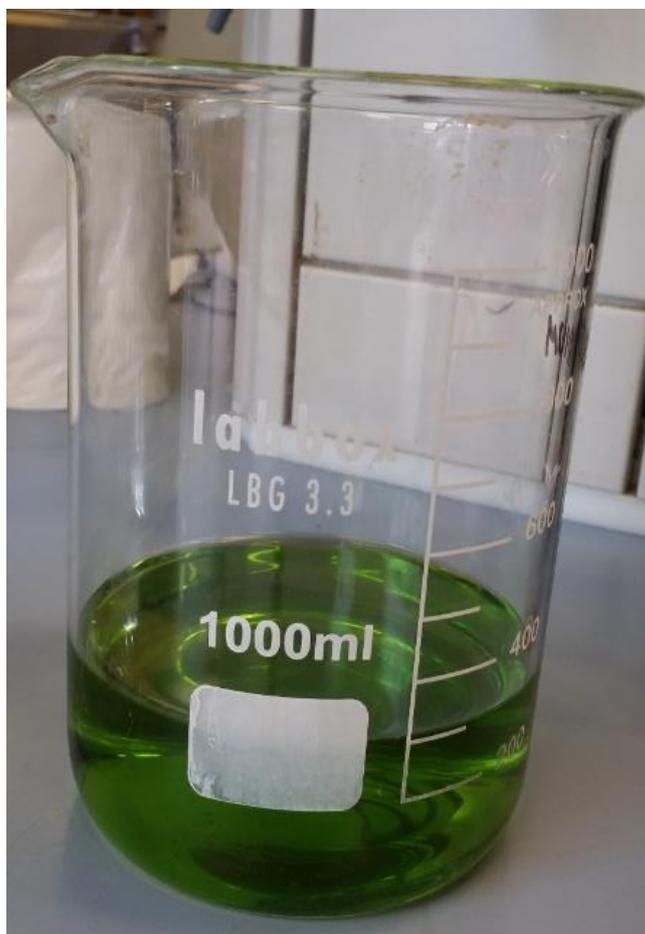


Imagen 8. Obtención de la extracción del té blanco

Al igual que con el resto de colorantes, la formulación para los diferentes procesos de tintura, fueron los siguientes.

Peso tejido	10 gr
Temperatura	95 °C durante 1 hora
Relación de baño	1/40 200 ml extracto té blanco + 200 ml H ₂ O
pH	Sin modificar, 3, 5, 7, 9, 11, 14

Tabla 7. Datos proceso en abierto té blanco

Peso tejido	10 gr
Temperatura	95 °C durante 1 hora
Relación de baño	1/40 200 ml extracto té blanco + 200 ml H ₂ O
Sulfato sódico	4 gr
pH	Sin modificar, 3, 5, 7, 9, 11

Tabla 8. Datos proceso en abierto con sulfato sódico té blanco

Peso tejido	4 gr
Temperatura	130 °C durante 30 minutos
Relación de baño	1/40 75 ml extracto té blanco + 75 ml H ₂ O
pH	Sin modificar, 3, 5

Tabla 9. Datos proceso en cerrado con té blanco

A continuación, se detallan cada una de las muestras obtenidas y referenciadas según la tintura realizada.

Muestra	Colorante	pH	Temperatura	Adición Na ₂ SO ₄
Curry_6_95	Curry	6 (Sin modificar)	95	No
Curry_3_95	Curry	3	95	No
Curry_5_95	Curry	5	95	No
Curry_7_95	Curry	7	95	No
Curry_9_95	Curry	9	95	No
Curry_11_95	Curry	11	95	No
Curry_14_95	Curry	14	95	No
Curry_6_95_sal	Curry	6 (Sin modificar)	95	Sí
Curry_3_95_sal	Curry	3	95	Sí
Curry_5_95_sal	Curry	5	95	Sí
Curry_7_95_sal	Curry	7	95	Sí
Curry_9_95_sal	Curry	9	95	Sí
Curry_11_95_sal	Curry	11	95	Sí
Curry_14_95_sal	Curry	14	95	Sí
Curry_6_130	Curry	6 (Sin modificar)	130	No
Curry_3_130	Curry	3	130	No
Curry_5_130	Curry	5	130	No
Zanahoria_6_95	Zanahoria	6 (Sin modificar)	95	No
Zanahoria_3_95	Zanahoria	3	95	No
Zanahoria_5_95	Zanahoria	5	95	No
Zanahoria_7_95	Zanahoria	7	95	No
Zanahoria_9_95	Zanahoria	9	95	No
Zanahoria_11_95	Zanahoria	11	95	No
Zanahoria_14_95	Zanahoria	14	95	No
Zanahoria_6_95_sal	Zanahoria	6 (Sin modificar)	95	Sí
Zanahoria_3_95_sal	Zanahoria	3	95	Sí
Zanahoria_5_95_sal	Zanahoria	5	95	Sí
Zanahoria_7_95_sal	Zanahoria	7	95	Sí
Zanahoria_9_95_sal	Zanahoria	9	95	Sí
Zanahoria_11_95_sal	Zanahoria	11	95	Sí
Zanahoria_14_95_sal	Zanahoria	14	95	Sí
Zanahoria_6_130	Zanahoria	6 (Sin modificar)	130	No
Zanahoria_3_130	Zanahoria	3	130	No
Zanahoria_5_130	Zanahoria	5	130	No
Blanco_6_95	Té Blanco	6 (Sin modificar)	95	No
Blanco_3_95	Té Blanco	3	95	No
Blanco_5_95	Té Blanco	5	95	No
Blanco_7_95	Té Blanco	7	95	No
Blanco_9_95	Té Blanco	9	95	No
Blanco_11_95	Té Blanco	11	95	No
Blanco_14_95	Té Blanco	14	95	No
Blanco_6_95_sal	Té Blanco	6 (Sin modificar)	95	Sí
Blanco_3_95_sal	Té Blanco	3	95	Sí
Blanco_5_95_sal	Té Blanco	5	95	Sí
Blanco_7_95_sal	Té Blanco	7	95	Sí
Blanco_9_95_sal	Té Blanco	9	95	Sí
Blanco_11_95_sal	Té Blanco	11	95	Sí
Blanco_6_130	Té Blanco	6 (Sin modificar)	130	No
Blanco_3_130	Té Blanco	3	130	No
Blanco_5_130	Té Blanco	5	130	No

Tabla 10. Referencia muestras

Medida del color

Para la medida del color, se precisaron las coordenadas cromáticas (L^* , a^* , b^*) del espacio de color CIELAB de las muestras tintadas con el espectrofotómetro de reflectancia MINOLTA S.A modelo CM-3600d con el observador estándar 10° y el iluminante D65. Se representó el valor K/S en el espectro de la región visible (400-700 nm) calculado basado en la ecuación Kubelka-Munk:

$$K/S = (1-R)^2/2R$$

Donde K es el coeficiente de absorción, R es la reflectancia que representa la muestra tintada y S es el coeficiente de difusión. Por otro lado, la diferencia de color de las muestras tintadas respecto la muestra sin tinter fue obtenida de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Diferencia de color } (\Delta E) = ((\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2)^{1/2}$$

Donde $\Delta L = L^*$ sin tinter - L^* tintada; $\Delta a^* = a^*$ sin tinter - a^* tintada; $\Delta b^* = b^*$ sin tinter - b^* tintada. " L^* " describe la luminosidad, " a^* " medida de matices rojo-verde, " b^* " medida de matices azul-amarillo.

Determinación del factor de protección ultravioleta (UPF)

Para la determinación del UPF se sigue el método descrito por Campos J. Et al. [20] donde se utiliza una lámpara UV, un detector digital de radiación UV y una caja opaca. Esta lámpara UV irradia a 312 y 365 nm, las cuales corresponden a las radiaciones UVB y UVA respectivamente. El detector de rayos ultravioleta se encuentra perpendicular a la lámpara y el tejido se deposita encima de éste. El sistema de medición, tanto la lámpara como el detector y el tejido a ensayar están aislados por una caja opaca con el fin de evitar interferencias de la luz externa. El valor UPF se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$UPF = \frac{E(312) \cdot \mathcal{E}(312) \cdot \Delta(\lambda) + E(365) \cdot \mathcal{E}(365) \cdot \Delta(\lambda)}{E(312) \cdot \mathcal{E}(312) \cdot T(312) \cdot \Delta(\lambda) + E(365) \cdot \mathcal{E}(365) \cdot T(365) \cdot \Delta(\lambda)}$$

donde λ es la longitud de onda, como se ha comentado en el párrafo anterior y como se indica en la fórmula, el cálculo del factor UPF se realiza sobre los resultados al irradiar la muestra a 312 y 365. $E(\lambda)$ es la irradiancia solar emitida, $\mathcal{E}(\lambda)$ representa el espectro de acción eritema y $T(\lambda)$ es la transmitancia espectral.

5. Resultados

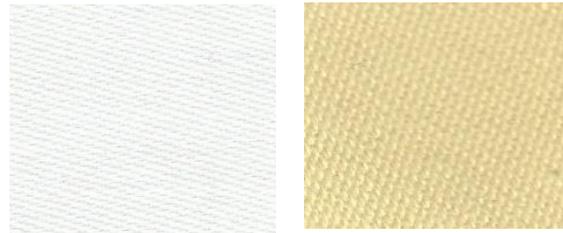
Las muestras sometidas a los diferentes procesos de tincura presentan a simple vista diferencias con lo que respecta a la intensidad del color dependiendo de cada proceso. Para asegurar que la afirmación es cierta, se han analizado en el espectrofotómetro. Además, se ha determinado el valor de protección UV obteniendo el factor UPF de cada una de las muestras resultantes. A continuación, se detallan los resultados obtenidos.

5.1. Tincura y medición de color

5.1.1. Curry

Tras realizar la tincura del algodón con el curry, se extrajo una conclusión principal, y es que con pH alcalino el tejido no cambia de color, por lo que las muestras de pH 7, 9, 11 y 14 son descartadas. Observando que el baño de tincura pierde el color en el tras modificar el pH alcalino.





Muestra sin teñir

Curry_6_95_sal



Curry_3_95_sal



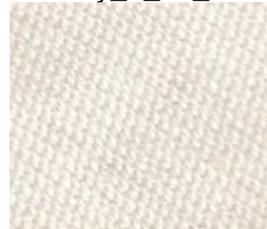
Curry_5_95_sal



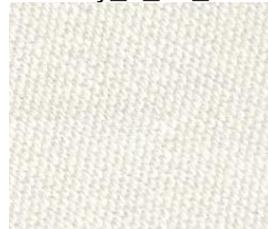
Curry_7_95_sal



Curry_9_95_sal



Curry_11_95_sal



Curry_14_95_sal

Imagen 10. Muestras tintadas en abierto con sulfato sódico



Muestra sin teñir

Curry_6_130



Curry_3_130



Curry_5_130

Imagen 11. Muestras tintadas en cerrado

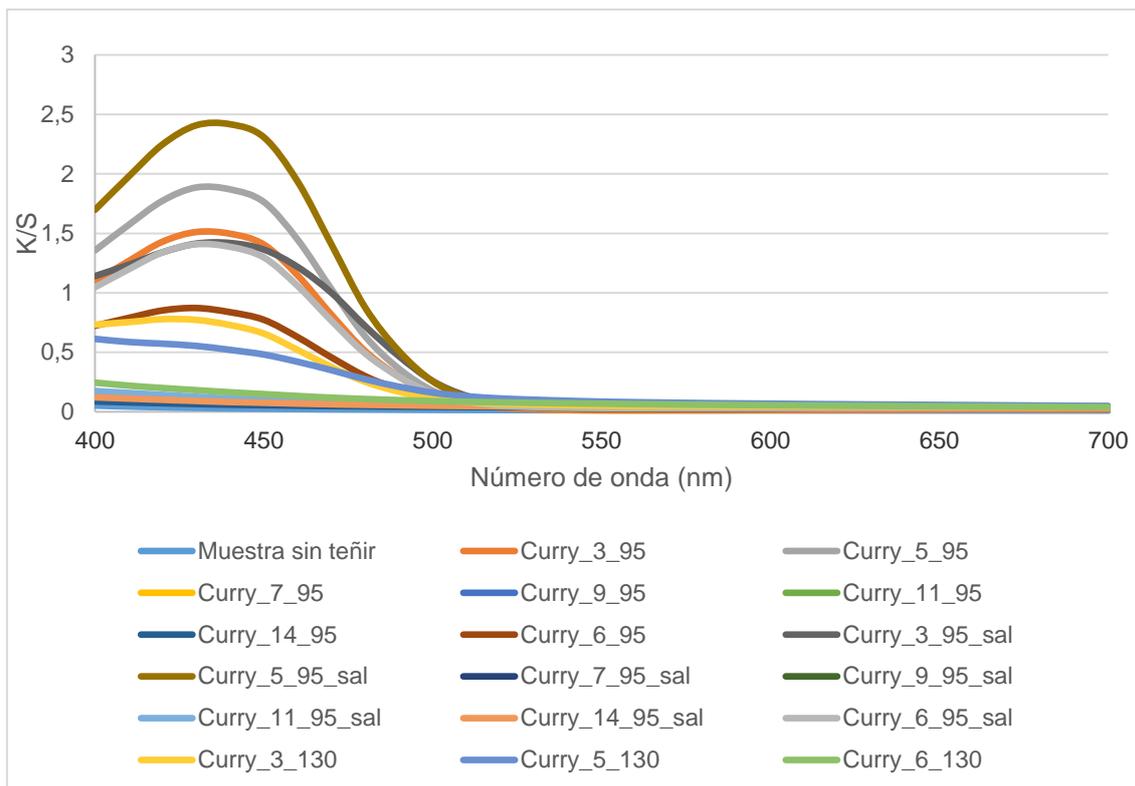
A simple vista se observa que al realizar la tintura a 95°C y añadir sulfato sódico modificando el pH ácido, se obtiene mayor intensidad de color amarillo propio del curry. Este hecho se corrobora al realizar las mediciones de color con el espectrofotómetro de reflexión. En la tabla 11 se muestran los valores de cada una de las coordenadas cromáticas del espacio de color CIELAB (L^* , a^* , b^*) y la diferencia de color obtenida de las muestras tintadas respecto la muestra sin tinar.

	L^*	a^*	b^*	DE^*ab
Muestra sin teñir	93,798	-0,491	3,867	
Curry_6_95	87,257	-7,642	36,582	34,121
Curry_3_95	90,217	-7,763	54,132	50,915
Curry_5_95	87,710	-9,336	55,138	52,384
Curry_7_95	88,631	-0,981	7,189	6,163
Curry_9_95	89,481	-0,826	5,738	4,717
Curry_11_95	89,252	-0,245	5,064	4,708
Curry_14_95	90,062	-0,329	3,768	3,741
Curry_6_95_sal	87,380	-8,010	47,875	46,890
Curry_3_95_sal	87,134	-4,920	50,775	49,381
Curry_5_95_sal	87,132	-7,442	60,950	59,746
Curry_7_95_sal	89,381	-0,491	5,497	3,978
Curry_9_95_sal	89,466	-0,722	6,185	4,624
Curry_11_95_sal	88,414	-0,318	7,398	6,093
Curry_14_95_sal	89,503	-0,036	5,950	4,384
Curry_6_130	86,45	-0,1323	9,1154	8,5637
Curry_3_130	86,3883	-6,2417	32,0028	31,172
Curry_5_130	83,9474	-2,1193	23,6672	23,0572

Tabla 11. Resultados medición de color curry

El tejido tintado con curry que mayor diferencia de color presenta es la muestra "Curry_5_95_sal", tejido tintada a 95°C con pH del baño de tintura modificado a pH 5, mostrando además el valor más alto del parámetro colorimétrico b^* , indicando éste el color amarillo.

En la siguiente figura se muestra la representación gráfica del espectro de K/S de 400 a 700 nm, la cual indica la intensidad de color de cada uno de los tejidos.



Gráfica 2. Representación del espectro K/S de las muestras tintadas con extracto de curry

La comparación de intensidad de color se estudia en el máximo encontrado en el espectro de K/S a 440 nm.

Cómo se puede apreciar en el gráfico, aquella muestra que ha adquirido un color mayor diferenciándose de la muestra de partida, que es el Blanco, es la tintura mediante proceso abierto utilizando sulfato sódico como producto auxiliar durante el proceso de tintura y con pH igual a 5. Por otro lado, aquella muestra que menos ha absorbido el colorante ha sido la que presentaba un baño con pH 14.

5.1.2. Zanahoria

Con lo que respecta al uso de la zanahoria en las tinturas, se observó que la muestra tintada en proceso abierto y sin modificar el pH cuando es extraída presenta un color azulado que va oxidándose poco a poco hasta que es secada. Por otro lado, al igual que ocurría con el curry, las muestras tintadas en pH alcalino no presentaron la suficiente afinidad con el colorante y no lo absorbieron correctamente, quedando éstas prácticamente blancas.



Imagen 12. Muestras tintadas en abierto



Muestra sin teñir



Zanahoria_6_95_sal



Zanahoria_3_95_sal



Zanahoria_5_95_sal



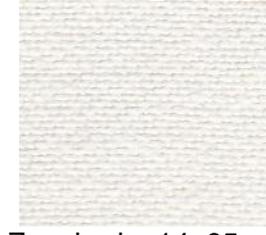
Zanahoria_7_95_sal



Zanahoria_9_95_sal



Zanahoria_11_95_sal



Zanahoria_14_95_sal

Imagen 13. Muestras tintadas en abierto con sulfato sódico



Muestra sin teñir



Zanahoria_6_130



Zanahoria_3_130



Zanahoria_5_130

Imagen 14. Muestras tintadas en cerrado

A simple vista se observa que las muestras tintadas con zanahoria obtienen mayor color rosado al realizar la tintura en abierto a 95°C sin la utilización de sal. Al realizar la tintura a 130°C, las muestras muestran un color rosado, pero con un tono más oscurecido, no tan vivo como el rosado obtenido al tinter a 95°C.

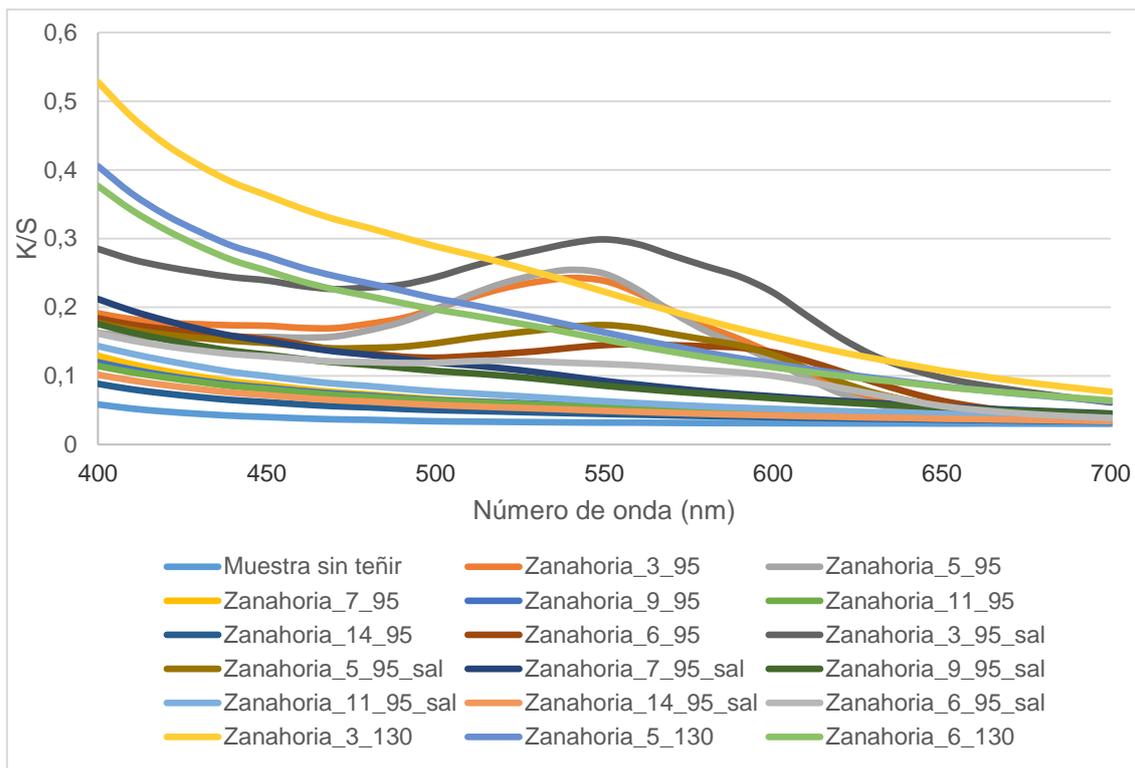
Para verificar y medir numéricamente el color obtenido de cada una de las tinturas siguiendo distintos procesos y formulaciones, se analizan las muestras con el espectrofotómetro de reflexión. En la tabla 12, se muestran los parámetros colorimétricos L*, a*, b* de cada una de las muestras y la diferencia de color calculada respecto la muestra sin tinter.

	L*	a*	b*	DE*ab
Muestra sin teñir	90,578	-0,350	1,760	
Zanahoria_6_95	81,841	1,111	1,734	8,858
Zanahoria_3_95	79,177	8,520	-0,565	14,630
Zanahoria_5_95	79,286	10,082	-1,789	15,777
Zanahoria_7_95	87,890	0,426	4,819	4,145
Zanahoria_9_95	87,863	0,554	4,256	3,796
Zanahoria_11_95	87,959	0,492	4,106	3,616
Zanahoria_14_95	89,0134	0,142	3,051	2,087
Zanahoria_6_95_sal	83,316	2,257	2,055	7,672
Zanahoria_3_95_sal	76,150	5,339	-0,560	15,641
Zanahoria_5_95_sal	81,036	4,255	0,156	10,676
Zanahoria_7_95_sal	84,621	1,974	6,486	7,890
Zanahoria_9_95_sal	85,160	1,721	5,405	6,789
Zanahoria_11_95_sal	87,057	0,745	5,097	4,911
Zanahoria_14_95_sal	88,488	0,411	3,736	2,913
Zanahoria_6_130	90,466	-0,296	1,688	0,954
Zanahoria_3_130	77,552	3,895	9,479	15,654
Zanahoria_5_130	80,285	2,979	8,831	12,861

Tabla 12. Resultados medición de color zanahoria

Al utilizar como colorante el extracto de zanahoria, las diferencias de color no son tan altas como las obtenidas con las muestras tintadas con curry, obteniendo los valores más altos las muestras “zanahoria_5_95”, “zanahoria_3_95_sal” y “zanahoria_3_130”, resaltando que son las muestras tintadas con pH ácido las que mejores resultados obtiene. En cuanto las coordenadas cromáticas obtenidas, destaca el valor del parámetro a*, el cual indica el tono rojizo, de la muestra tintada con extracto de zanahoria con pH 5 a 95°C.

En la gráfica que se presenta a continuación, se aprecia más correctamente la intensidad de color entre unas muestras y otras.



Gráfica 3. Representación del espectro K/S de las muestras tintadas con extracto de zanahoria

Con objeto de comparar la intensidad de color de las muestras tintadas con distintas formulaciones, se comparan los máximos encontrados en el espectro, apreciándose concretamente dos picos, K/S a 550 nm y K/S a 400 nm, según el tono conseguido en la muestra tintada. Siendo los valores de K/S a 400 nm los valores más altos, presentado la muestra tintada con extracto de zanahoria a 130°C y pH 3 la muestra con mayor fuerza de color resultante, seguido de las muestras tintadas en cerrado a pH 3 y sin modificar el pH del baño.

Tal y como se ha comentado en el párrafo anterior se observa un máximo a 550 nm, en el que se encuentran las muestras con un tono más rosado, siendo las tinturas a 95°C con sulfato sódico y modificando el pH del baño de tintura a 3, seguido de las muestras realizadas a 95°C a pH ácidos de 3 y 5, pero sin el uso de sal durante el proceso de tintura.

5.1.3. Té Blanco

Como se puede apreciar en las imágenes siguientes, el colorante de té blanco ha sido el que peor solución ha aportado, ya que la tonalidad con respecto al blanco original no ha evolucionado suficiente. Donde mejor resultado se ha obtenido es con el uso del sulfato sódico y en el proceso en cerrado.



Imagen 15. Muestras tintadas en abierto



Imagen 16. Muestras tintadas en abierto con sulfato sódico

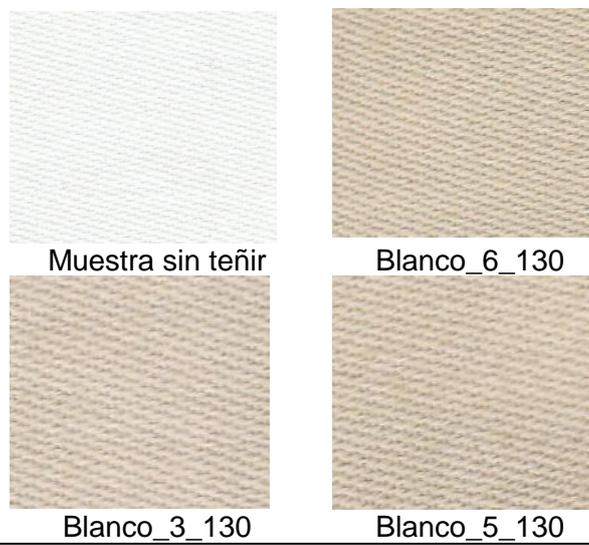


Imagen 17. Muestras tintadas en cerrado

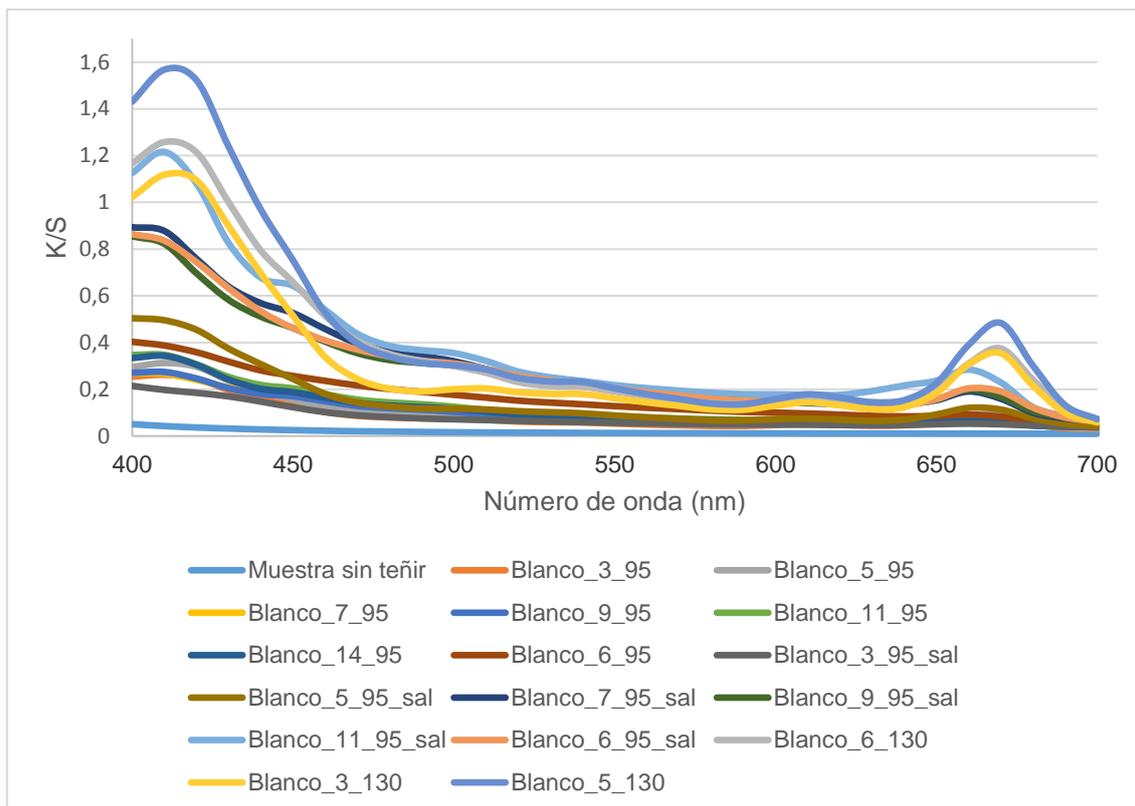
Al igual que en las muestras anteriores, y con tal de valorar los colores obtenidos en cada uno de los tejidos de algodón tintados con extracto de té blanco, se muestra en la tabla 13 los valores de cada uno de los parámetros colorimétricos L*, a*, b* y la diferencia de color obtenida de cada una de las tinturas realizadas respecto la muestra sin tinar.

	L*	a*	b*	DE*ab
Muestra sin teñir	93,793	-0,455	3,755	
Blanco_6_95	81,958	0,930	10,618	13,751
Blanco_3_95	87,729	-1,829	9,798	8,670
Blanco_5_95	86,911	-2,147	10,854	10,031
Blanco_7_95	85,675	-0,307	10,315	10,438
Blanco_9_95	85,966	-0,852	10,074	10,067
Blanco_11_95	84,900	-0,707	11,297	11,663
Blanco_14_95	85,319	-0,895	10,851	11,061
Blanco_6_95_sal	77,774	1,435	15,134	19,435
Blanco_3_95_sal	87,477	-1,164	97,930	8,468
Blanco_5_95_sal	84,658	-2,058	98,671	14,362
Blanco_7_95_sal	77,825	1,126	86,158	20,639
Blanco_9_95_sal	77,904	1,041	85,932	18,946
Blanco_11_95_sal	76,486	-1,271	93,957	22,718
Blanco_6_130	78,083	-2,4226	21,6487	24,8977
Blanco_3_130	80,1033	-3,7429	18,8079	21,621
Blanco_5_130	77,6306	-2,9618	23,0674	26,3947

Tabla 13. Resultados medición de color curry

En este caso son las muestras tintadas en cerrado las que mayor diferencia de color presentan respecto la muestra sin tinar, mostrando valores más altos del parámetro colorimétrico + b*, indicando un tono azulado siendo los valores más altos los de las muestras tintadas a 130°C con pH 5 y pH 6 (sin modificar).

Para afirmar la variación que ha sufrido el tejido tras la tintura, se adjunta la gráfica del espectro de K/S de 400 a 700 nm, donde se comparan unas muestras con otras.



Gráfica 4. Representación del espectro K/S de las muestras tintadas con extracto de té blanco

Cómo se puede observar en la gráfica, con número de onda entre 400 y 500 hay variabilidad en las diferentes curvas, pero conforme aumenta van siendo más iguales, menos evolutivas. Al igual que ha sucedido en los anteriores resultados de los diferentes colorantes, con el té blanco también se aprecia que existen unas muestras que al principio se diferencian del resto, y son las obtenidas mediante proceso en cerrado.

Con el fin de comparar la fuerza de color de las muestras, se comparan los resultados obtenidos de K/S a 410 nm, dado que es el máximo encontrado en todo el espectro. Observando que la muestra obtenida mediante proceso en cerrado a 130°C y con un baño de tinción con pH 5, es la muestra que presenta la mayor fuerza de color.

5.2. Valoración UPF

Tras el proceso de tintura y la evaluación del color de las diferentes muestras, éstas se sometieron a la determinación del porcentaje de protección frente a los rayos UV. El valor de la constante en este método fue de 0,0087, y los resultados obtenidos con los diferentes colorantes, se presentan a continuación mediante tablas.

CURRY			
Referencia muestra	UVA	UVB	UPF
Curry_7_130	0,012	0,030	5,971
Curry_5_130	0,004	0,007	26,660
Curry_3_130	0,002	0,010	18,407
Curry_14_95	0,030	0,087	2,062
Curry_11_95	0,022	0,105	1,719
Curry_9_95	0,037	0,090	1,9977
Curry_7_95	0,027	0,064	2,797
Curry_5_95	0,005	0,020	9,248
Curry_3_95	0,005	0,012	15,140
Curry_14_95_sal	0,031	0,079	2,278
Curry_11_95_sal	0,039	0,058	3,094
Curry_9_95_sal	0,037	0,068	2,665
Curry_7_95_sal	0,028	0,069	2,618
Curry_5_95_sal	0,014	0,007	24,035
Curry_3_95_sal	0,005	0,006	32,615

Tabla 14. UPF Curry

Según los resultados de la tabla 13, se observa que es el tejido tintado a 95°C con la adición de sulfato sódico es que mejor protección UV aporta al tejido, seguido del tejido tintado en cerrado con el baño de tintura modificado a pH 5.

A continuación, se muestra la protección UV de las muestras tintadas con extracto de zanahoria según el proceso de tintura realizado:

ZANAHORIA			
Referencia muestra	UVA	UVB	UPF
Zanahoria_7_130	0,019	0,011	16,963
Zanahoria_5_130	0,015	0,004	39,926
Zanahoria_3_130	0,009	0,002	76,162
Zanahoria_14_95	0,138	0,076	2,355
Zanahoria_11_95	0,103	0,056	3,156
Zanahoria_9_95	0,101	0,044	4,057
Zanahoria_7_95	0,128	0,041	4,255
Zanahoria_5_95	0,034	0,011	16,160
Zanahoria_3_95	0,035	0,012	14,236
Zanahoria_14_95_sal	0,126	0,063	2,808
Zanahoria_11_95_sal	0,093	0,056	3,195
Zanahoria_9_95_sal	0,056	0,039	4,626
Zanahoria_7_95_sal	0,066	0,035	5,069
Zanahoria_5_95_sal	0,060	0,022	8,140
Zanahoria_3_95_sal	0,038	0,018	10,144

Tabla 15. UPF Zanahoria

En el caso de las tinturas realizadas empleando el extracto de zanahoria como colorante natural, es el tejido tintado a 130°C en cerrado con un pH ácido de 3. Cabe recalcar que los valores de UPF de los tejidos superiores a 50, se consideran valores excelentes, pudiendo lograr por lo tanto con este proceso de tintura una protección UV excelente.

Cuando se realiza la tintura también en cerrado a 130°C pero con un pH de 5, se consigue un valor UPF de alrededor de 40, considerándose una protección UV muy buena.

TÉ BLANCO			
Referencia muestra	UVA	UVB	UPF
Blanco_7_130	0,016	0,011	15,950
Blanco_5_130	0,016	0,009	20,238
Blanco_3_130	0,016	0,008	21,428
Blanco_14_95	0,083	0,039	4,600
Blanco_11_95	0,084	0,033	5,347
Blanco_9_95	0,085	0,045	3,998
Blanco_7_95	0,092	0,042	4,216
Blanco_5_95	0,085	0,022	7,819
Blanco_3_95	0,081	0,022	7,970
Blanco_14_95_sal	-	-	-
Blanco_11_95_sal	0,011	0,005	39,364
Blanco_9_95_sal	0,003	0,001	248,932
Blanco_7_95_sal	0,002	0,000	11917,118
Blanco_5_95_sal	0,015	0,001	218,504
Blanco_3_95_sal	0,018	0,002	73,550

Tabla 16. UPF Té Blanco

En el caso de utilizar el té blanco como colorante natural para la tintura del tejido de algodón, resaltan los valores obtenidos, siendo valores extremadamente superiores a los valores obtenidos con los colorantes de curry y zanahoria, aunque estos valores de UPF realmente altos se consiguen al emplear sulfato sódico en el baño de tintura. Siendo las muestras de pH modificado a 9, 7 y 5 las muestras que mayor UPF aportan al tejido, obteniendo todos ellos valores excelentes, resaltando el valor de la muestra tintada con té blanco a pH 7 a 95°C con la adición de sal que obtiene un UPF de 11.917 realmente excelente.

6. Conclusiones

Tras haber analizado todos los resultados obtenidos a través de la investigación que se ha plasmado al inicio del trabajo, ver cómo actúa el tejido de algodón 100% frente a diferentes tipos de colorantes naturales, curry, zanahoria, té rojo y té blanco.

Los colorantes naturales, presentan una gran cantidad de ventajas frente a los colorantes sintéticos, pero a su vez son muchos los problemas que se tiene con su uso, por ello, una cantidad elevada de investigadores siguen estudiando cómo poder hacer uso de este tipo de colorantes.

Por una parte, son adecuados debido a que su coste de extracción es asequible ya que para colorantes sintéticos se utilizan una gran cantidad de productos que supone un gran coste del proceso de tintura. Por otro lado, debido a que proceden de fuentes renovables, se consigue dañar mucho menos al medio ambiente al no ser necesario el uso de ningún producto químico tóxico.

El problema principal del uso de pigmentos naturales es la poca efectividad. En muchas ocasiones, no se consigue obtener la tintura deseada debido a que las fibras no han absorbido de forma correcta el baño de tintura y es un resultado que se observa cuando se mide con el espectrofotómetro las coordenadas que dan el valor del color, donde mediante una gráfica se observa que la gran mayoría de las curvas de las muestras presentan valores muy similares a la curva de aquella muestra original, es decir, aquella que no ha sido sometida a ningún proceso de tintura.

Aun así, aunque no se obtengan buenos resultados con lo que respecta a la tintura y la medición del color, se observa mediante el método del cálculo del UPF que las muestras tintadas con los colorantes naturales presentan una elevada protección contra los rayos ultravioletas proporcionando la posibilidad de utilizar tejidos con estos colorantes para la fabricación de prendas destinadas a resguardar de los UV.

También se puede observar que si se realiza el proceso en abierto utilizando un producto auxiliar, como es el sulfato sódico presenta mejores resultados que si no se utiliza, añadiendo a las diferentes muestras, una elevada tonalidad de color. Por otro lado, también queda demostrado que los procesos de tintura en cerrado dan mejor resultado que el proceso de tintura en abierto.

Finalmente, aportar que ojalá pronto se encuentre una solución correcta en la que se puedan utilizar más los colorantes naturales que los sintéticos con el fin, de que todos, cada uno con su granito de arena, contribuya a luchar por el cuidado del medio ambiente.

7. Publicaciones

Tras realizar dicha investigación, parte de ella ha podido ser expuesta en el Congreso Internacional Innovative Solutions for Sustainable Development of Textiles and Leather Industry que tuvo lugar en la Universidad de Oradea (Rumania) en Mayo de 2017, con el título *Optimization of dyeing parameters to dye cotton with carrot extraction*.



**ANNALS
OF THE
UNIVERSITY OF ORADEA**

FASCICLE OF TEXTILES, LEATHERWORK

VOLUME XVIII, 2017



No. 2

ISSN 1843 – 813X



ANNALS OF THE UNIVERSITY OF ORADEA

FASCICLE OF TEXTILES, LEATHERWORK

VOLUME XVIII, 2017



No. 2

**This volume includes papers presented at International Scientific Conference
"Innovative solutions for sustainable development of textiles and leather industry",
26th-27th of May 2017, Oradea, Romania**

EDITOR IN CHIEF
Indrie Liliana, University of Oradea, Romania

BOARD OF EDITORS
Sabina GHERGHEL- University of Oradea, Romania
Simona TRIPA- University of Oradea, Romania

SCIENTIFIC REFEREES

Feliu Marsal AMENOS - SPAIN	Zlatina KAZLACHEVA- BULGARY
Ionel BARBU - ROMANIA	Reyhan KESKİN - TURKEY
Nuno BELINO - PORTUGAL	Vladimir MĂRĂSCU KLEIN - ROMANIA
Maria Angeles BONET - SPAIN	Mehmet Mete MUTLU - TURKEY
Lăcrămioara Demetra BORDEIANU - ROMANIA	Ioan NEAGU - ROMANIA
Raluca BRAD - ROMANIA	Roberto PAIANO - ITALY
Serge CARRIER - CANADA	Daniel PALET - SPAIN
Paolo CHIABERT - ITALY	Anca PURCĂREA - ROMANIA
Viorica DESELCU - ROMANIA	Jaume ROSELL PEREA - SPAIN
Oscar FIGUEROLA - SPAIN	Daniel ROIG BARDINA - SPAIN
Pablo DIAZ GARCIA - SPAIN	Rita SALVADO - PORTUGAL
Carmen GHIȚULEASA - ROMANIA	Emilia VISILEANU - ROMANIA
Cornelia IONESCU- LUCA - ROMANIA	Sayeed SADULLA - INDIA
Alina IOVAN-DRAGOMIR- ROMANIA	Miguel SOLER - SPAIN
Süleyman YALDIZ- TURKEY	Snežana UROŠEVIĆ - SERBIA
Muge YUKSELOGLU - TURKEY	Gökhan ZENGİN - TURKEY

Contact and Editors' Address:
Liliana INDRIE,
UNIVERSITATEA DIN ORADEA,
FACULTATEA DE INGINERIE ENERGETICĂ ȘI MANAGEMENT INDUSTRIAL
DEPARTAMENTUL: TEXTILE- PIELĂRIE ȘI MANAGEMENT INDUSTRIAL
Str. B.St.Delavrancea nr. 4,
Oradea, 410058, Romania,
Tel.: 00-40-259-408448
E-mail : lindrie@uoradea.ro

Published by
Editura Universității din Oradea
Universitatea din Oradea, Str. Universității Nr. 1, 410087, Oradea, Bihor, Romania
P- ISSN 1843 – 813X
E - ISSN 2457-4880
CD- ISSN 2068 – 1070

Indexed in:
Index Copernicus
EBSCO-Textile Technology Complete
Ulrich's Update - Periodicals Directory
Directory of Open Access Journals (DOAJ)
Directory of Research Journals Indexing (DRJI)
InnoSpace - SJIF Scientific Journal Impact Factor
International Impact Factor Services
SCPIO

CNCSIS ACCREDITATION since 2007 "Clasa B"



**ANNALS OF THE UNIVERSITY OF ORADEA
FASCICLE OF TEXTILES, LEATHERWORK**

CONTENTS

No	Paper title	Authors	Institution	Page
1	MULTIVARIATE ANALYSIS OF THE PHYSICO MECHANICAL PARAMETERS VARIATION FOR HYDROPHOBIC TEXTILE	AILENI Raluca Maria¹, CHIRIAC Laura², DINCA Laurentiu³, RADULESCU Razvan⁴, SURDU Lilioara⁵	^{1, 2, 3, 4, 5} National Research & Development Institute for Textiles and Leather, Department of Advanced Material Investigation, 030508, Bucharest, Romania	11
2	EFFECTS OF ULTRASONIC WASHING ON COTTON TEXTILES	CANOGLU Suat¹, YUKSELOGLU S.Muge²	¹ Marmara University, Faculty of Technology, Department of Textile Engineering, Goztepe, 34722 Istanbul, Turkey ² Marmara University, Faculty of Technology, Department of Textile Engineering, Goztepe, 34722 Istanbul, Turkey	17
3	EMISSION REDUCTION OF COLORED WASTE WATER AFTER CONTACT WITH A NATURAL SORBENT WITH A SPECIAL FOCUS ON THE THERMODYNAMICS OF ADSORPTION	DJORDJEVIC Dragan¹, UROSEVIC Snezana², DJORDJEVIC Suzana³	¹ University of Nis, School of Technology, Textile Department, Bulevar oslobodjenja 124, 16000 Leskovac, Serbia ² University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, 19210 Bor, Serbia, ³ Higher Vocational School for Textile, Textile Department, Vilema Pusmana 17, 16000 Leskovac, Serbia	23
4	STUDY ON THE BIOSOURING TREATMENT OF 50 % OF HEMP + 50 % OF COTTON FABRICS	PUSTIANU Monica^{1,2}, DOCHIA Mihaela¹, GAVRILAŞ Simona^{1,3}, TOMESCU Daniel¹, COPOLOVICI Dana Maria³	¹ "Aurel Vlaicu" University of Arad, Research Development Innovation in Technical and Natural Science Institute, Postal address, 310330, 2-4 Elena Dragoi Street, Arad, Romania, ² "Aurel Vlaicu" University of Arad, Faculty of Engineering, Department of Automation, Industrial, Textile and Transportation Engineering,	29



**ANNALS OF THE UNIVERSITY OF ORADEA
FASCICLE OF TEXTILES, LEATHERWORK**

			Postal address, 310330, 2-4 Elena Dragoi Street, Arad, Romania 3 rd Aurel Vlaicu rd University of Arad, Faculty of Food Engineering, Department of Technical and Natural Sciences, Postal address, 310330, 2-4 Elena Dragoi Street, Arad, Romania	
5	METAL OXIDE DOPED ANTIBACTERIAL POLYMERIC COATED TEXTILE MATERIALS AND ASSESSEMENT OF ANTIBACTERIAL ACTIVITY WITH ELECTRON SPIN RESONANCE	GEDIK Gorkem¹, AKSIT Aysun¹, ENGIN Birol², PAKSU Ufuk²	¹ Dokuz Eylül University Textile Engineering Department, 35397, Buca-Izmir/Turkey ² Dokuz Eylül University Physics Department, 35390, Buca-Izmir/Turkey	35
6	VISCOSE BASED MAGNETIC YARNS – PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERIZATION	GROSU Marian C.^{1,2}, LUPU Iuliana G.³, CRAMARIUC Bogdan¹ and DINCĂ Laurențiu²	¹ IT Center for Science and Technology, Bucharest, Romania ² The National Research and Development Institute for Textiles-Leather, 16 th Lucrețiu Pătrășcanu Street, 030508, Bucharest, Romania ³ "Gheorghe Asachi" Technical University from Iasi, Faculty of Textile-Leather Engineering and Industrial Management, Dimitrie Mangeron no.27, 700050, Iasi, Romania	41
7	CREASING BEHAVIOR OF SOME WOVEN MATERIALS MADE FROM COMBED YARNS TYPE	HRISTIAN Liliana¹, BORDEIANU Demetra Lacramioara¹, OSTAFE Maria Magdalena¹ BÓHM-RÉVÉSZ Gabriela²	¹ "Gheorghe Asachi" Technical University of Iasi, Faculty of Textile, Leather & Industrial Management, Department of Engineering and Design of Textile Products, Blvd. Mangeron, No.28, Iasi, Romania ² University of Oradea, Faculty of Energy Engineering and Industrial Management, Department of Textiles-Leather and Industrial Management, B.St.Selavrancea Str. No. 4,	47



**ANNALS OF THE UNIVERSITY OF ORADEA
FASCICLE OF TEXTILES, LEATHERWORK**

			410058, Oradea, Romania	
8	IMPROVING KNITTED FABRICS BY A STATISTICAL CONTROL OF DIMENSIONAL CHANGES AFTER THE DYEING PROCESS	LLINARES-BERENGUER Jorge¹, DÍAZ-GARCÍA Pablo², MIRÓ-MARTÍNEZ Pau³	¹ Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Politécnica Superior de Alcoy, Dpto. Ingeniería Textil y papelera, Plaza Ferrandiz y Carbonell s/n, 03801 Alcoi, Spain ² Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Politécnica Superior de Alcoy, Dpto. Ingeniería Textil y papelera, Plaza Ferrandiz y Carbonell s/n, 03801 Alcoi, Spain, ³ Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Politécnica Superior de Alcoy, Dpto. Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad, Plaza Ferrandiz y Carbonell s/n, 03801 Alcoi, Spain	53
9	OPTIMIZATION OF DYEING PARAMETERS TO DYE COTTON WITH CARROT EXTRACTION	MIRALLES Verónica, BOU-BELDA Eva, BONET-ARACIL Marilés, DÍAZ-GARCÍA Pablo, MONTAVA Ignacio	Universitat Politècnica de Valencia, Textile and Paper Department, Ferrándiz y Carbonell s/n, 03801, Alcoy, Spain	59
10	ANALYSIS OF THE TENSILE STRENGTH OF 100% WOOL YARN FROM DIFFERENT CLIMATIC AREAS	OANA Dorina¹, OANA Ioan Pavel¹	¹ University of Oradea, Faculty of Energy Engineering and Industrial Management, Department of Textile -Leather and Industrial Management, B. Ștefănescu Delavrancea street, no. 4410058, Oradea, Romania	63
11	DETERMINING THE NEED FOR ZERO SERIES EXECUTION IN MANUFACTURING PROCESSES IN THE TEXTILE GARMENT INDUSTRY	OANA Ioan Pavel¹, OANA Dorina¹, SIMON Andreea Anca¹	¹ University of Oradea, Faculty of Energy Engineering and Industrial Management, Department of Textile -Leather and Industrial Management, B. Ștefănescu Delavrancea street, no. 4410058, Oradea, Romania	69



**ANNALS OF THE UNIVERSITY OF ORADEA
FASCICLE OF TEXTILES, LEATHERWORK**

12	OPTICAL WHITENING OF 50/50% PES/WOOL FABRICS	ÖNER Erhan¹, ATAK Onur², DURNA Melis³	^{1,2,3} Marmara University, Faculty of Technology, Department of Textile Engineering, Göztepe Campus, Kuyubaşı, 34722, Istanbul, Turkey	75
13	FUNCTIONALIZATION OF TEXTILE FABRICS WITH MICROENCAPSULATED VITAMIN E	POPESCU Alina¹, RASCOV Marian¹, CHIRILA Laura¹, STANCULESCU Ioana Rodica^{2,3}, MITRAN Elena Cornelia¹	¹ The National Research & Development Institute for Textile and Leather, Textile Chemistry and Environment Protection Research Department, 030508, Bucharest, Romania ² Horia Hulubei National Institute for Physics and Nuclear Engineering, Centre of Technological Irradiations IRASM Department, 077125, Magurele, Romania ³ University of Bucharest, Department of Physical Chemistry, 030018, Bucharest, Romania	81
14	SUITABLE MORDANTS FOR DYEING POSIDONIA OCEANICA FIBERS	ROMÁN Silvia, BOU- BELDA Eva, BONET-ARACIL Marilés, DÍAZ-GARCÍA Pablo, GISBERT-PAYÁ Jaime	Universitat Politècnica de Valencia, Textile and Paper Department, Ferrándiz y Carbonell s/n, 03801, Alcoy, Spain	87
15	EFFECT OF UV IRRADIATION ON THE DYEING OF COTTON FABRIC WITH REACTIVE BLUE 204	ROȘU Liliana¹, GAVAT Cristian- Cătălin², VARGANICI Cristian- Dragoș¹, ROȘU Dan¹	¹ Advanced Research Centre for Bionanoconjugates and Biopolymers “Petru Poni” Institute of Macromolecular Chemistry, Gr. Ghica Voda Alley 41A, 700487, Iasi, Romania, ² University of Medicine and Pharmacy “Gr. T. Popa” Iasi, 16 University Street, 700115 Iasi, Romania	91
16	THE RELATIONSHIP BETWEEN WORDS, TEXTS, CLOTHES AND TEXTILES	STURZA Amalia¹, ABRUDAN CACIORA Simona Veronica²,	¹ University of Oradea, Faculty of Civil Engineering, Cadastre and Architecture, Department of Cadastre and Architecture, B.St.Delavrancea str. No. 4, 410058, Oradea, ² University of Oradea,	95



**ANNALS OF THE UNIVERSITY OF ORADEA
FASCICLE OF TEXTILES, LEATHERWORK**

			Faculty of Electric Engineering and Information Technology, Department of Management and Engineering, Universitatii street no. 1, Oradea,	
17	MAINTENANCE PLANNING OF THE SEWING NEEDLES OF SIMPLE SEWING MACHINES	ȘUTEU Marius Darius¹, BABAN Calin Florin², BABAN Marius² TOTH (Kiss) Edit² PANCU Rareș Mihai²	¹ University of Oradea, Faculty of Energy Engineering and Industrial Management, Department Textiles, Leather and Industrial Management, 410058, Oradea, România, ² University of Oradea, Faculty of Managerial and Technological Engineering, Department Industrial Engineering, 410087, Oradea, România	99
18	THE BEHAVIOUR OF THE 2:2 RIB STRUCTURES MADE OF 100% COTTON YARNS, NM 40/1, AFTER KNITTING PROCESS	SZABO Monica, MULLER Valentin, BARBU Ionel, JITARU Laurențiu	Aurel Vlaicu University, Engineering Faculty, AHIT Department, Revolutiei, 77, 310130, Arad, Romania	103
19	THE PSYCHOLOGICAL IMPACT OF PERSONALISED TEPESTRY INSIDE PUBLIC MEANS OF CONVEYANCE ON PASSENGER – STUDY CASE	TEODOR-STANCIU Silviu¹, PRALEA Jeni²	¹ George Enescu” National University of Arts, Iași, Faculty of Visual Arts and Design, Design Department, 189 Sărărie Street, 700451 Iași, Romania, ² George Enescu” National University of Arts, Iași, Faculty of Visual Arts and Design, Design Department, 189 Sărărie Street, 700451 Iași, Romania	109
20	MILITARY TEXTILE MATERIALS FOR EXTREME WEATHER CONDITIONS	TSOUTSEOS Athanasios¹, PRINIOTAKIS Georgios²	¹ Hellenic Naval Forces, Naval Base of Salamis, Directorate DNX, 18900 Salamis, Greece, E-Mail: tsoutseos@outlook.com ² Piraeus University of Applied Sciences, Faculty of Applied Engineering, Department of Textile Engineering, Thivon 250, 12244 Egaleo, Greece, E-Mail: gprin@puas.gr	113



**ANNALS OF THE UNIVERSITY OF ORADEA
FASCICLE OF TEXTILES, LEATHERWORK**

21	TEXTILE IMPACT PLATES FOR NANOPARTICLES	VISILEANU Emilia¹, DUMITRESCU Iuliana¹, VARZARU Elena¹, MITRAN Cornelia¹, CHIRIAC Laura¹	¹ INCDTP, Str. L. Patrascanu 16, 030508, Bucharest, district 3, Romania	119
22	TEXTILE SURFACE MODIFICATION BY VAPOR DEPOSITION – (REVIEW)	YUCE Ismail¹, CANOGLU Suat², YUKSELOGLU Muge²	¹ Trakya University, Edirne Technical Vocational High School, Textile, Clothing, Footwear and Leather Section, 22020, Edirne, Turkey ² Marmara University, Faculty of Technology, Department of Textile Engineering, 34722, Istanbul, Turkey ² Marmara University, Faculty of Technology, Department of Textile Engineering, 34722, Istanbul, Turkey	123
23	POTENTIAL APPLICATION OF HORSE CHESTNUT (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.) EXTRACTS IN DOUBLE FACE PRODUCTION	ADIGUZEL ZENGİN Arife Candas¹, POURRASOUL SARDROUDI Nima¹, ZENGİN Gokhan¹, BITLİSLİ Behzat Oral¹	¹ Ege University, Engineering Faculty, Leather Engineering Department, 35100, Bornova Izmir, Turkey	129
24	INFLUENCE OF REACTION CONDITIONS ON THE ALKALINE HYDROLYSIS OF CHAMOIS LEATHER WASTE	BĂLĂU MÎNDRU Tudorel¹, BĂLĂU MÎNDRU Iulia¹, PRUNEANU Melinda¹	¹ “Gheorghe Asachi” Technical University of Iași, Romania, the Department of Chemical Engineering in Textile – Leather, Faculty of Textile Leather and Industrial Management, 53 Dimitrie Mangeron Avenue, postal code 700500, Iași, Romania	135
25	SUSTAINABLE PRODUCT DESIGN AND EXAMPLES OF LEATHER MATERIAL RECYCLING	GÜRLER KARAMAN Deniz , KILIÇ Eylem , GÜLLÜ Saliha	¹ Uşak University, Faculty of Fine Arts, Department of Textile and Leather Fashion Design, 64100 Uşak/Turkey ² Uşak University, Faculty of Engineering, Material Science and Nanotechnology Engineering Department, 64100 Uşak, Turkey ³ Uşak University, Ulubey Vocational Training School,	141



**ANNALS OF THE UNIVERSITY OF ORADEA
FASCICLE OF TEXTILES, LEATHERWORK**

			Department of Fashion Design, 64100 Usak, Turkey	
26	HEAVY METAL CONTENTS OF NATURAL AND ARTIFICIAL UPHOLSTERY LEATHERS	IŞIK Nuray Olcay¹, ASLAN Ahmet²	¹ Namik Kemal University, Çorlu Vocational School, Tekirdağ, Turkey ² Ege University, Department of Leather Engineering, İzmir, Turkey	145
27	COMPOSITES FROM LEATHER INDUSTRY BUFFING DUST: A REVIEW	KILIÇ Eylem¹, PUIG Rita², FULLANA-i-PALMER Pere³	¹ Usak University Faculty of Engineering, Material Science and Nanotechnology Engineering Department, 64100 Usak, Turkey ² GIR, Escola d'Enginyeria d'Igualada (EEI), Universitat Politecnica de Catalunya (UPC, Barcelona Tech), Pla de la Massa, 8, 08700, Igualada, Spain. ³ UNESCO Chair in Life Cycle and Climate Change (ESCI-upf), Pg. Pujades 1, 08003, Barcelona, Spain	149
28	EFFECTS OF FATLIQUIRING PROCESS ON LEATHERS COLOURED WITH IR REFLECTIVE DYES AND PIGMENTS	MUTLU Mehmet Mete¹, ORK Nilay¹, YAKUT Fatih¹	¹ Ege University, Engineering Faculty, Department of Leather Engineering, Bornova, izmir, Turkey	155
29	TANNED LEATHERS PROPERTIES MODIFICATION AS A RESULT OF ARTIFICIAL AGEING	ROŞU Dan¹, VARGANICI Cristian-Dragoş¹, CRUDU Andra-Manuela², ROŞU Liliana¹, CRUDU Marian²	¹ Advanced Research Centre for Bionanoconjugates and Biopolymers "Petru Poni" Institute of Macromolecular Chemistry Gr. Ghica Voda Alley 41A, 700487, Iasi, România, ² National Research & Development Institute for Textiles and Leather Division: Leather and Footwear Research Institute, Bucharest, Romania	161
30	SMART BIOCONVERSION OF PELT WASTE FROM TANNERIES	ZAINESCU Gabriel¹, CONSTANTINESCU Roxana¹, ALBU Luminita¹	¹ National R&D Institute for Textile and Leather – Division: Leather and Footwear Research Institute, 93 Ion Minulescu str., 031215, Bucharest, Romania	165



**ANNALS OF THE UNIVERSITY OF ORADEA
FASCICLE OF TEXTILES, LEATHERWORK**

31	RECYCLED TEXTILES USED IN AUTOMOTIVE INTERIORS. CASE STUDY- FORD MOTOR COMPANY	CUC Sunhilde¹	¹ University of Oradea, Faculty of Energy Engineering and Industrial Management, Department of Textile -Leather and Industrial Management, B. Ștefănescu Delavrancea street, no. 4410058, Oradea, Romania	171
32	BRIEF CONSIDERATIONS ON THE RIGHTS AND WORKING CONDITIONS OF EMPLOYEES IN THE TEXTILE AND CLOTHING INDUSTRY GLOBALLY AND IN ROMANIA	DOCIU Maria-Ariana¹	¹ West University of Timișoara, Doctoral School of the Faculty of Law, Eroilor 9A, 300575, Timișoara, Romania,	177
33	A CRITICAL AND COMPARATIVE ANALYSIS OF THE INDUSTRIAL CORPORATIONS IN THEIR EVOLUTIONARY DYNAMIC	GHERGHEL Sabina¹, INDRIE Liliana²	^{1,2} University of Oradea, Faculty of Energy Engineering and Industrial Management, Department of Textiles, Leather and Industrial Management, B.St. Delavrancea 4, Oradea, Romania	183
34	THE ROLE OF THE UNIVERSITY IN FOSTERING ENTREPRENEURIAL INTENTION AMONG STUDENTS	PEREZ Lucía¹, MILLET José², MIRÓ Pau¹, DÍAZ-GARCÍA Pablo¹, BOU-BELDA Eva¹, WILLOUGHBY Michael²	¹ Universitat Politècnica de Valencia, 03803 Plaza Ferraniz y Carbonell s/n, Spain. ² Universitat Politècnica de Valencia, 46022 Camino de Vera s/n, Spain	189
35	LEGISLATIVE ASPECTS CONCERNING THE LEATHER WASTES	TIMOFTE Claudia Simona¹, TRIPA Simona²	¹ University of Oradea, Faculty of Law, Department of Law and Public Administration, 26 Gen. Magheru St., 410048, Oradea, Romania ² University of Oradea, Faculty of Energy Engineering and Industrial Management, Department of Textile -Leather and Industrial Management, B. Ștefănescu Delavrancea St., 410058, Oradea, Romania	193
36	COMPARATIVE ADVANTAGE OF CLOTHING SECTOR IN THE EU-28 MARKET	TRIPA Simona	University of Oradea, Faculty of Energy Engineering and Industrial Management, Department of Textile -	199



**ANNALS OF THE UNIVERSITY OF ORADEA
FASCICLE OF TEXTILES, LEATHERWORK**

			Leather and Industrial Management, B. Ștefănescu Delavrancea street, no. 410058, Oradea, Romania,	
37	CAREER DEVELOPMENT OF TEXTILE INDUSTRY EMPLOYEES	UROŠEVIĆ Snežana¹, PEJČIĆ Bojana²	¹ University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, Bor, Serbia, ² City Administration, City of Nis, Serbia,	205



OPTIMIZATION OF DYEING PARAMETERS TO DYE COTTON WITH CARROT EXTRACTION

**MIRALLES Verónica, BOU-BELDA Eva, BONET-ARACIL Marilés, DÍAZ-GARCÍA
Pablo, MONTAVA Ignacio**

Universitat Politècnica de Valencia, Textile and Paper Department, Ferrándiz y Carbonell s/n, 03801, Alcoy, Spain.

Corresponding author: Bou-Belda. Eva E-mail: evbobel@upv.es

***Abstract:** Natural dyes derived from flora and fauna are believed to be safe because of non-toxic, non-carcinogenic and biodegradable nature. Furthermore, natural dyes do not cause pollution and waste water problems. Natural dyes as well as synthetic dyes need the optimum parameters to get a good dyeing. On some occasions, It is necessary the use of mordants to increase the affinity between cellulose fiber and natural dye, but there are other conditions to optimize in the dyeing process, like time, temperature, auxiliary products, etc. In addition, the optimum conditions are different depends on the type of dye and the fiber nature. The aim of this work is the use of carrot extract to dye cotton fabric by exhaustion at diverse dyeing conditions. Different dyeing processes were carried out to study the effect of pH condition and the temperature, using 7, 6 and 4 pH values and 95 °C and 130°C for an hour. As a result some images of dyed samples are shown. Moreover, to evaluate the colour of each sample CIELAB parameters are analysed obtained by reflexion spectrophotometre. The results showed that the temperature used has an important influence on the colour of the dyed sample.*

Key words: Natural dyes, pH, temperature, carrot, cotton

1. INTRODUCTION

In the last century, the development of synthetic dyes reduced the use of natural dyes [1], [3] due to their cheap price and the fact that these dyes are generally easy to dye and have good fastness properties. But there are drawbacks about synthetic dyes, mainly toxicity and environmental pollution caused by the wastewater expelled from dye-houses [4].

Recently, the use of natural dyes has risen mainly due to the increased demand for these dyes by the food, pharmaceutical, cosmetic and the textile colouration industry [5]. They are considered to have several advantages such as non-toxic functions, biodegradability, eco-friendliness and the safety of most of the natural dyes, which can even have curative effects, like curcumin which has antibacterial properties [6], [7].

Some research has been done to study the influence of the conditions used during the dyeing process using natural dyes.

In this work, the effect of the pH used in the dyed bath and the temperature reached during the dyeing process were studied, using carrot extract as the dye material for cotton fabric. To evaluate the differences obtained, samples were analyzed by reflection spectrophotometer.

2. EXPERIMENTAL

2.1 Materials

The fabric used was a 100% cotton twill fabric with 210 g/m², which had been chemically bleached through an industrial process. A commercial dye of carrot extraction was used as natural dye, supplied by Irisem. Acetic acid and sodium hydroxide were used to get different pH of the dye bath, 7, 6 and 4.

2.2 Methods

Dyeing experiments were performed using M:L (material to liquor) ratio of 1:40 and 5% owf dye concentration. To study the influence of the dye bath temperature two different exhaustion dyeing systems were used, opened system to use 90 – 95 °C and closed system to avoid the bath evaporation reaching 130°C. In both cases, dye processes were carried out for 1 hour. In table 1 the different conditions followed in each sample are shown:

Table 1: Dyeing conditions

Reference sample	pH	Temperature (°C)
Carrot-7-95	7	95
Carrot-6-95	6	
Carrot-4-95	4	
Carrot-7-130	7	130
Carrot-6-130	6	
Carrot-4-130	4	

Dyed samples were prepared for colour measurement, which was carried out by following a standard procedure. Colour values were evaluated in terms of CIELAB values (L*, a*, b*, c*, h).

3. RESULTS

To compare the effect of using different pH in the dye bath and temperature in the dyeing process of cotton with carrot dye, images of dyed samples are shown in figure 1.

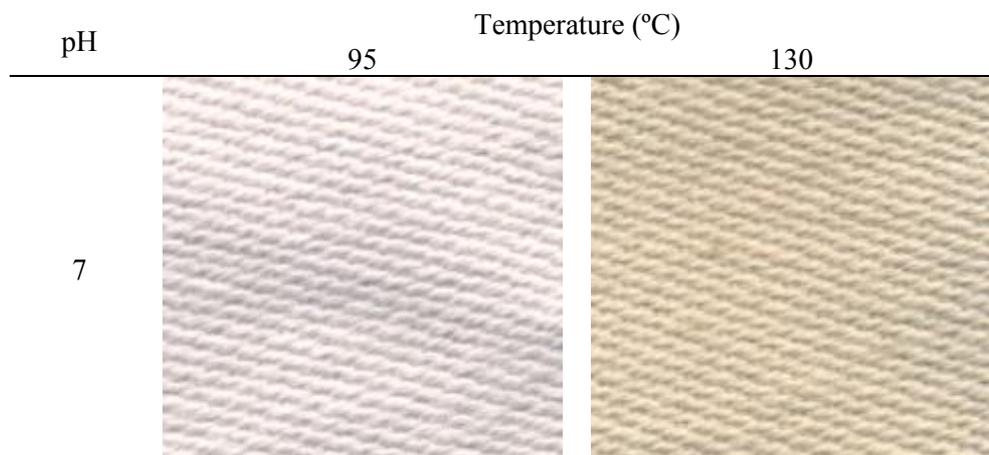




Fig. 1: Dyed samples images

Dyed samples using lower or higher temperatures show different colours, seeing that dyed samples at 95°C are pinker, however if the dye process is performed at 130°C, then colour samples are yellower. Moreover, there are some differences about the colour intensity of dyed samples using different pH in the process. To verify this fact, the spectofotometer results are analyzed.

Table 2 shows the effects of pH and temperature used on the characteristics values of colour, CIELab and CIELch, of cotton fabrics dyed with carrot dye.

Table 2: Dyeing conditions

	L*	a*	b*	C*	h
Undyed sample	90,4663	-0,296	1,6882	1,714	99,9454
Carrot-7-95	87,8897	0,4255	4,8189	4,8377	84,9539
Carrot-6-95	79,1773	8,5203	-0,5646	8,539	356,209
Carrot-4-95	79,2859	10,0819	-1,7894	10,2394	349,9358
Carrot-7-130	80,8252	2,5797	8,3814	8,7694	72,8922
Carrot-6-130	80,2854	2,9793	8,8312	9,3202	71,3579
Carrot-4-130	77,5515	3,8953	9,4787	10,2479	67,6596

The results demonstrate the important effect on colorimetric properties as marginal changes were observed in L*, a*, b*, c* and h values of samples dyed at 95 °C in comparison to samples dyed at 130°C, as seen in the images of the dyed samples (fig. 1). L* values refer to light-dark values from 100 to 0 representing white to black, a* values range from negative (green) to positive (red) and b* values range from negative (blue) to positive (yellow), samples dyed at 95°C show a* higher



value indicating the red colour and samples dyed at 130°C get b* higher value showing yellow colour.

5. CONCLUSIONS

In this work, carrot extraction to dye cotton fabric has been used getting good results. Conditions, like pH and temperature in the dyeing process were studied, and we conclude that the temperature used has an important influence on the colour obtained in the cotton sample. If the dyeing process is carried out at 90-95°C, then colour of the dyed sample is pinker, however, if it is performed at 130°C then the colour obtained is yellow.

The bath pH used has an important effect on the dyeing results too, because it has been seen that using acid pH, the intensity of the colour is higher in both cases.

REFERENCES

- [1] A. S. Hussain R. Nawaz, (2009) "*Optimization of alkaline extraction of natural dye from Henna leaves and it's dyeing on cotton by exhaust method*", Journal of Cleaner Production, vol. 17, pp. 61.
- [2] Duke J.A., (2006) "*Herbal medicine dictionary*", Translated by Z. Amouzegar, Rahe Kamaal Pub., Iran, 2006.
- [3] Fazly Bazzaz B.S., (1999) "*Microbial quality assurance in cosmetics, toiletries and non-sterilized pharmaceuticals*", Ferdowsi University Press, Iran, 1999, pp. 62-66.
- [4] Haji, A. (2010) "Functional dyeing of wool with natural dye extracted from *Berberis vulgaris* wood and *Rumex hymenosepolus* root as biomordant". Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering (IJCCE), 29(3), pp. 55-60.
- [5] Ali, S., Nisar, N., Hussain, T. (2007) "*Dyeing properties of natural dyes extracted from eucalyptus*". Journal of the Textile Institute, 98(6), pp. 559-562.
- [6] Singh, R., Jain, A., Panwar, S., Gupta, D., Khare, S. K. (2005) "*Antimicrobial activity of some natural dyes*". Dyes and pigments, 66(2), 99-102.
- [7] Han, S., & Yang, Y. (2005) "*Antimicrobial activity of wool fabric treated with curcumin*". Dyes and pigments, 64(2), pp. 157-161.



OPTIMIZATION OF DYEING PARAMETERS TO DYE COTTON WITH CARROT EXTRACTION

MIRALLES Verónica, BOU-BELDA Eva, BONET-ARACIL Marilés, DÍAZ-GARCÍA Pablo, MONTAVA Ignacio

Universitat Politècnica de València, 03801 Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, Alcoy, Spain .

INTRODUCTION

In the last century, the development of synthetic dyes reduced the use of natural dyes due to their cheap price and the fact that these dyes are generally easy to dye and have good fastness properties. But there are drawbacks about synthetic dyes, mainly toxicity and environmental pollution caused by the wastewater expelled from dye-houses.

Recently, the use of natural dyes has risen mainly due to the increased demand for these dyes by the food, pharmaceutical, cosmetic and the textile colouration industry. They are considered to have several advantages such as non-toxic functions, biodegradability, eco-friendliness and the safety of most of the natural dyes, which can even have curative effects, like curcumin which has antibacterial properties. In this work, **the effect of the pH used in the dyed bath and the temperature reached during the dyeing process were studied, using carrot extract as the dye material for cotton fabric.** To evaluate the differences obtained, samples were analyzed by reflection spectrophotometer.

EXPERIMENTAL

Materials

The fabric used was a 100% cotton twill fabric with 210 g/m², which had been chemically bleached through an industrial process. A commercial dye of carrot extraction was used as natural dye, supplied by Irisem. Acetic acid and sodium hydroxide were used to get different pH of the dye bath, 7, 6 and 4.

Methods

Reference sample	pH	Temperature (°C)
Carrot-7-95	7	95
Carrot-6-95	6	
Carrot-4-95	4	
Carrot-7-95	7	130
Carrot-6-95	6	
Carrot-4-95	4	

Dyeing experiments were performed using M:L (material to liquor) ratio of 1:40 and 5% owf dye concentration. To study the influence of the dye bath temperature two different exhaustion dyeing systems were used, opened system to use 90 – 95 °C and closed system to avoid the bath evaporation reaching 130°C. In both cases, dye processes were carried out for 1 hour. In table 1 the different conditions followed in each sample are shown.

Dyed samples were prepared for colour measurement, which was carried out by following a standard procedure. Colour values were evaluated in terms of CIELAB values (L*, a*, b*, c*, h).

Table 1: Dyeing conditions

RESULTS AND DISCUSSION

To compare the effect of using different pH in the dye bath and temperature in the dyeing process of cotton with carrot dye, images of dyed samples are shown in figure 1.

Dyed samples using lower or higher temperatures show different colours, seeing that dyed samples at 95°C are pinker, however if the dye process is performed at 130°C, then colour samples are yellower. Moreover, there are some differences about the colour intensity of dyed samples using different pH in the process. To verify this fact, the spectofotometer results are analyzed.

Table 2 shows the effects of pH and temperature used on the characteristics values of colour, CIELab and CIELch, of cotton fabrics dyed with carrot dye.

The results demonstrate the important effect on colorimetric properties as marginal changes were observed in L*, a*, b*, c* and h values of samples dyed at 95 °C in comparison to samples dyed at 130°C, as seen in the images of the dyed samples (fig. 1). L* values refer to light-dark values from 100 to 0 representing white to black, a* values range from negative (green) to positive (red) and b* values range from negative (blue) to positive (yellow), samples dyed at 95°C show a* higher value indicating the red colour and samples dyed at 130°C get b* higher value showing yellow colour.

Conclusions

In this work, carrot extraction to dye cotton fabric has been used getting good results. Conditions, like pH and temperature in the dyeing process were studied, and we conclude that the temperature used has an important influence on the colour obtained in the cotton sample. If the dyeing process is carried out at 90-95°C, then colour of the dyed sample is pinker, however, if it is performed at 130°C then the colour obtained is yellow.

The bath pH used has an important effect on the dyeing results too, because it has been seen that using acid pH, the intensity of the colour is higher in both cases.

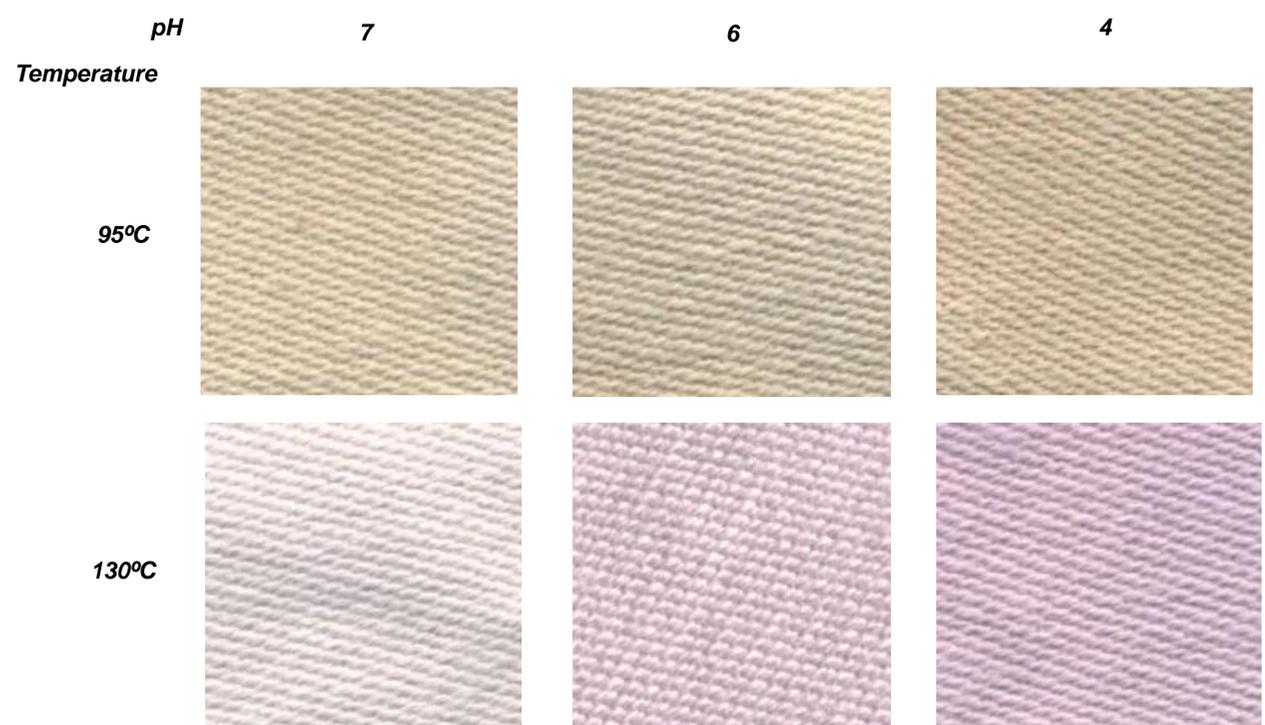
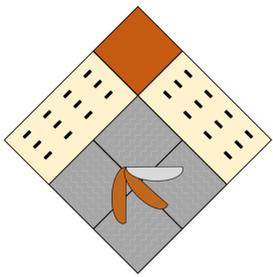


Fig. 1: Dyed samples images

	L*	a*	b*	C*	h
Undyed sample	90,4663	-0,296	1,6882	1,714	99,9454
Carrot-7-95	87,8897	0,4255	4,8189	4,8377	84,9539
Carrot-6-95	79,1773	8,5203	-0,5646	8,539	356,209
Carrot-4-95	79,2859	10,0819	-1,7894	10,2394	349,9358
Carrot-7-130	80,8252	2,5797	8,3814	8,7694	72,8922
Carrot-6-130	80,2854	2,9793	8,8312	9,3202	71,3579
Carrot-4-130	77,5515	3,8953	9,4787	10,2479	67,6596

Table 1: Colorimetric parameters

Otra de las partes, ha sido expuesta en el V Congreso de I+D+i. Campus de Alcoy "Creando Sinergias" que tuvo lugar en el Campus de Alcoy de la Universidad Politécnica de Valencia en Julio de 2017, bajo el título *Efecto de la adición de sulfato sódico en el proceso de tintura con colorantes naturales.*



EFFECTO DE LA ADICIÓN DE SULFATO SÓDICO EN EL PROCESO DE TINTURA CON COLORANTES NATURALES



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

V. Miralles, E. Bou-Belda, M. Bonet-Aracil, I. Montava

Departamento de Ingeniería Textil y Papelera

Escuela Politécnica Superior de Alcoy, Universitat Politècnica de València

Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, 03801 Alcoy (Alicante)

INTRODUCCIÓN

Debido a que se ha demostrado el efecto nocivo de algunos de los colorantes sintéticos y la progresiva concienciación de respeto al medio ambiente, desde hace unos años se ha renovado el interés en colorantes naturales. En este campo se encuentran multitud de trabajos científicos los cuales se centran tanto en el estudio de la capacidad tintórea de determinadas plantas [1, 2] y análisis de las propiedades que pueden aportar al sustrato textil [3], así como el uso de mordientes naturales capaces de fijar el colorante a la fibra mejorando la solidez al lavado y a la luz solar [4, 5].

En este trabajo se ha estudiado la influencia de la adición de sulfato sódico en el baño de tintura, realizando una tintura por agotamiento en abierto a 95°C. Para poder comparar el efecto del empleo de esta sal, la cual es empleada en el proceso de tintura de la mayoría de los colorantes sintéticos, se realiza la tintura del algodón con dos colorantes naturales de distinta naturaleza, curry y extracto de zanahoria, llevando a cabo el proceso con y sin sulfato sódico.

Con tal de comparar los resultados obtenidos, se han estudiado las coordenadas cromáticas del espacio de color CIELAB de cada muestra, así como el valor de la fuerza de color (K/S) según la longitud de onda en la región visible del UV (400 a 700 nm), para la medida de color se ha utilizado un espectrofotómetro de reflexión.

EXPERIMENTAL

Materiales

Se ha utilizado un tejido de algodón 100% de estructura de calada de 210 g/m² blanqueado. Como colorantes se ha empleado extracto de zanahoria y curry. El sulfato sódico se ha empleado como producto auxiliar en el proceso de tintura.

Métodos

EL tejido de algodón se ha tintado mediante agotamiento en abierto con una relación de baño de 1/40 y empleando un 0,5% spf de colorante a 95°C durante 1 hora. De cada colorante se han realizado 2 tinturas, una sin el uso de sulfato sódico y otra con 2 g/L de sulfato sódico.

Medida del color

Las coordenadas cromáticas (L*, a*, b*) del espacio de color CIELAB de las muestras tintadas fueron obtenidas con el espectrofotómetro de reflectancia MINOLTA S.A modelo CM-3600d con el observador estándar 10° y el iluminante D65. Se representa el valor K/S en el espectro de la región visible (400-700 nm) calculado en base a la ecuación de Kubelka-Munk:

$$K/S = (1-R)^2/2R$$

Donde K es el coeficiente de absorción, R es la reflectancia de la muestra tintada y S el coeficiente de difusión. Por otro lado la diferencia de color de las muestras tintadas respecto la muestra sin tintar fue obtenido de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Diferencia de color } (\Delta E) = ((\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2)^{1/2}$$

Donde $\Delta L = L^* \text{ sin tintar} - L^* \text{ tintada}$; $\Delta a^* = a^* \text{ sin tintar} - a^* \text{ tintada}$; $\Delta b^* = b^* \text{ sin tintar} - b^* \text{ tintada}$; "L*" describe la luminosidad, "a*" medida de matices rojo-verde, "b*" medida de matices azul-amarillo.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Las muestras tintadas, han sido realizadas en un proceso en abierto a 95°C. A simple vista se observan diferencias de la intensidad del color de las muestras que han sido tintadas añadiendo sulfato sódico con respecto a las que no lo han sido. Para afirmar esta afirmación, se han analizado en el espectrofotómetro, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas cromáticas L, a, b y la diferencia de color obtenida respecto los resultados de la muestra sin tintar.

Tabla 1: Coordenadas colorimétricas CIELAB

	L*	a*	b*	$\Delta E_{a,b}$
Muestra sin tintar	91,6364	-0,3559	2,2354	-
Curry sin sal	87,2565	-7,6415	36,5823	34,1209
Curry con sal	87,38	-8,0104	47,8752	46,89
Zanahoria sin sal	81,8407	1,1109	1,7342	8,8582
Zanahoria con sal	83,316	2,2567	2,0548	7,6723

Los resultados obtenidos en el espectrofotómetro muestran las coordenadas colorimétricas de las diferentes muestras teñidas (figura 1). Como se observa en la tabla 1, se obtienen valores de L* que representan el color blanco y negro, de 100 a 0, a* con valores negativos (verde) a positivos (azul) y b* con valores negativos (azul) a positivos (amarillo). El valor de la diferencia de color afirma como en los procesos de tintura que se ha utilizado el sulfato sódico la diferencia de color es mayor si el colorante utilizado es el curry, en cambio la tintura con extracto de zanahoria muestra diferencias significativas al emplear sal en el proceso de tintura.

Los resultados obtenidos con la diferencia de color coinciden al observar el espectro de K/S de cada una de las muestras, observando una diferencia significativa al utilizar el curry como colorante, con y sin sal.

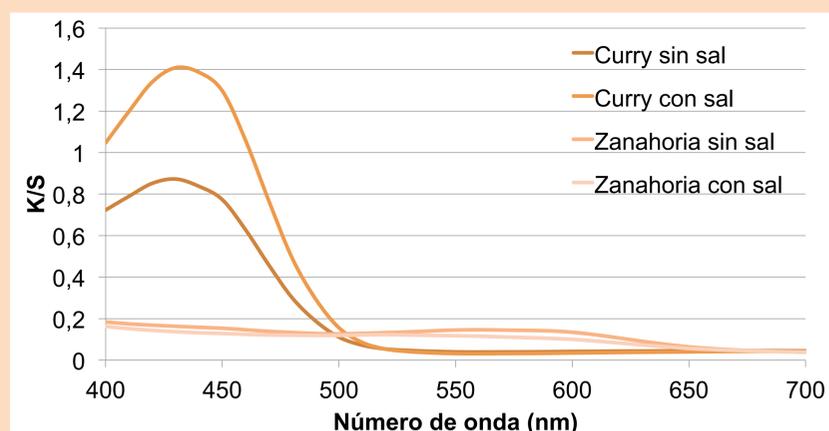


Figura 1: Representación del espectro K/S

REFERENCIAS

1. Prusty, A., et al., Colourimetric analysis and antimicrobial study of natural dyes and dyed silk. *Journal of Cleaner Production*, 2010. 18(16): p. 1750-1756.
2. Mongkholrattanasit, R., et al., Natural dye from Eucalyptus leaves and application for wool fabric dyeing by using padding techniques, in *Natural dyes*. 2011, Zagreb Intech Publisher Croatia. p. 57-78.
3. Zhou, Y., et al., Simultaneous dyeing and functionalization of silk with three natural yellow dyes. *Industrial crops and products*, 2015. 64: p. 224-232.
4. Benli, H. and M.İ. Bahtiyari, *Combination of ozone and ultrasound in pretreatment of cotton fabrics prior to natural dyeing*. *Journal of Cleaner Production*, 2015. 89: p. 116-124.
5. Dev, V.G., et al., *Dyeing and antimicrobial characteristics of chitosan treated wool fabrics with henna dye*. *Carbohydrate polymers*, 2009. 75(4): p. 646-650.

8. Bibliografía

-
- ¹ Méndez, Beatriz S. "Del arte, los colores y la química." *Química Viva* 14.2 (2015): 1-4.
- ² Interiano Ramírez, Corina Ivette, and Iris Yamileth Servellón Padilla. Obtención de un colorante natural a partir de las hojas de *Pteridium aquilinum* (Helecho Común) para su aplicación en la industria textil. Diss. Universidad de El Salvador, 2008.
- ³ Fálder Rivero, Ángel. "Enciclopedia de los Alimentos. Café, té, chocolate e infusiones." *Distribución y consumo* 80 (2005): 117-151.
- ⁴ M.Clark. (2011). *Handbook of textile and industrial dyeing*. Volumen 1: Principles, processes and types of dyes. Woodhead Publishing Limited.
- ⁵ Bechtold T., Turcanu A., Ganglberger E., Geissler S. (2002). Natural dyes in modern textile dyehouses - how to combine experiences of two centuries to meet the demands of the future? 2002.
- ⁶ Deo HT., Desai BK. (1999). Dyeing of cotton and jute with tea as a natural dye.
- ⁷ Feng X.X., Zhang L.L., Chen J.Y., Zhang J.C. (2006). New insights into solar UV-protective properties of natural dye.
- ⁸ Zhang, B., Wang, L., Luo, L., & King, M. W. (2014). Natural dye extracted from Chinese gall—the application of color and antibacterial activity to wool fabric. *Journal of cleaner production*, 80, 204-210.
- ⁹ Grifoni, D., Bacci, L., Zipoli, G., Albanese, L., & Sabatini, F. (2011). The role of natural dyes in the UV protection of fabrics made of vegetable fibres. *Dyes and Pigments*, 91(3), 279-285.
- ¹⁰ Ajoy K Sarkar. (2004). An evaluation of UV protection imparted by cotton fabrics dyed with natural colorants.
- ¹¹ Grifoni D., Bacci L., Di Lonardo S., Pinelli P., Scardigli A., Camilli F., Sabatini F., Zipoli G., Romani A. (2014). UV protective properties of cotton and flax fabrics dyed with multifunctional plant extracts. 2014.
- ¹² Grifoni D., Bacci L., Zipoli G., Albanese L., Sabatini F. (2011). The role of natural dyes in the UV protection of fabrics made of vegetable fibres.
- ¹³ Hou, X., Chen, X., Cheng, Y., Xu, H., Chen, L., & Yang, Y. (2013). Dyeing and UV-protection properties of water extracts from orange peel. *Journal of cleaner production*, 52, 410-419.
- ¹⁴ Mongkholrattanasit, R., Kryštůfek, J., Wiener, J., & Víková, M. (2011). UV protection properties of silk fabric dyed with eucalyptus leaf extract. *The Journal of The Textile Institute*, 102(3), 272-279.
- ¹⁵ Gawish, S. M., Mashaly, H. M., Helmy, H. M., Ramadan, A. M., & Farouk, R. (2017). Effect of Mordant on UV Protection and Antimicrobial Activity of Cotton, Wool, Silk and Nylon Fabrics Dyed with Some Natural Dyes. *J Nanomed Nanotechnol*, 8(421), 2.

¹⁶ Bonet-Aracil M.A., Díaz-García, P., Bou-Belda E., Sebastiá N., Montoro A., Regina Rodrigo. (2016). UV protection from cotton fabrics dyed with different tea extracts.

¹⁷ Giri Dev V.R., Venugopal J., Sudha S., Deepika G., Ramakrishna S. (2008). Dyeing and antimicrobial characteristics of chitosan treated wool fabrics with henna dye.

¹⁸ Ersoy S., Küçük H. (2008). Investigation of industrial tea-leaf-fibre waste material for its sound absorption properties.

¹⁹ Shinyoung Han, Yiqi Yang. (2004) Antimicrobial activity of wool fabric treated with curcumin.

²⁰ Bechtold T., Mussak R., Mahmud-Ali A., Ganglberger E., Geissler S. (2005). Extraction of natural dyes for textile dyeing from coloured plant wastes released from the food and beverage industry.

²¹ Meliha Oktav Bulut, Ezgi Akar. Ecological dyeing with some plant pulps on woolen yarn and cationized cotton fabric. 2012.