

Comparación de la solidez del color de fibras teñidas con colorantes naturales contra colorantes sintéticos

Gabriela Arroyo Figueroa¹, María G. Casimiro Rodríguez¹, Nakiel del Carmen Córdova Perera², Nallely J. Hernández Carrillo¹, Yessica G. Leal Sánchez¹, Jacqueline Javier Sánchez²

¹Universidad de Guanajuato

²Universidad Politécnica Mesoamericana
g.arroyo@ugto.mx¹

Resumen

Los colorantes naturales se denominan también eco-tintes por ser respetuosos con la naturaleza y se los obtiene de varias fuentes entre las que se cuentan los vegetales, animales y microorganismos. Para obtener una buena calidad en el teñido de fibras naturales teñidas con colorantes naturales, se precisa de realizar pruebas de solidez al color, con su comparación de la fibra teñida con colorantes sintéticos. Por lo que el objetivo de este trabajo fue realizar un análisis estadístico comparativo de las pruebas de solidez aplicadas en las fibras naturales teñidas con colorantes naturales contra las fibras teñidas con colorantes sintéticos. La metodología consistió en comparar cada extracto hidrosoluble con el colorante sintético por medio de un análisis estadístico (ANOVA simple) en el programa Statgraphics plus 5.1., es decir se cotejó el parámetro de ΔE de cada repetición según el tratamiento empleando colorante natural con el ΔE resultante de cada repetición aplicando colorante sintético. Los resultados obtenidos en las pruebas de solidez a pH ácido y básico mostraron que el colorante de pétalos de girasol predominó con una mejor solidez a distintas concentraciones en comparación con el colorante sintético. En la prueba de solidez al frote en seco existe diferencia significativa en todos los colorantes naturales en confrontación con el colorante sintético, resultando ser más viable el colorante natural en cuanto a la solidez del color. En la prueba de solidez a altas temperaturas el colorante sintético alcanzó una mejor solidez del color que el colorante de cáscara de cacao, el colorante de cáscara de cebolla no manifiesta diferencia significativa entre el colorante sintético y las concentraciones de 50 y 75 %, en cuanto al colorante de pétalos de girasol y añil no demuestra diferencia significativa entre el colorante sintético y natural al 50%. Para la prueba de solidez del color a lavado con jabón se señala una excelente solidez del color por el colorante sintético y el colorante de cáscara de cacao en concentraciones de 50 % y 100%. En cuanto al colorante de cáscara de cebolla y añil, se señalan con una media menor el colorante natural al 50 % y el colorante sintético. Por otro lado, en el caso del colorante de pétalos de girasol el grupo más competente en cuanto a solidez del color es el colorante natural al 100% y el colorante sintético en contra del colorante natural al 50 y 75%. Finalmente, en la prueba de solidez a la luz artificial para la cáscara de cacao el grupo más eficiente en cuanto a solidez del color es el colorante sintético y el colorante natural a un periodo de 24 hr., en la cáscara de cebolla y pétalos de girasol se refleja una media menor que en el colorante sintético, por último, en el colorante añil no existen diferencias significativas. La solidez del color en la fibra teñida con extracto hidrosoluble de grana cochinilla fue mejor respecto a la solidez del color en comparación con el colorante sintético únicamente en las pruebas de solidez al frote en seco con ambos mordientes y a la luz artificial con el mordiente de bicarbonato. Como conclusión principal se encontró que cada prueba de solidez afecta de forma diferente y por lo tanto en algunas de ellas se presenta una mejor solidez en el algodón teñido con colorantes naturales y en otras el algodón teñido con colorante sintético presenta mejor solidez.

Palabras clave: solidez, colorantes naturales, colorantes sintéticos.

Introducción

En la actualidad, el uso de colorantes naturales ha tenido un desarrollo notable en algunos sectores de la población, esto se debe a la necesidad de contribuir a la protección del ambiente, y de optar por productos menos dañinos para la salud. Estos colorantes se denominan también eco-tintes por ser respetuosos con la naturaleza y se los obtiene de varias fuentes naturales entre las que se cuentan los vegetales, animales y

microorganismos ¹. Se les llaman colorantes naturales a aquellas sustancias, extraídas de plantas, animales e insectos, que son aptas para la tintura de las fibras y cerámicas, también utilizadas como una herramienta de expresión artística y pioneras en el rubro textil ².

Algunos colorantes naturales empleados para el teñido de fibras naturales son los siguientes: Cáscara de cacao (*Theobroma*) ($C_7H_8N_4O_2$), Cebolla (*Allium cepa*) (C_3H_6OS), Añil (*Lactarius indigo*) ($C_{16}H_{10}N_2O_2$), pétalos de flor de girasol (*Helianthus annuus*), Grana Cochinilla insecto que se hospeda en el nopal (*Dactylopius coccus* Costa), del que se obtiene el ácido carmínico (H_2CO_3)³.

Los colorantes naturales solo pueden ser empleados en el teñido de fibras naturales. Algunas de las fibras naturales empleadas en el área textil son: Abacá, Bonote, Algodón, Lina, Cáhnamo, Yute, Ramio, Sisal, Anímale, Alpaca, Angora, Camello Cachemira, Mohair, Sida, Lana ⁴.

Por otro lado, se conoce que los colorantes sintéticos afectan el medio ambiente. Los colorantes, en especial los de origen sintético, presentes en las aguas residuales, son responsables de muchos de los efectos nocivos sobre la flora y la fauna acuática. Los más significativos son la disminución del oxígeno disuelto, la eutrofización, la formación de compuestos recalcitrantes y tóxicos para las células y la obstaculización del paso de la luz a los cuerpos de agua y su deterioro estético⁵. Los colorantes sintéticos son compuestos químicos obtenidos por síntesis. De estos compuestos tienen como característica un doble enlace nitrógeno-nitrógeno (N = N). La generación de efluentes que contienen estos colorantes constituye uno de los mayores problemas de contaminación ya que durante el proceso de teñido de un 15—50% del colorante utilizado queda remanente y se vierte como agua residual sobre los cuerpos de agua, con la consiguiente interferencia en los procesos de la vida acuática, ya que impiden el paso de la luz y ocasionan deterioro estético. Además, aun cuando los colorantes como tales no son tóxicos, existe la posibilidad de que el grupo azo se reduzca generando aminas aromáticas las cuales si son dañinas ya que la unión azo puede romperse fácilmente⁶. Entre los principales colorantes sintéticos, se pueden encontrar los siguientes: Amarillo anaranjado S, (E-110). amarillo de quinoleína (E-104). Azorrubina o carmoisina (E-122). Azul patente V (E-131). Eritrosina (E-127). Indigotina (E-132). Negro brillante BN (E-151). Tartracina o Tartrazina (E-102)⁷.

Para poder obtener productos resultantes del teñido de fibras naturales con colorantes naturales que puedan competir con los productos resultantes de fibras sintéticas o naturales teñidas con colorantes sintéticos, se precisa de pruebas de calidad, estas pruebas se conocen como pruebas de solidez al color, para verificar la resistencia del color. Evaluar la calidad del color de los productos textiles como en prendas, artículos de decoración o de uso en exteriores, son pruebas de mucha importancia, ya que estas definen la permanencia del color original en la fibra antes de que se dé una degradación, debido a la alta demanda de productos textiles que cumplan con ciertos requisitos de calidad, las organizaciones involucradas con los textiles, han elaborado normas o estándares internacionales, cuyo objetivo es analizar el producto textil y determinar el grado de calidad del producto en cuestión ⁸. Las muestras se envían en un laboratorio oficial para obtener el resultado lo más confiable en base a los procedimientos estándares. El laboratorio realiza pruebas de solidez del color en textiles en base a los diferentes materiales. Ese método está definido por la norma ISO 105 e

¹ Viguera y Portillo, 2001

² Nilton, 2019

³ Flores, 2017

⁴ Yañez, 2022

⁵ FAO, 2009

⁶ Gonzalez, 2004

⁷ Perinat María, 1997

⁸ Ríos, 2013

incluye algunas de las pruebas siguientes: Agua, Lavada (usando varios programas), Transpiración, Frotamiento, Lavado a seco, etc.⁹.

En el laboratorio de productos naturales de la sede mayorazgo, de la Universidad de Guanajuato, se ha venido trabajando con el teñido de fibras naturales con colorantes naturales, y se busca lograr una buena calidad en el teñido, por lo que también se realizan pruebas de solidez al color, las cuales son: solidez del color al pH ácidos y álcalis, solidez del color a temperaturas altas, solidez del color al lavado doméstico, solidez del color a la luz artificial y frote en seco¹⁰. Por lo que el objetivo de este trabajo fue realizar un análisis estadístico comparativo de las pruebas de solidez aplicadas en las fibras naturales teñidas con colorantes naturales contra las fibras teñidas con colorantes sintéticos.¹⁰

Metodología

Análisis estadístico comparativo de las pruebas de solidez aplicadas en las fibras naturales teñidas con colorantes naturales contra las fibras teñidas con colorantes sintéticos.

Para la realización del presente proyecto se utilizaron un conjunto de datos que se obtuvieron al medir el cambio de color de las coordenadas L^* , a^* y b^* , es decir se calculó la diferencia de color, antes y después de llevar a cabo las pruebas de solidez al color tales como: pH ácido y básico, frote en seco, lavado a altas temperaturas, lavado con jabón, luz artificial, resultando así los valores para delta L^* , delta a^* , y delta b^* . Las pruebas se emplearon en una fibra de algodón en tela con tres replicas para cada una, aplicando dos tratamientos distintos, uno de ellos consistió en usar como mordiente alumbre y bicarbonato y como colorante natural el extracto hidrosoluble de grana cochinilla. El segundo tratamiento consistió en emplear concentraciones distintas (50, 75 y 100%) de los extractos hidrosolubles de cáscara de cacao, cáscara de cebolla, añil y pétalos de girasol (fig. 1). Posteriormente se recopiló la información sobre las pruebas de solidez del color aplicadas en fibra de algodón con tres replicas empleando colorante sintético, mismas que se llevaron a cabo con los colorantes naturales.

La variable dependiente estudiada fue ΔE parámetro que indica las diferencias entre las coordenadas obtenidas y se determinó a partir de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados del delta de cada coordenada. Con los datos resultantes en el programa Excel, fue calculado el promedio de los cambios de cada coordenada y de ΔE , así como su desviación estándar. Seguidamente se comparó cada extracto hidrosoluble con el colorante sintético por medio de un análisis estadístico (ANOVA simple) en el programa Statgraphics plus 5.1., es decir se cotejó el parámetro de ΔE de cada repetición según el tratamiento empleando colorante natural con el ΔE resultante de cada repetición aplicando colorante sintético.

Finalmente se elaboró una tabla para cada una de las pruebas de solidez al color, con la finalidad de organizar los datos estadísticamente obtenidos, se colocó en ellas el promedio y la desviación estándar de las ΔE , en cada valor se ilustró el superíndice (a,b,c,d) que indica la diferencia significativa entre grupos para cada colorante según el Contraste Múltiple de Rango (ANOVA).

⁹AQF Operations team, 2013

¹⁰Arroyo y Álvarez, 2017

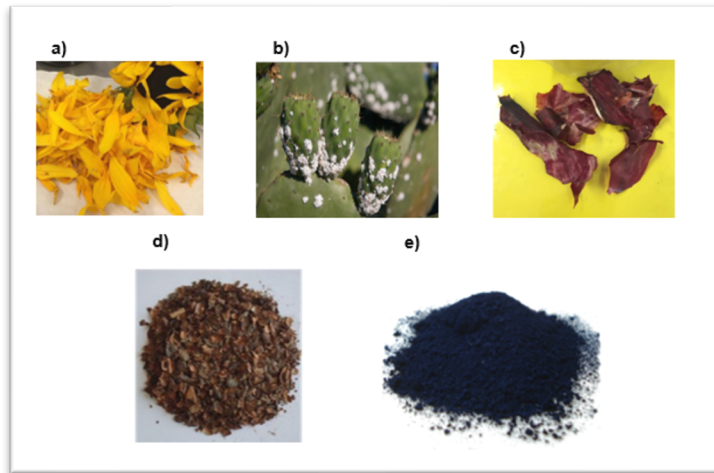


Fig. 1. a) pétalos de girasol, b) grana cochinilla, c) cáscara de cebolla, d) cáscara de cacao, e) añil.

Resultados

En la tabla 1, se muestran los resultados estadísticos de las pruebas de solidez del color a los pH ácidos (5), para los distintos tratamientos, el primero con distintas concentraciones (50,75,100%) utilizando colorantes naturales y el segundo empleando alumbre y bicarbonato con extracto hidrosoluble de grana cochinilla. Se observó que no existe diferencia significativa en los colorantes de añil, cáscara de cacao, cáscara de cebolla respecto al colorante sintético. Por el contrario, el colorante de pétalos de girasol respecto al colorante sintético mostro una diferencia significativa alta, es decir, el colorante sintético contiene el nivel de media más alto representando una diferencia mayor entre sus valores de coordenadas CIEL*a*b*, siendo así el colorante de pétalos de girasol en distintas concentraciones más eficaz en cuanto a solidez del color, debido a un cambio menor, en comparación con la tela de algodón teñida con el colorante sintético.

En el segundo tratamiento se identificaron tres grupos distintos indicando cada uno la existencia de una diferencia significativa, el principal lo ocupa el colorante sintético con una media menor, seguidamente del extracto hidrosoluble de grana cochinilla con el tratamiento de alumbre y finalmente bicarbonato.

Tabla 1. Datos estadísticos obtenidos en la prueba de solidez del color a los ácidos (pH 5). Comparación de colorante natural a diferentes concentraciones y colorante sintético; Extracto hidrosoluble de grana cochinilla empleando distintos mordientes en comparación con el colorante sintético.

Colorante sintético	ΔE^* promedio.					Colorante sintético	
	Colorantes naturales. Tratamiento (concentración)			Grana Cochinilla			
	50 %	75%	100%	Bicarbonato	Alumbre		
2.55±0.13 ^a	Cacao	2.48±0.75 ^a	1.35±0.43 ^a	3.08±1.02 ^a	17.07±2.62 ^c	22.04±0.8 ^b	2.55±0.13 ^a
2.55±0.13 ^a	Cebolla	7.56±4.34 ^a	4.26±1.04 ^a	9.08±2.94 ^a			
2.55±0.13 ^b	Girasol	0.99±0.21 ^a	1.60±0.64 ^a	1.10±1.13 ^a			
2.55±0.13 ^a	Añil	1.77±0.52 ^a	2.88±2.74 ^a	1.92±1.20 ^a			

Letras iguales en filas (a,b,c,d), indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos ($P \leq 0.05$ Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey)

La tabla 2, señala al igual que la anterior una diferencia significativa en el primer tratamiento, con el colorante de pétalos de girasol respecto al colorante sintético, ya que este último contiene una media mayor, indicando ser eficaz el colorante natural en cuanto a solidez del color, en comparación con la tela de algodón teñida con el colorante sintético. Para el extracto hidrosoluble de grana cochinilla se observan tres grupos, en donde el más eficiente en cuanto a solidez del color, está dado por el colorante sintético, luego del colorante natural con bicarbonato y el alumbre.

Tabla 2. Datos estadísticos obtenidos en la prueba de solidez del color a los álcalis (pH 9). Comparación de colorante natural a diferentes concentraciones y colorante sintético; Extracto hidrosoluble de grana cochinilla empleando distintos mordientes en comparación con el colorante sintético.

Colorante sintético	ΔE* promedio.					Colorante sintético	
	Colorantes naturales. Tratamiento (concentración)			Grana Cochinilla			
	50 %	75%	100%	Bicarbonato	Alumbre		
2.62±0.34 ^a	Cacao	2.12±0.29 ^a	3.76±1.57 ^a	3.38±0.47 ^a	16.51±2.79 ^b	24.1±3.65 ^c	2.62±0.34 ^a
2.62±0.34 ^a	Cebolla	11.63±12.5 ^a	2.66±0.56 ^a	8.70±0.80 ^a			
2.62±0.34 ^b	Girasol	0.51±0.20 ^a	0.96±0.30 ^a	0.76±0.28 ^a			
2.62±0.34 ^a	Añil	2±0.99 ^a	2.24±0.28 ^a	2.14±0.68 ^a			

Letras iguales en filas (a,b,c,d), indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos (P≤0.05 Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey)

En la prueba de solidez del color al frote en seco que se observa en la tabla 3, se designa que existe diferencia significativa en el primer tratamiento en cada uno de los colorantes naturales en comparación con el colorante sintético, resultando ser más viable el colorante natural en cuanto a la solidez del color. En el segundo tratamiento se identificaron dos grupos, el primero de ellos fue el extracto de grana cochinilla seguidamente del colorante sintético, mostrando ser más eficiente, en comparación con la tela de algodón teñida con el colorante sintético.

Tabla 3. Datos estadísticos obtenidos en la prueba de solidez del color al frote en seco. Comparación de colorante natural a diferentes concentraciones y colorante sintético; Extracto hidrosoluble de grana cochinilla empleando distintos mordientes en comparación con el colorante sintético.

Colorante sintético	ΔE* promedio.					Colorante sintético	
	Colorantes naturales. Tratamiento (concentración)			Grana Cochinilla			
	50 %	75%	100%	Bicarbonato	Alumbre		
1.52±0.11 ^a	Cacao	6.19±0.40 ^b	4.84±0.27 ^c	7.29±0.39 ^d	31.96±3.83 ^b	19.43±1.90 ^c	1.52±0.11 ^a
1.52±0.11 ^a	Cebolla	5.23±2.79 ^a	7.30±4.30 ^a	15.45±4.08 ^b			
1.52±0.11 ^a	Girasol	2.85±1.73 ^a	6.76±1.58 ^{ab}	4.26±0.79 ^b			
1.52±0.11 ^a	Añil	4.34±1.22 ^a	5.60±0.80 ^b	1.75±1.16 ^b			

Letras iguales en filas (a,b,c,d), indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos (P≤0.05 Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey)

La tabla 4, contiene los resultados estadísticos sobre la prueba de solidez al color a altas temperaturas expone diferencias significativas en cada uno de los colorantes naturales para el primer tratamiento, puesto que en la comparación del colorante de cáscara de cacao existen cuatro grupos, el primero de ellos esta dado por el colorante sintético luego del colorante natural con una concentración de 50 %, 75% y finalmente 100%, en el colorante de cáscara de cebolla se muestran dos grupos siendo más eficaz el colorante sintético y las concentraciones en un 50 y 75 %. En cuanto al colorante de pétalos de girasol resultan tres grupos el primero y más eficiente es el colorante sintético y el colorante natural en un 50%, el segundo grupo esta conformado por el colorante natural en un 75% y por último, en una concentración de 100 %. Posteriormente en el colorante añil se obtuvieron dos grupos, el más competente en cuanto a solidez del color compuesto por el

colorante natural en un 50 % y el colorante sintético comparado con el colorante natural a 75% y 100 %. Por otro lado, en el extracto de grana cochinilla el principal grupo fue el colorante sintético, seguido por el colorante natural empleando bicarbonato y el alumbre.

Tabla 4. Datos estadísticos obtenidos en la prueba de solidez del color a altas temperaturas. Comparación de colorante natural a diferentes concentraciones y colorante sintético; Extracto hidrosoluble de grana cochinilla empleando distintos mordientes en comparación con el colorante sintético.

Colorante sintético	ΔE^* promedio.					Colorante sintético	
	Colorantes naturales. Tratamiento (concentración)			Grana Cochinilla			
	50 %	75%	100%	Bicarbonato	Alumbre		
45.12±0.3 ^b	Cacao	0.98±0.28 ^a	0.42±0.95 ^a	0.46±0.02 ^a	0.65±0.43 ^a	0.99±0.2 ^a	45.12±0.3 ^b
45.12±0.3 ^b	Cebolla	1.02±0.14 ^a	2.00±1.12 ^a	3.85±5.87 ^a			
45.12±0.3 ^b	Girasol	0.65±0.55 ^a	1.18±1.78 ^a	0.39±0.19 ^a			
45.12±0.3 ^b	Añil	1.77±0.84 ^a	14.51±22.5 ^a	2.02±0.79 ^a			

Letras iguales en filas (a,b,c,d), indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos ($P \leq 0.05$ Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey)

La tabla 5, que se muestra a continuación presenta diferencias significativas en los valores de cada colorante natural en comparación con el colorante sintético, respecto al primer tratamiento el colorante de cáscara de cacao contiene dos grupos el más viable es el colorante sintético y el colorante natural a las concentraciones de 50 % y 100%. En cuanto al colorante de cáscara de cebolla y añil, contienen tres grupos, se señalan con una media menor el colorante natural al 50 % y el colorante sintético, seguidamente del colorante natural al 75 y 100 %. Por otro lado, en el caso del colorante de pétalos de girasol asigna dos grupos, donde el más competente es el colorante natural al 100% y el colorante sintético. En el segundo tratamiento el extracto de grana cochinilla comparado con el colorante sintético indicó la existencia de tres grupos el primero y más eficaz es el colorante sintético, luego del colorante natural con bicarbonato y alumbre.

Tabla 5. Datos estadísticos obtenidos en la prueba de solidez del color a lavado con jabón. Comparación de colorante natural a diferentes concentraciones y colorante sintético; Extracto hidrosoluble de grana cochinilla empleando distintos mordientes en comparación con el colorante sintético.

Colorante sintético	ΔE^* promedio.					Colorante sintético	
	Colorantes naturales. Tratamiento (concentración)			Grana Cochinilla			
	50 %	75%	100%	Bicarbonato	Alumbre		
0.42±0.10 ^a	Cacao	0.93±0.29 ^a	0.85±0.09 ^b	1.37±0.73 ^a	2.57±1.76 ^b	1.45±0.96 ^c	0.42±0.10 ^a
0.42±0.10 ^a	Cebolla	3.30±1.50 ^a	7.48±9.80 ^b	2.23±0.28 ^c			
0.42±0.10 ^a	Girasol	1.64±0.37 ^b	2.54±0.41 ^b	1.63±0.35 ^a			
0.42±0.10 ^a	Añil	0.97±0.32 ^a	1.00±0.75 ^b	0.49±0.31 ^c			

Letras iguales en filas (a,b,c,d), indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos ($P \leq 0.05$ Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey)

El primer tratamiento indicado en la tabla 6, revela que existe diferencia significativa en cada uno de los colorantes naturales en comparación con el colorante sintético, para la cáscara de cacao el grupo más eficiente en cuanto a solidez del color es el colorante sintético y el colorante natural a un periodo de 24 hr., en la cáscara de cebolla existen tres grupos de los cuales el que refleja una media menor es el colorante sintético, seguidamente del colorante natural a un periodo de 24 y 48 hr., respecto al colorante de pétalos de girasol se muestran cuatro grupos donde el colorante sintético predomina, por ultimo en el colorante añil no existen diferencias significativas. En el segundo tratamiento el extracto de grana cochinilla indica la presencia de dos grupos, en el que el mas competente es el colorante natural con el mordiente bicarbonato y el colorante sintético

Tabla 6. Datos estadísticos obtenidos en la prueba de solidez del color a la luz artificial. Comparación de colorante natural a diferentes periodos de tiempo y el colorante sintético; Extracto hidrosoluble de grana cochinilla empleando distintos mordientes en comparación con el colorante sintético.

Colorante sintético	ΔE* promedio.					Colorante sintético	
	Colorantes naturales. Tratamiento (concentración)			Grana Cochinilla			
	24 hr	48 hr	72 hr	Bicarbonato	Alumbre		
1.48±0.56 ^a	Cacao	1.91±0.79 ^a	1.81±0.50 ^{ob}	2.92±0.09 ^b	21.37±7.47 ^a	16.99±4.69 ^b	1.48±0.56 ^a
1.48±0.56 ^a	Cebolla	4.15±1.34 ^{ob}	5.11±2.13 ^{ob}	7.75±0.85 ^b			
1.48±0.56 ^a	Girasol	0.73±0.38 ^{ob}	0.43±0.44 ^{bc}	0.75±0.59 ^c			
1.48±0.56 ^a	Añil	1.61±0.39 ^a	1.39±0.43 ^a	2.52±1.22 ^a			

Letras iguales en filas (a,b,c,d), indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos ($P \leq 0.05$ Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey)

Conclusión

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede observar la importancia del tratamiento que se está aplicando para la fibra de algodón, debido a que se logra distinguir cuales de ellos sí tienen diferencias significativas y cuales tienen un resultado similar o igual, dependiendo así de la prueba de solidez a la cual fueron sometidos.

Cada prueba de solidez afecta de forma diferente, sin embargo, las pruebas de solidez a pH ácido y básico mostraron resultados semejantes puesto que el colorante de pétalos de girasol predominó en ambas con una mejor solidez del color a distintas concentraciones en contra del colorante sintético.

En la prueba de solidez al frote en seco existe diferencia significativa en todos los colorantes naturales en confrontación con el colorante sintético, resultando ser más viable el colorante natural en cuanto a la solidez del color.

En la prueba de solidez a altas temperaturas el colorante sintético alcanzó una mejor solidez del color que el colorante de cáscara de cacao, el colorante de cáscara de cebolla no manifiesta diferencia significativa entre el colorante sintético y las concentraciones de 50 y 75 %, en cuanto al colorante de pétalos de girasol y añil no demuestra diferencia significativa entre el colorante sintético y natural al 50%. Para la prueba de solidez del color a lavado con jabón se señala una excelente solidez del color por el colorante sintético y el colorante de cáscara de cacao en concentraciones de 50 % y 100%. En cuanto al colorante de cáscara de cebolla y añil, se señalan con una media menor el colorante natural al 50 % y el colorante sintético. Por otro lado, en el caso del colorante de pétalos de girasol el grupo más competente en cuanto a solidez del color es el colorante natural al 100% y el colorante sintético en contra del colorante natural al 50 y 75%.

Finalmente, en la prueba de solidez a la luz artificial para la cáscara de cacao el grupo más eficiente en cuanto a solidez del color es el colorante sintético y el colorante natural a un periodo de 24 h, en la cáscara de cebolla y pétalos de girasol se refleja una media menor en el colorante sintético, por último, en el colorante añil no existen diferencias significativas.

La solidez del color en la fibra teñida con extracto hidrosoluble de grana cochinilla fue mejor respecto a la solidez del color en comparación con el colorante sintético únicamente en las pruebas de solidez al frote en seco con ambos mordientes y a la luz artificial con el mordiente de bicarbonato.

Referencias

- Arroyo Figueroa G., Álvarez Canelo J. G. (2017), pruebas de solides, colorantes naturales con colorantes sintéticos. Revista Jóvenes en la ciencia. Verano UG.
- AQF Operations tan (2013). PRUEBAS DE SOLIDEZ DEL COLOR EN TEXTILES: ISO 105. Consultado (01/07/22). <https://www.intouch-quality.com/blog/es/pruebas-de-solidez-del-color-en-textiles-iso-105>
- Cortázar Adriana (1999). Propuesta para la prevención y reducción de contaminantes y reducción a las aguas residuales en una planta de teñido de hilo e hilazas. Medellín: Sena. Consultado (04/07/22). <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/e1.html>
- FAO (2009). Food and Agriculture Organization of the United Nations International Year of Natural Fibres. Consultado (06/07/22). <https://www.fao.org/natural-fibres-2009/about/15-natural-fibres/es/#:~:text=Fibras%20vegetales%201%20Abaca.%20%3A%20Una%20fibra%20de,con%20un%20di%C3%A1metro%20de%20200%20a%20400%20micras.>
- Flores Javier (2017). Teobromina, el compuesto secreto del chocolate. Consultado (07/07/22). <https://www.muyinteresante.es/innovacion/articulo/ique-es-la-teobromina>
- Nilton José (2019). COLORANTES NATURALES, TÉCNICAS ANCESTRALES APLICADAS AL PRESENTE Artículos Técnicos, ASOCIACIÓN PERUANA DE TÉCNICOS TEXTILES. Consultado (08/07/22) <https://aptperu.com/colorantes-naturales-tecnicas-ancestrales-aplicadas-al-presente/#>
- Perinat María, 1997 ESPECIALISTAS EN VESTIDO Y TEXTILES. COLORANTES SINTÉTICOS. Consultado (08/07/22) http://edym.net/Materia_prima_textil_gratis/2p/tintura/cap12220.htm#:~:text=Caracter%C3%ADsticas%20de%20los%20colorantes%20artificiales%20directos%20Generalmente%20son,su%20peso%20molecular.%20En%20fr%C3%ADo%20forman%20soluciones%20coloidales.
- Ríos Nely, SEPTIEMBRE DE (2013). ELIMINACIÓN DE COLORANTES DE DISOLUCIONES ACUOSA SUTILIZANDO SULFATO DE QUITOSANO. Consultado (10/07/22) <https://www.observatorioplastico.com/ficheros/articulos/62008884206030833.pdf#:~:text=Los%20colorantes%20sint%C3%A9ticos%20son%20compuestos%20org%C3%A1nicos%20altamente%20solubles,que%20la%20uni%C3%B3n%20azo%20puede%20romperse%20f%C3%A1cilmente%20%5B1%E2%80%94%5D.>
- Vigueras, A. L., Portillo, L. (2001). Usos del pigmento de la grana cochinilla. En C. Llanderal, & R. Nieto (eds.), Cría de la grana cochinilla del nopal para la producción de pigmento (pp. 93-103). Editorial del Instituto de Fitosanidad. Consultado (29/06/22).
- Yáñez Fabiana (2022). Tipos de colorantes. consultado (25/06/22). <https://filosofia.co/literatura/tipos-de-colorantes-48423/#:~:text=SEG%C3%9AN%20SU%20ORIGEN%3A%20NATURALES%3A%20como%20la%20hematxilina%2C%20el,etc..%20%C2%BFC%C3%B3mo%20se%20clasifican%20los%20colorantes%20en%20microbiolog%C3%ADa%3F>