

1 INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y TIEMPO EN LA RESISTENCIA DEL COLORANTE ARTEMISA (AMBROSIA PERUVIANA) EN HILO DE ABACÁ

INFLUENCE OF TEMPERATURE AND TIME ON THE RESISTANCE OF THE DYE MUGWORT (AMBROSIA PERUVIANA) IN ABACA THREAD

Elsa Mora Muñoz¹, Elvis Ramírez Encalada¹, Valeria Chuga¹, Omar Lara Castro¹, Camilo Alejandro Pineda-Soto², Ivette Graciela Mora Lovato².

¹Universidad Técnica del Norte, UTN. Ibarra, Ecuador

²Centro Ecuatoriano de Biotecnología del Ambiente, CEBA. Ibarra, Ecuador

Autor para correspondencia: esmora@utn.edu.ec

Recibido: 01/11/22

Aceptado: 25/11/22

RESUMEN

En este estudio se realiza la tintura del hilo de abacá con tinte natural, extracto de Ambrosia peruviana para reducir la contaminación ambiental oceánica y la dependencia de las fibras. Los tintes naturales obtenidos de diferentes fuentes biodegradables como plantas, además de tener las propiedades antibacterianas y antialérgicas también poseen características anti-UV y no tóxicos. En este trabajo, se estudia la solidez del color que ocasiona el agua de mar en la fibra de abacá tintado con el extracto de colorante Ambrosia peruviana con los mordientes sulfato de cobre y alumbre expuesta a procesos agresivos. Demostrando que, el extracto del Ambrosia peruviana es muy prometedor para la tintura de fibras y funcionalización sostenible de hilos de abacá.

Palabras clave: Abacá, Geotextiles, fibra natural, colorante natural.

INTRODUCCIÓN

En la industria pesquera hay alta demanda de fibras sintéticas, como es el uso en redes de pescas y dispositivos de agregación (FAD) de peces conocidos como plantados, los FAD de color verde y azul tienden a ser más abundantes (Kawamura et al., 1996). Al usar material sintético en esta industria se libera cantidades de micro plásticos y sustancias tóxicas al océano. El desgaste de estas fibras es

ABSTRACT

In this study, the tincture of abaca threads was performed with natural dye of Ambrosia peruviana extract to reduce ocean environmental pollution and dependence on fibers. Natural dyes obtained from different biodegradable sources such as plants, in addition to having antibacterial and anti-allergic properties also have anti-UV and non-toxic characteristics. In this study, we have studied the wear caused by seawater in the abaca fiber tinted with the extract of dye Ambrosia peruviana with the toothed copper sulfate and alum exposed to salt water for 60 days. Demonstrating that, the extract of Ambrosia peruviana is very promising for the dyeing of fibers and sustainable functionalization of abaca yarns.

Keywords: Abaca, Geotextiles, natural fiber, natural colorant

debido a la presencia de luz, fuerza mecánica de las olas y el agua salada (Elías, 2015).

La conciencia sobre la preservación ecológica y la preocupación de la salud, la sostenibilidad ambiental, y el uso de las fibras naturales ha creado una revolución en la investigación y desarrollo textil. Los aspectos de preservación ambiental y acuática obligaron a los pescadores dar prioridad de uso a las fibras naturales para minimizar los impactos

ambientales negativos (Van Seville et al., 2015).

Por otro lado, la industria textil que es una de las industrias contaminantes a nivel mundial (Sucasaca Quispe & Guevara Garnica, 2021), esta industria utiliza tres grupos de colorantes: naturales, idénticos a naturales y sintéticos o artificiales. Teniendo un reciente interés por las tinturas naturales (Farfán-Flores, J.A., Tito-Calderón, J., Quispe-Mamani, S., Laura-Huanca, J.C. & Humpiri-Flores, 2019).

En la actualidad, se ha buscado alternativas, teniendo un desarrollo progresivo hacia la bioeconomía. Por este motivo, se ha despertado el interés por cambiar o mejorar técnicas tradicionales que no afecten de forma negativa al planeta (Osorio et al., 2020), además, al tener conocimientos milenarios sobre el uso de plantas y animales para diversas aplicaciones. La industria textil ha reanudado el uso de tintes naturales (Rather et al., 2016).

Los tintes naturales se encuentran presentes en numerosos animales, plantas y en alimentos de origen vegetal (Shukla et al., 2022).

Las tinturas naturales, además de tener las propiedades antibacterianas y antialérgicas también poseen características anti-UV, no tóxicos, no venenosos, debido a la presencia en su estructura de diferentes grupos funcionales muy útiles para el ecosistema, como los flavonoides (Adeel et al., 2020).

La aplicación de colorantes naturales es una buena opción para el teñido de fibras naturales, cintas cardadas, entre otras, debido a que presenta una buena solidez de color, y al ser natural el colorante se degrada dependiendo de la estructura química del colorante posee mayor o menos solidez del color (Portillo, 2013).

En la actualidad se estudia los flavonoides para la coloración de fibras naturales. Los

flavonoides se encuentran con mayor abundancia en las flores, que pueden llegar a ser el 30% del peso seco del tejido (Zabala Flores Tatiana, 2021).

La Ambrosia peruviana se conoce con los nombres de marco o artemisa, es una planta medicinal, posee varias aplicaciones, no solo medicinal. El extracto de artemisa se ha utilizado en múltiples aplicaciones, como antiinflamatorio, repelente, antioxidante, y en la tinción textil usando las flores y hojas (Lérida Acosta, 2009) (Willcox et al., 2004).

El objetivo de esta investigación es determinar la influencia del tiempo y la temperatura en la resistencia del color de la tintura de ambrosia peruviana en el hilo de abacá sometida al agua de mar, mediante el análisis de procesos, que permita el máximo aprovechamiento de las materias primas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. La investigación se realizó en el laboratorio de la Carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte, ubicado en la provincia de Imbabura Cantón Ibarra, Altitud 3050 m s.n.m.

En este estudio se utilizó hilo de abacá de numeración 2,5 ktex adquirido en la provincia de Manabí, cantón Manta. El lavado del hilo de abacá se realizó con detergente Eriopond con la concentración de 0,5 g/l a 80°C por 30 minutos. Como mordientes se utilizó Sulfato de cobre (CuSO₄). También se utilizó fijador, ligante, dispersol, carbonato de sodio, adquiridos a proveedores locales. Como colorante natural se utilizó el extracto de artemisa (Ambrosia peruviana) para obtener una tonalidad de verde oscuro sobre el hilo de abacá.

Extracción del colorante

El extracto de artemisa (Ambrosia peruviana) se extrajo de las hojas de artemisa cultivada en la provincia del Carchi. Las hojas fueron seleccionadas y clasificadas por su tamaño, luego se lavaron con agua potable y se

sometieron al proceso de secado natural bajo sombra a una temperatura ambiente promedio de 21°C por un período de 15 días. La obtención del extracto se realizó por maceración dinámica, utilizando una solución hidro-alcohólica al 25 % de alcohol.

Tintura del hilo de abacá

El teñido de hilo de abacá se realizó con el extracto de colorante de artemisa, por el método de agotamiento, utilizando la autoclave HG-TC200B DYEING CONTROLLER, la relación de baño se fijó en 1:20.

Después de terminar el proceso de tintura, las muestras de hilo de abacá se lavaron tres veces con agua fría para eliminar el colorante depositado en la superficie de la fibra. Las muestras teñidas se sometieron a un jabonado con 2ml/l de detergente a 40°C durante 10 min seguido de un lavado repetido con agua. Finalmente, el secado se realizó a temperatura ambiente bajo sombra.

Para determinar la solidez del color se utilizó agua de mar de la playa Las Peñas de la provincia de Esmeraldas, que tiene una concentración de sal de 35%. El hilo se sumergió en el agua de mar a temperatura ambiente por un intervalo de 60 días, luego las muestras se enjuagaron y se secaron bajo sombra. El color de los hilos teñidos con artemisa se evaluó mediante espectrofotometría (Espectrofotómetro X-Rite i5) según la norma NTE INEN-ISO 105-A03 (NORMA TÉCNICA ECUATORIANA, 2015).

Diseño experimental

La experimentación se realizó con un diseño experimental Factorial Multinivel. El número de factores experimentales fueron el tiempo y la temperatura. Como variable respuesta se estudió el GS Change (según la norma NTE INEN-ISO 105-A03) (NORMA TÉCNICA ECUATORIANA, 2015) del hilo de abacá sometido al agua de mar. Los 3 bloques. El orden de los experimentos es completamente aleatorizado, esto aporta protección contra el efecto de variables ocultas. Los parámetros de

operaciones es el tiempo de inmersión del hilo en agua de mar por 60 días, el tipo de hilo de abacá y el mordiente sulfato de cobre. Como factor de ruido, se estableció la variación de la luz.

En la tabla 1, se presenta los factores de estudio que se abordó en el experimento.

Tabla 1

Factores de estudio

Factores	Bajo	Alto	Niveles	Unidades
Temperatura	80,0	100,0	2	(°C)
Tiempo	60,0	120,0	2	(min)

Respuestas	Unidades
GS Change	(CIELAB)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de GS Change piezas separadas para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 0 efectos tienen un valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrado indica que el modelo, así ajustado, explica 54,2857% de la variabilidad en GS Change. El estadístico R-cuadrado ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 16,1905%.

El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,235702. El error medio absoluto (MAE) de 0,138889 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5,0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5,0%.

En la tabla 2 se presenta el análisis de varianza de la variable GS Change.

Tabla 2. Análisis de la varianza para GS Change

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Temperatura	0,0208333	1	0,0208333	0,37	0,5628
B: Tiempo	0,0208333	1	0,0208333	0,37	0,5628
AB bloques	0,1875	1	0,1875	3,37	0,1158
Error total	0,166667	2	0,0833333	1,50	0,2963
Total (corr.)	0,333333	6	0,0555556		
	0,729167	11			

R-cuadrada = 54,2857 por ciento
 R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 16,1905 por ciento
 Error estándar del est. = 0,235702
 Error absoluto medio = 0,138889
 Estadístico Durbin-Watson = 2,35417 (P=0,4535)
 Autocorrelación residual de Lag 1 = -0,270833

Tabla 3

Coef. de regresión para GS Change

Coefficiente	Estimado
Constante	-1,16667
A: Temperatura	0,0333333
B: Tiempo	0,0388889
AB	-0,000416667

Modelo matemático para GS Change

Aquí se presenta la ecuación de regresión que se ha ajustado a los datos. La ecuación del modelo ajustado es el siguiente:

$$GS\ Change = -1,16667 + 0,0333333(Temperatura) + 0,0388889(Tiempo) - 0,000416667(Temperatura)(Tiempo)$$

en donde los valores de las variables están especificados en sus unidades originales. Optimización de la variable de respuesta

La tabla 4 muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza GS Change sobre la región indicada.

Meta: maximizar GS Change

Valor óptimo = 2,16667

Tabla 4

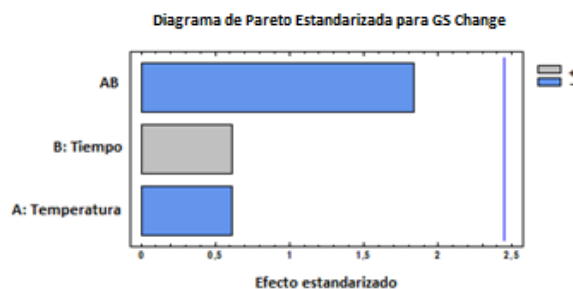
Optimización de la respuesta

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Temperatura	80,0	100,0	80,0
Tiempo	60,0	120,0	120,0

En la figura 1 se presenta el diagrama de Pareto estandarizado para GS Change, el cual confirma que no existe ninguna diferencia significativa entre los factores estudiados y las correlaciones.

Figura 1

Diagrama de Pareto Estandarizado para GS Change.



Lectura en el espectrofotómetro del color

En la tabla 5 se presenta el resultado de la lectura del espectrofotómetro. La escala de grises permite valorar la degradación del color en los textiles provocado en los diferentes procesos y ensayos (12).

En la norma NTE INEN-ISO 105-A03 establece el cambio de color de los textiles, según la norma detalla la degradación del color, si la valoración es de 5 indica que no existe cambio de color. Si la valoración es de 1 indica mayor grado de cambio de color. Afirmando el resultado obtenido por el modelo matemático que el mejor valor obtenido en los ensayos realizados es de 2,5 obtenido en el tratamiento de 120 minutos a una temperatura de 80°C, el color se ha degradado en un 50% del color original. Por otro lado, el tratamiento de 80°C y 60 minutos tiene la valoración de 1,5 demostrando que el color se ha degradado en un 70% del color original.

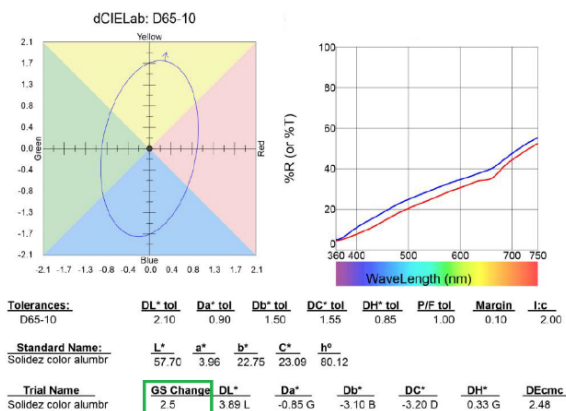
Tabla 5. Lectura del espectrofotómetro

Blo que	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	GS Change (Escala de grises)
1	80	60	2
1	80	120	2,5
1	100	60	2
1	100	120	2
2	100	60	2
2	100	120	2
2	80	60	1,5
2	80	120	2
3	80	120	2
3	100	60	2
3	80	60	2
3	100	120	1,5

temperatura de 80°C y un tiempo de 120 minutos. Siendo comprobado por espectrofotometría con la medición de escala de grises con un valor de 2,5 donde el color casi no fue degradado.

En la figura 2 se presenta los resultados de la medición de color realizados por espectrofotómetro X-Rite, con el tratamiento de 120 minutos a la temperatura de 80°C, obteniendo el mejor valor GS Change de 2,5, con el menor degradado del colorante.

Figura 2
Medición de color



CONCLUSIONES

En el análisis de varianza se observa que no existe diferencia significativa entre los factores estudiados. En esta misma línea, se ha generado un modelo matemático empírico que permitió calcular el óptimo de la variable de respuesta igual a 2,16667 GS Change. Este se consigue cuando se trabaja en la

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adeel, S., Naseer, K., Javed, S., Mahmmod, S., Tang, R.-C., Amin, N., & Naz, S. (2020). Microwave-assisted improvement in dyeing behavior of chemical and bio-mordanted silk fabric using safflower (*Carthamus tinctorius* L) extract. *Journal of Natural Fibers*, 17(1), 55–65. <https://doi.org/10.1080/15440478.2018.1465877>
2. Elías, R. (2015). *Mar del Plástico: Una Revisión del Plástico en el Mar*. 105, 83–105.
3. Farfán-Flores, J.A., Tito-Calderón, J., Quispe-Mamani, S., Laura-Huanca, J.C. & Humpiri-Flores, M. E. (2019). Extracción del colorante natural a partir de col morado y su efectividad en el teñido. *Revista de Investigación Científica*, 2, 49–52.
4. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. (2015). *NTE INEN-ISO 105-A03*. INEN. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_105_a03.pdf
5. Kawamura, G., Matsushita, T., Nishitai, M., & Matsuoka, T. (1996). Blue and green fish aggregation devices are more attractive to fish. *Fisheries Research*, 28(1), 99–108. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0165-7836\(96\)00478-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0165-7836(96)00478-X)
6. Lérica Acosta, R. C. (2009). Botánica, biología, composición química y propiedades farmacológicas de *Artemisa annua* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 14.
7. Osorio, P. A. M., Landim, P. D. C., Barata, T. Q. F., & Pereira, M. A. (2020). Eco-friendly natural dyeing of bamboo slats with *Curcuma longa*. *Kepes*, 17(21), 437–457. <https://doi.org/10.17151/kepes.2020.17.21.15>
8. Portillo, R. E. O. (2013). Hilos De Lana Con Colorantes. *Universidad Técnica Del Norte*, 1–14.
9. Rather, L. J., Shahid-Ul-Islam, Shabbir, M., Bukhari, M. N., Shahid, M., Khan, M. A., & Mohammad, F. (2016). Ecological dyeing of Woolen yarn with *Adhatoda vasica* natural dye in the presence of biomordants as an alternative copartner to metal mordants. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 4(3), 3041–3049. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2016.06.019>
10. Shukla, A., Mishra, R., Yadav, R., Awasthi, N., & Kumar, D. (2022). Computational investigations on interactions between dna and flavonols. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 12(6), 8117–8127. <https://doi.org/10.33263/BRIAC126.81178127>
11. Sucasaca Quispe, A., & Guevara Garnica, E. D. (2021). Efectos del colorante natural inflorescencia de colli (*Buddleja Coriacea*) en la solidez de color de teñido de fibras de alpaca. *Revista De Innovación Y Transferencia Productiva*, 1(2), e003. <https://doi.org/10.54353/ritp.v1i2.e003>
12. Van Sebille, E., Wilcox, C., Lebreton, L., Maximenko, N., Hardesty, B. D., Van Franeker, J. A., Eriksen, M., Siegel, D., Galgani, F., & Law, K. L. (2015). A global inventory of small floating plastic debris. *Environmental Research Letters*, 10(12). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/12/124006>
13. Willcox, M., Bodeker, G., Bourdy, G., Vikas, D., Falquet, J., Ferreira, J. F. S., Graz, B., Hirt, H.-M., Hsu, E., Magalhães, P. M. de, Provendier, D., & Wright, and C. W. (2004). *Artemisia annua* as a *Tradicional Herbal Antimalarial*. 43–59.
14. Zabala Flores Tatiana. (2021). *Caracterización del pigmento presente en el pericarpio del fruto del nogal (nogalina) como tintura orgánica*. 12–18.