

# EVALUACIÓN DE COLORANTES DE ORIGEN VEGETAL Y SU APLICACIÓN EN EL TINTURADO DE FIBRAS NATURALES

## EVALUATION OF COLORANTES OF VEGETAL ORIGIN AND ITS APPLICATION IN THE TINCTURED OF NATURAL FIBER

JAIME MARTÍN F.<sup>1</sup>, DEYA AMPARO PÉREZ<sup>2</sup>, MARA ISABEL OROZCO<sup>3</sup>

### PALABRAS CLAVE:

Tinte natural, tinte de cebolla, tinte del fruto de ají, fique, zapote, tinción.

### KEYWORDS:

Natural tint, onion dry covers tint, pepper fruit tint, furcraea, zapote

### RESUMEN

*Se evaluaron las condiciones de extracción de colorantes naturales del fruto del ají (*Capsicum sp*) y de las cubiertas secas de cebolla (*Allium cepa*), y su aplicación sobre fibras naturales de fique (*Furcraea sp*) y zapote (*Matisia Cordata*); las fibras requirieron de procesos fisicoquímicos para la obtención del material celulósico apto para la tinción. Se encontraron resultados positivos en la tinción con el colorante de la cebolla. Por su parte la aplicación del colorante del ají dio resultados positivos como pigmento en las fibras de papel a base de las pulpas de fique y de zapote.*

### ABSTRACT

Experimental conditions were evaluated for the extraction of natural tints from fruit of pepper (*Capsicum sp*) and onion dry covers (*Allium cepa*). At the same time their application over natural fibers of furcraea (*Furcraea sp*) and zapote (*Matisia Cordata*) were studied. The fibers were submitted to necessary physiochemical processes to obtain the material of cellulose appropriate for to be tinted. Here we report the positive results obtained with the chive tint and the application of the pepper dye, which gave positive results on paper of fiber from the pulp of fique (*Furcraea sp*) and zapote (*Matisia Cordata*).

---

Recibido para evaluación: Marzo 1 de 2007. Aprobado para publicación: Mayo 14 de 2007

1 Doctor en Ciencias Químicas, prof. Departamento de Química. Grupo de Investigación Química de Productos Naturales, Universidad del Cauca, Popayán (Cauca)-Colombia

2 Ingeniera Agroindustrial, Grupo de Investigación Química de Productos Naturales, Universidad del Cauca,

3 Química, Grupo de Investigación Química de Productos Naturales, Universidad del Cauca

## INTRODUCCIÓN

El mercado de los productos naturales ha establecido en las últimas décadas la aplicación de procedimientos amigables con el medio ambiente, lo que ha originado el incremento de las normas de calidad y la optimización de las prácticas de laboratorio.

Por este motivo, hoy en día países productores como Colombia se interesan en investigar sobre el aprovechamiento integral y sostenible de sus recursos y la generación de valor agregado, para comercializar sus productos con las características exigidas, principalmente por la Unión Europea y los Estados Unidos.

En este mismo plano, el comercio de colorantes para el teñido de numerosos artículos, recientemente se ha centrado en torno a los colorantes naturales, los cuales tienen una creciente aceptación como consecuencia de los riesgos asociados a los aditivos sintéticos [1].

Este panorama se ajusta literalmente a la definición del color registrada textualmente en el Color Index como sigue: "Los tintes y pigmentos naturales comprenden todos aquellos que se obtienen a partir de la materia animal o vegetal sin (o con poco) tratamientos químicos [2].

Otro recurso natural de interés son las fibras naturales, disponibles en grandes cantidades en los países en desarrollo, ellas representan una fuente renovable continua, que debe ser explotada razonablemente [3].

Las fibras se han usado para reforzar materiales de construcción, limitándose recientemente esta aplicación a la fabricación de ropa personal, colchones y cobijas. Esto a pesar que en la actualidad hay estudios científicos que demuestran su utilidad como refuerzo de materiales sintéticos [4] y que al menos en 40 países se ha comprobado que las fibras naturales no procesadas de sisal, fique, coco, caña de azúcar, bambú y yute son útiles en construcción [5].

Considerando ambos temas, en este artículo se presenta un estudio de la estabilidad de tintes naturales obtenidos de la cebolla y del fruto del ají y también de su aplicación en el teñido de fibras naturales de algodón, fique y del fruto del zapote.

## MATERIALES Y METODOS

En la medición de la absorbancia se utilizó un espectrofotómetro Génesis. Los reactivos y solventes son comerciales de grado reactivo y analítico y fueron usados sin purificación posterior.

El material tintóreo fue obtenido de las cubiertas secas de la cebolla cabezona (*Allium cepa*) y del fruto del ají (*capsicum sp*), variedad habanero.

Las cebollas se recolectaron en la plaza de mercado del barrio Bolívar de la ciudad de Popayán. Para evitar su deterioro, se adecuaron inmediatamente a una humedad óptima de almacenamiento (AOAC 986.21)[6]. El tamaño de la muestra se redujo con un procesador de alimentos y se homogenizó con tamices de abertura de malla 10, 12 y 20. Las partículas más pequeñas se usaron para extracción y análisis, las restantes se almacenaron a 20 °C, en recipientes herméticos al vacío.

El ají fue recolectado en el norte del Valle del Cauca. El residuo después de la extracción del material tintóreo se destinó al desarrollo de un proyecto alterno del grupo de investigación.

### Obtención de las fibras

Fibras del zapote. Los frutos del zapote se adquirieron en la plaza de mercado del barrio Alfonso López. Inicialmente fueron seleccionados y se eliminaron los pedúnculos. Después de lavarlos, se secaron al sol durante tres horas hasta que perdieron la humedad superficial.

Luego se separó la pulpa manualmente y las cáscaras fueron congeladas para evitar su degradación. Posteriormente se digitaron y se hizo la extracción.

Después de extraer la almendra, las semillas se sometieron a molienda y a cribado en un tamiz serie Tyler No 20. Las fibras internas adheridas a la cáscara se extrajeron manualmente y se sometieron a lavados. Para aprovechar todo el material fibroso de la testa del zapote se hicieron digestiones de las cubiertas de las semillas molidas y tamizadas. Los materiales resultantes se digitaron con sulfito de sodio acuoso al 2.5 %. Se hicieron lavados sucesivos con agua destilada y posteriormente se blanquearon con una solución de hipoclorito durante 8 horas. Finalmente se lavaron para eliminar los residuos.

Las semillas con pulpa se lavaron varias veces con agua a pH neutro, hasta que las fibras quedaron libres, luego se secaron a 50 °C.

**Fibras del fique.** Las fibras de fique fueron donadas por la Asociación de Artesanos (Profique), en el municipio del Tambo, Departamento del Cauca.

Las fibras largas de fique se lavaron con agua y estuvieron listas para el proceso de tinción, mientras que las fibras cortas se destinaron para la elaboración de papel teñido, junto a la pulpa de zapote.

**Elaboración de papel.** El papel se elaboró con la pulpa de zapote proveniente de la digestión con sulfito o de la digestión alcalina cuando provino del fique. En ambos casos el material fue remojado y se agregó carbonato de calcio en proporción en peso de 1 a 100 y pegante natural en un 5 % respecto a la masa fibrosa.

La mezcla se agitó vigorosamente durante 30 minutos y se distribuyó laminar y homogéneamente sobre un lienzo y se prensó, para eliminar el exceso de humedad y mejorar la calidad. Finalmente, las láminas se sometieron al secado bajo sombra.

### **Obtención del material tintóreo**

**Extracción de material tintóreo de la cebolla.** Se extrajo a microescala, de acuerdo a la metodología propuesta por Pérez [8]. Se analizaron varios parámetros de extracción y se mejoraron algunas etapas para garantizar la calidad del producto obtenido.

**Extracción del tinte de ají.** Se usó la extracción Soxhlet con un equipo de 1.0 L, con diferentes proporciones de material seco y tamizado en las relaciones muestra/solvente 3, 4, 5, 6 y 7% (p/v). Se partió de la relación menor utilizada en estudios reportados por Martín y colaboradores [7]. Se usó 100 g de muestra deshidratada y 1.0 L. de acetona para estudiar la liberación del color entre 3 a 6 reflujos. El tinte extraído se diluyó en etanol al 95% y se mezcló con agua en proporción de volumen de solución etanólica: agua de 5:30, para ser usado en evaluaciones posteriores.

### **Análisis de los materiales tintóreos**

La caracterización del material obtenido del ají, fue reportado por el grupo de investigación Química de Productos

Naturales en estudios anteriores [7]. Por su parte, se realizaron los análisis fitoquímicos de la cebolla, para determinar los grupos tintóreos que le dan color al extracto acuoso.

**Estabilidad del pigmento del fruto del ají y del pigmento de cebolla.** Se evaluó la estabilidad del pigmento en unidades ASTA, frente a los factores de luz, acidez y temperatura de la siguiente manera:

**Luz ultravioleta.** Se determinó el efecto de la radiación de luz ultravioleta de 254 nm a una distancia de 15 cm del tubo que contenía la muestra [9]. El análisis se hizo con muestras de pigmento de ají de 10 mg y con 10 mL de 760 ppm de pigmento de cebolla. Se usaron periodos de tiempo de 0.5, 1, 2, 3, 5, 8, 12, 24 y 48 horas.

**Temperatura.** Se determinó la estabilidad durante periodos de dos horas a temperaturas de 7, 25, 40, 60, y 100 °C en la oscuridad, con muestras iguales a las del análisis anterior [10].

**Acidez.** Se evaluó la estabilidad a pH de 1-2, 2-3, 3-4 y 4-5 con adición de ácido acético a muestras de 5 mL de aceite de girasol pigmentadas con 10 mg de la oleoresina [11].

La estabilidad del tinte de cebolla se evaluó a pH de 1, 3, 5, 7, 9 y 11 con 10 mL de pigmento de 760 ppm cada 10, 20, 30 y 40 minutos. El pH se modificó con ácido clorhídrico o hidróxido de sodio.

**Análisis fitoquímico.** Se hizo de acuerdo a las metodologías propuestas por Domínguez, Lock y Sanabria [12, 13, 14].

**Proceso de Tinción.** La tinción con pigmento de ají se hizo partiendo de soluciones acuosas de 1, 5, 10, 15 y 25 % de tinte. El procedimiento de tinción consistió en introducir las fibras mordentadas de fique y zapote en la solución tintórea, calentando la mezcla a 70 °C, inmediatamente se redujo el calentamiento y se mantuvo a 60 °C por 45 minutos [15,16].

La tinción de la pulpa de fique y zapote se hizo en frío e inmediatamente se procedió a la elaboración del papel.

Con relación a la tinción con tinte de cebolla, se estableció que 756 ppm es la concentración óptima para alcanzar la tonalidad amarilla, frente al tinte patrón usado en la tinción de fibras de algodón. El estudio se hizo va-

riando las concentraciones desde 600, 800, 900 hasta 1000 ppm de pigmento, con base en la variación de la intensidad del color, matiz y tono de las fibras teñidas.

### Firmeza de los colorantes sobre las fibras

Se hicieron las siguientes pruebas de firmeza o solidez y viveza: a) Lavados comercial y doméstico (A.A.T.C.C. 36-45), b) Blanqueo con cloro (A.A.T.C.C. 3-42), c) Blanqueo con peróxido (A.A.T.C.C. 29-45) y d) Luz (A.A.T.C.C. 26-45), de acuerdo con los resultados de fijeza del color en telas de algodón y lino, establecidas por la American Association of Textiles Chemist and Colorants (A.A.T.C.C.) [17,18].

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DE LAS FIBRAS

En el Cuadro 1 se muestran las características preliminares de las fibras de fique. El porcentaje de impurezas se refiere a la presencia de fibras manchadas.

El agua residual del lavado adquirió turbidez, tomándose amarilla y aparecieron agregaciones de partículas sólidas (flóculos) [19]. La turbidez fue mas intensa en el agua de lavado de las fibras vírgenes, más que en los hilos.

En cuanto a las fibras de zapote, estaban adheridas a la cáscara, semilla y cubierta de la almendra o testa. El material fibroso de la cáscara se utilizó en la elaboración de papel. En el Cuadro 2 se exhiben las características físicas del material fibroso.

El rendimiento de molienda no fue óptimo, debido a las pérdidas de partículas fibrosas de tamaño pequeño, y a que el molino presentaba aberturas por las que se perdía material.

**Cuadro 1.** Características de las fibras de fique

Descripción	Valor
Color	Crema
Porcentaje % de fibras cortas (37,5 cm)	19,871
Porcentaje % de fibras largas (153 cm)	76.960
Impurezas %	3,16
Humedad %	16,326

Para obtener un material claro de fácil tinción fue necesario eliminar el color de las fibras del zapote. Para conseguirlo, se hicieron lavados con jabón y soluciones de hipoclorito de sodio a diferentes concentraciones con las fibras extraídas de la testa del zapote.

Se encontró que las fibras del zapote además del blanqueamiento, experimentaron un cambio en su textura. Con la finalidad de optimizar la decoloración y mejorar la textura, las fibras se trataron con soluciones de hipoclorito 0.2- 5%, diferentes pH y temperaturas entre 40 y 90 °C. Se observó que decoloraron uniformemente a medida que aumentó la concentración del hipoclorito y la temperatura, pero se tornaron ásperas y pegajosas. El mejor resultado se obtuvo con solución de hipoclorito de sodio 0.3% a 40 °C y pH= 9 y Jabón en polvo 1.33 %. En este caso las fibras eran suaves, manejables y adquirieron un color crema.

**Tratamiento de fibras compactas.** La digestión alcalina con NaOH y ácida con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y HCl rindió un producto de consistencia arenosa, el cual se tornó oscuro al secarse a 50 °C. Esto ocurrió posiblemente porque la celulosa se hidrolizó por las condiciones de acidez y la temperatura que llegó a superar los 100 °C produciéndose el monosacárido libre [5].

Por su parte, la digestión con sulfito brindó un producto color crema que al secarse a 60 °C. Se formó una hoja resistente, que se desgasta al escribir sobre ella [20].

Para aprovechar este material en la obtención de productos ideales para la tinción, se requirió adicionar el fique por sus mayores características de adhesión.

**Cuadro 2.** Descripción física de fibras de zapote

Descripción	Valor
Rendimiento de molienda	63,835
Color	Crema
Peso aproximado testa	5,21 g
Densidad (g/cc) material tamizado (malla 20)	1,4
Humedad	29,29%
Porcentaje de fibra total testa	37.86 <sup>20</sup>
Porcentaje de fibras filamentosas de la testa	4,986
Color de las fibras filamentosas	Marrón
Longitud material (cm) filamentoso	0,78-3.03

### Tratamiento de fibras adheridas a la cáscara.

De las cápsulas de las semillas secas, se extrajeron un 2.8 % de estas fibras para digerir con sulfito de sodio e hipoclorito sódico.

Se varió la concentración de sulfito e hipoclorito, para disminuir su efecto debilitador. El mejor resultado se obtuvo con soluciones de sulfito e hipoclorito al 2.5 % y 2.0 % respectivamente. Las fibras de color crema obtenidas, son de aspecto viscoso, presentan buena permeabilidad y son manejables. El papel elaborado es poco flexible, se parte con facilidad y tiene aspecto de papel pergamino. Finalmente, la mezcla de las pulpas de zapote y fique en proporción 1:5 fue óptima para la elaboración de papel.

Para los procesos de tinción se contó con fibras blanqueadas de zapote y de fique, y papel elaborado con las pulpas de fique y zapote

### CARACTERIZACIÓN DE LA FUENTE DEL MATERIAL TINTÓREO

**Las cubiertas de la cebolla.** En el Cuadro 3, se reportan los datos de la caracterización de las cubiertas secas de la cebolla cabezona. En ensayos preliminares se determinó que el color marrón de las cubiertas presenta relación proporcional con el rendimiento de extracción de tinte. El porcentaje de cubiertas es bajo, lo que exige gran cantidad de éstas, para hacer las extracciones de material tintóreo suficiente para realizar las tinciones.

El elevado porcentaje de impurezas se debió a las condiciones de tiempo (lluvias prolongadas). Su eliminación se consiguió mediante un prelavado con agua destilada, seguido por un lavado con solución alcohólica al 20%.

**Cuadro 3.** Descripción - cubiertas de cebolla

Material / Descripción	Valor
Color	Marrón
Peso promedio frutos (g)	90-130
Porcentaje de cubiertas con relación al material comestible	0,5 – 0,7%
Densidad (g/cc) material tamizado (tamiz malla 12)	1/4
Porcentaje de impurezas	39.23%
Humedad	32,24%

**Fruto de ají.** En el Cuadro 4 se reportan las características de la variedad habanero.

La muestra presentó muchas impurezas y frutos defectuosos e inmaduros, lo que obligó a tratarlos inmediatamente, o someterlos a congelación hasta el momento de ser sometidos a secado.

### OBTENCIÓN DEL MATERIAL TINTÓREO

Tinte de la cebolla. En la extracción Soxhlet se evaluó el tiempo de extracción con base en el número de reflujos, los resultados se reportan en el cuadro 5.

Después en el sexto reflujo, el solvente no tiene color. Teniendo en cuenta que la temperatura puede ejercer un efecto negativo sobre el material tintóreo y el incremento de la concentración, se estableció que cuatro reflujos es ideal para extraer la mayor cantidad de tinte en el menor tiempo posible.

Se examinó también la extracción a cuatro reflujos, variando la relación peso de muestra, volumen de solvente. La mejor relación se observó en el rango de 4-5%.

En el cuadro 6 se exponen los resultados correspondientes.

Con esta base se hicieron extracciones con 10 g de muestra por cada 200 mL de solvente en una cámara de extracción Soxhlet de 1L de capacidad. Los cuatro reflujos duraron 193 minutos.

El proceso general se resume a continuación:

1. Adecuación de las cubiertas de cebolla.
  - 1.1. Selección y clasificación
  - 1.2. Eliminación de impurezas
  - 1.3. Lavados Acuoso e Hidroalcohólico al 20%
  - 1.4. Secado a 45-50 °C o exposición solar
  - 1.5. Reducción de tamaño con Procesador de alimentos
  - 1.6. Tamizado de materia prima para colorantes: Tamiz Número 20, serie Tyler
2. Extracción.
  - 2.1. Método de extracción Soxhlet, Solvente Agua. Relación cubiertas/solvente 1:20, Ajuste inicial de pH 6 - 6,5. Numero de reflujos Cuatro, pH final 4,25. Tiempo de extracción 3 horas, 13 minutos. Rendimiento bruto 8,54 %. Rendimiento de la extracción, colorante purificado 5,64 %.

El rendimiento fue menor que el reportado en investigaciones anteriores de 17%, probablemente porque se involucran dos etapas adicionales, una filtración en la que se eliminan impurezas realizada 45 minutos después de la extracción y otra luego de someter el tinte a refrigeración por doce horas, cuando precipita el material.

*Tinte del fruto del ají.* Como se explica en el apartado de la metodología, el grupo de investigación Química de Productos Naturales, ha estandarizado el proceso para la obtención del tinte de ají.

## EVALUACIÓN DE LOS TINTES

### Análisis químico del tinte de la cebolla

Se estableció la presencia de Flavonoides, Saponinas y Taninos, con base en los resultados de los análisis orgánicos presentados a continuación (ver cuadro 7).

Sin embargo, es posible la presencia de otras sustancias, dado que para el desarrollo de la marcha fitoquímica se utilizó un extracto alcohólico el cual presentó una coloración pálida diferente al color del material tintoreo utilizado para teñir las fibras.

El espectro infrarrojo de esta fracción muestra señales con números de onda de 800, 1300, 1500, 1700 y 2900, 3000 y 3300  $\text{cm}^{-1}$  que indican la posible presencia de anillos aromáticos sustituidos, enlace C-O, dobles enlaces C=C y C=O, conjugados, grupos OH y grupos metilos. De esta manera se confirmó la naturaleza polar del tinte.

### Análisis de estabilidad del tinte de la cebolla

Las pruebas se realizaron teniendo en cuenta los diferentes tratamientos que se le han aplicado al colorante. En condiciones normales el tinte presenta dos señales a 250 y 290 nm. Se esperaba por la tonalidad característica del tinte que presentara absorciones en la región visible, a 500 y 650 nm, en el rango de los colores amarillos. Probablemente no ocurrió esto porque los grupos cromóforos se encontraban enmascarados por conformaciones o por la presencia de otras estructuras que impidieran la absorción.

**Efecto del pH.** Se observó una absorbancia máxima entre los pH's de 5 y 7. Rangos por encima y por

debajo disminuyen la absorción. Con relación al tiempo, se observó una tendencia a disminuir la absorbancia con el aumento del tiempo de exposición, por lo que se puede inferir que si influye el pH en la estructura de las moléculas del tinte. (Cuadro 8).

**Cuadro 4.** Características del fruto del ají

Descripción	Valor
Color	Rojo-naranja-amarillo
Frutos inmaduros %	0,962
Impurezas %	3,215
Frutos dañados	9,450
Humedad	85,023

**Cuadro 5.** Relación reflujos concentración

Numero de reflujos	Concentración final de la solución (% p/v)
3	7,001
<b>4</b>	<b>7,984</b>
5	8,105
6	8,203

**Cuadro 6.** Relación solvente/muestra

Concentración de la solución (%p/v)	Porcentaje de extracción)
3	6,236
4	6,890
<b>5</b>	<b>8,641</b>
6	8,743
7	8,791

**Cuadro 7.** Análisis fitoquímico, en tubo y placa

Prueba	Resultados	
	Tubo	Placa
Antraquinonas	Negativo	Negativo
Alcaloides	Negativo	Negativo
Flavonoides	<b>Positivo</b>	<b>Positivo</b>
Saponinas	<b>Positivo</b>	<b>Positivo</b>
Taninos	<b>Positivo</b>	<b>Positivo</b>
Terpenos	Negativo	Negativo
Cardiotónicos	Negativo	Negativo
Cumarinas volátiles	Negativo	Negativo

**Efecto de la Luz.** El Cuadro 9, revela los resultados de la prueba de exposición a la luz. A medida que pasa el tiempo cambia la tonalidad de color; de naranja intenso a café opaco. Después de 192 y 384 horas precipitaron algunas partículas, por lo que fue necesario filtrar el material.

Se nota claramente una mayor intensidad en los picos a 290 nm. Ambos valores de absorbancia tienden a disminuir a medida que aumenta el tiempo de exposición. Se nota como después de 12 horas de exposición los tintes disminuyen marcadamente su absorbancia.

Es de tener en cuenta, que la temperatura también pudo influir en estos cambios, debido a que no hubo control de esta mientras las soluciones se exponían a la luz normal, simulando condiciones normales.

Estos estímulos causan efectos superficiales directamente sobre el tinte posiblemente porque la luz induce cambios químicos que reducen la conjugación, sobre las cadenas insaturadas como electrociclaciones y oxidaciones por la presencia de oxígeno singlete muy reactivo frente a moléculas insaturadas.

**Efecto de la temperatura.** La relación entre absorbancia y temperatura no presenta tendencias marcadas. No obstante, con relación a la banda de 250 nm, entre 60 y 95 °C se presenta un aumento brusco de la absorción a los treinta y sesenta minutos de exposición. La misma variación no se presenta con la banda a 290 nm, la cual no sufre modificación con el aumento de la temperatura. (Cuadro 10).

**Cuadro 8.** Absorbancia vs pH y tiempo

nm	t (h).	Lectura de absorbancia					
		1	3	5	7	9	11
250	10	0,020	0,063	0,155	0,124	0,060	0,054
	20	0,017	0,068	0,090	0,122	0,058	0,069
	30	0,013	0,065	0,094	0,130	0,058	0,059
	40	0,013	0,063	0,092	0,090	0,061	0,061
290	10	0,027	0,060	0,078	0,076	0,065	0,065
	20	0,23	0,032	0,079	0,074	0,066	0,066
	30	0,022	0,063	0,076	0,079	0,066	0,063
	40	0,020	0,065	0,133	0,077	0,074	0,067
325	10	0,010	0,032	0,042	0,041	0,033	0,040
	20	0,008	0,033	0,044	0,040	0,033	0,066
	30	0,007	0,033	0,042	0,043	0,034	0,049
	40	0,008	0,031	0,074	0,042	0,037	0,045

### Análisis de estabilidad del tinte del ají.

Los parámetros evaluados: luz, acidez y temperatura se relacionan en el Cuadro 11 en ella se muestra para cada parámetro el resultado con respecto a la evaluación del color extraíble mediante la metodología ASTA.

A medida que transcurre el tiempo de exposición los valores en unidades ASTA tienden a bajar lentamente, esto es razonable con respecto a lo que sucede cuando los dobles enlaces de los colorantes disminuyen, reduciendo el grado de insaturación y la intensidad de color, debido a que las transiciones electrónicas se vuelven

**Cuadro 9.** Absorbancia por exposición a la luz

Tiempo (horas)	Absorbancia	
	A 250 nm	A 290nm
0.5	0,336	0,329
1.0	0,334	0,300
2.0	0,333	0,305
4.0	0,332	0,303
8.0	0,332	0,288
12.0	0,321	0,281
24.0	0,305	0,269
48.0	0,299	0,276
96.0	0,288	0,267
192.0	0,263	0,245
384	0,236	0,202

**Cuadro 10.** Absorbancia vs temperatura, tiempo

nm	Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)			
		30	60	90	180
250	5*	0,116	0,110	0,113	0,122
	25	0,128	0,131	0,132	0,131
	60	0,105	0,117	0,123	0,149
	95-	0,163	0,158	0,097	0,097
290	5*	0,130	0,123	0,127	0,134
	25	0,127	0,129	0,129	0,129
	60	0,113	0,113	0,122	0,149
	95*	0,121	0,118	0,094	0,095

\* Las temperaturas de 5 y 95 °C corresponden a refrigeración y ebullición respectivamente

**Cuadro 11.** Estabilidad del pigmento del ají

Parámetro	Tratamiento	Absorbancia	ASTA
TEMPERATURA °C	Blanco	0.433	2630.51
	7	0.429	3334.79
	25	0.405	2675.25
	40	0.310	2529.70
	60	0.419	2048.32
	70	0.526	3998.81
	100	0.329	1746.19
pH	Blanco	0.303	1763.17
	4-5	0.365	2610.70
	3-4	0.452	2384.92
	2-3	0.485	2628.39
	1-2	0.558	2684.47
TIEMPO DE EXPOSICIÓN A LUZ UV □ 254 nm	Blanco	0.523	2648.35
	½ h	0.387	2078.76
	1 h	0.535	2586.60
	2 h	0.441	2078.22
	3 h	0.475	2116.82
	5 h	0.416	2032.86
	8 h	0.411	1998.24
	12 h	0.375	1714.08
	24 h	0.359	1774.83
48 h	0.330	1557.60	

mas energéticas desplazándose la absorción a la región UV. Después de 60 °C hay degradación, del material tintóreo, de manera más intensa y la coloración final de estos productos se torna más oscura (reacciones de oxidación).

Tanto la temperatura como la luz U.V, degradan el pigmento lentamente a medida que aumenta la temperatura o la exposición a la luz U.V respectivamente. Posiblemente porque los dobles enlaces conjugados de la moléculas de carotenoides son muy reactivos, especialmente con el oxígeno del medio, afectando por oxidación las conjugaciones y de esta manera el color reflejado.

En cuanto al efecto del pH, el colorante se mantuvo constante frente a los cambios de pH. La estabilidad mostrada por el pigmento frente a este parámetro es un resultado importante en cuanto a su posible uso en diferentes materias primas o en procesos donde existan variaciones de pH.

## APLICACIÓN DE LOS COLORANTES AL MATERIAL FIBROSO

### Aplicación del tinte de ají.

El tinte del fruto del ají en solución alcohólica es de color naranja intenso translucido y cuando se mezcla con agua se torna opaco.

**Aplicación sobre Fibras de zapote.** El material de las fibras de zapote no respondió favorablemente a los procesos de tinción con el ají, a pesar del intenso color que presentaron. A continuación se describen las observaciones:

Las fibras filamentosas tratadas absorbieron la mayor cantidad de tinte, adquiriendo una coloración naranja de tonalidad intensa, pero cuando se sometió al lavado, se desprendió gran cantidad de tinte, volviendo a su coloración original (Figura 1).

La misma situación se presentó con la pulpa de la testa sobre las que la absorción del color fue mayor, pero sin retención alguna.

Si el tinte adherido mantuviera su tonalidad, el color se clasificaría CMYK (cian, magenta, yellow, negro) corresponde a la numeración 00/35/99/10 y comparada con el patrón de color de la empresa que donó el colorante, equivale al Intralite orange 1% 3GL Conc.

El tinte del ají es de naturaleza apolar, a pesar que la solución final extraída era soluble en agua, presentó poca afinidad con las fibras celulósicas.

**Aplicación sobre Fibras de fique.** Las fibras de fique presentaron menor absorción del tinte del ají, que las fibras de zapote, durante el tinturado, esta situación posiblemente debida a la naturaleza del fique que contiene además de celulosa, lignina y algunos materiales cerosos que obstaculizan la entrada del tinte. No obstante, cuando se lavó la fibra, esta adquirió un tono amarillo pálido de mejor apariencia que el de las fibras de zapote.

### Aplicación del tinte de cebolla

En los ensayos para la tinción de las fibras de fique, se utilizó una concentración de óptima de 1200 ppm; para el tinte patrón la concentración fue de 100 ppm.

**Aplicación sobre Fibras de zapote.** A diferencia de las pruebas anteriores con el tinte de ají, en estas pruebas con el tinte de la cebolla se evidenció una mejor respuesta del material fibroso del zapote.

Como se observa en la Figura 2, la absorción de colorante es significativa, y la pérdida de color durante el lavado es menor que cuando se tiñó con tinte de ají.

El tono adquirido amarillo intenso, se clasifica CMYK 00/20/99/30 y equivale al colorante Intralite Yellow 2% NRKSW.

En la Figura 3 se observa el resultado positivo de la tinción de la pulpa de la testa del zapote. Se aprecia además la distribución uniforme del color, porque el tamaño de partícula presenta mejor distribución.

**Figura 1.** Fibra de zapote teñida con tinte de ají

Fibra teñida



Fibra después de lavar



## PRUEBAS DE FIRMEZA

Las fibras sometidas a las diferentes pruebas, presentaron un comportamiento medianamente aceptable, frente a los diferentes factores a los que se las expuso, encontrándose que a condiciones extremas no tienen un comportamiento adecuado, como se describe a continuación

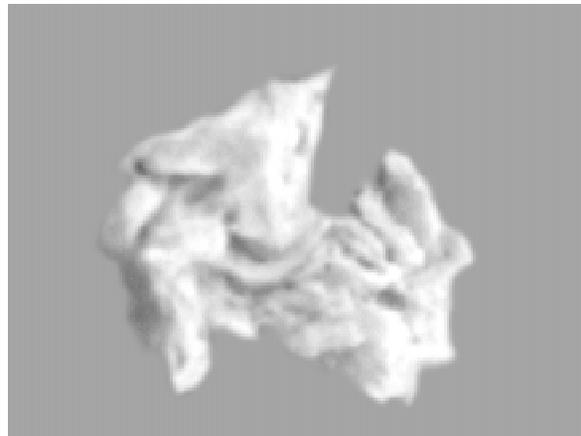
**Lavado domestico.** En la prueba de lavado a 41 °C, se presentó poco desprendimiento del tinte. Se observó que el agua residual tenía un color crema cristalino, tanto en fibras de fique como de zapote.

Como se aprecia en la Figura 4, el cambio de color es mínimo pero presentan mayor opacidad.

Las fibras de zapote resultaron con un color naranja opaco, con relación al color que presentaba la fibra sin

**Figura 2.** Fibras zapote teñidas con tinte cebolla

Fibra teñida



Fibra después de lavar



tratamiento. Las Condiciones de lavado son las siguientes: a: fibras sin tratamiento y temperaturas de lavado: b: 45 °C, c: 49 °C, d: 71 °C + CaCO<sub>3</sub> y e: 91 °C + CaCO<sub>3</sub> + hipoclorito de sodio.

A 49 °C, el desprendimiento de color es inmediato y con el fique se genera una solución naranja bastante oscura. El color naranja de las fibras de fique es mas intenso que el de las fibras de zapote.

A 71 °C, las fibras de fique se toman de color café opaco y las fibras de zapote de color crema, apreciándose la influencia del carbonato de calcio CaCO<sub>3</sub> sobre los grupos responsables del color y los encargados de fijarlo, lo mismo que su influencia en el desprendimiento del tinte.

A 90°C, las fibras pierden inmediatamente su color original pasando a un color amarillo muy tenue y finalmente, adquieren color café, mientras que las del zapote han perdido su color casi totalmente.

**Exposición a la luz.** Los materiales expuestos a la radiación de luz, presentaron un cambio en la intensidad del color y una pérdida de su brillantez; estos efectos se aprecian con mayor intensidad en los cuatro últimos ensayos, cuyos resultados son exhibidos en la Figura 5. Las condiciones de exposición a la luz (horas) fueron en horas: a: 48, b: 96, c: 192, d: 384.

En todas las exposiciones a la luz del sol todas las fibras teñidas con el colorante de las cubiertas de cebolla perdieron totalmente su brillo. La pérdida de tono fue gradual y proporcional a las horas de exposición a la luz. Exposiciones hasta de 48 horas produjeron opacidad, pero conservaron parcialmente el tono, mientras que las expuestas a mayor tiempo presentaron una pérdida de color bastante sensible.

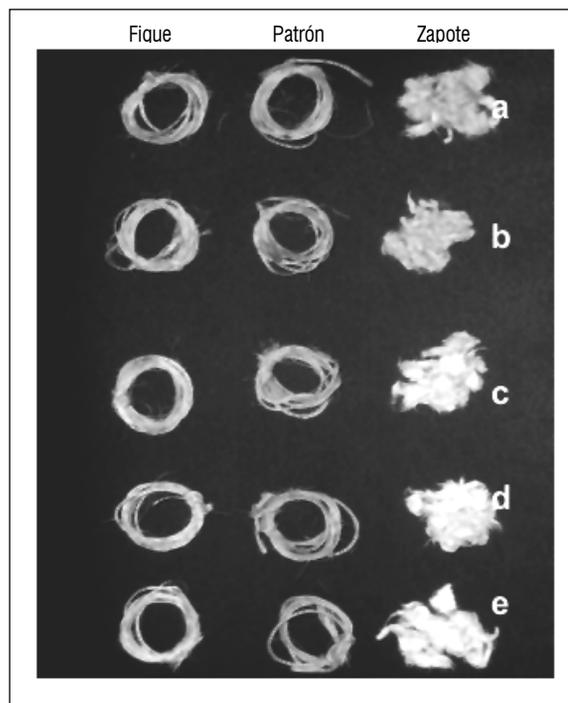
Estos resultados posiblemente son consecuencia de la acción de la luz solar sobre el colorante, produciendo cambios químicos mencionados anteriormente que impide su agarre. La humedad, el viento, el polvo del medio, son otras de las causas de degradación de este tipo de sustancias naturales.

**Exposición a ácidos y bases.** Las fibras expuestas a la acción de medios ácidos, sufren una pérdida inmediata de su brillo y el color amarillo se aclara, mientras que en presencia de bases, se intensifica el color amarillo y naranja respectivamente.

Figura 3. Testa, teñidas con tinte-cebolla

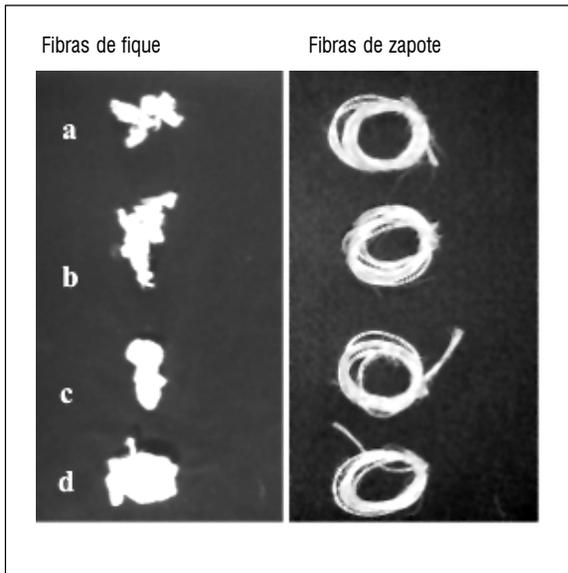
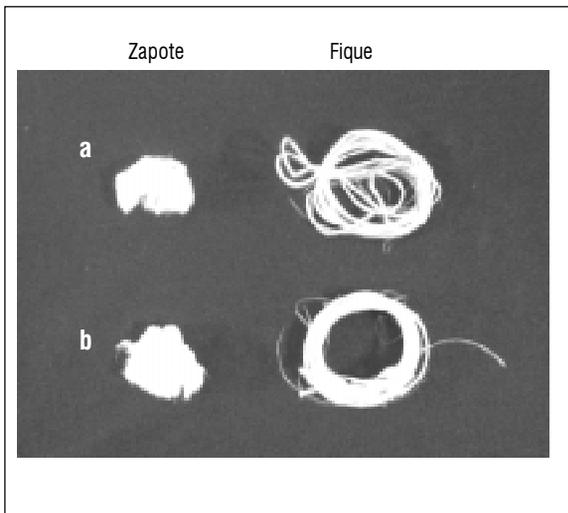


Figura 4. Lavado Fibras zapote y fique



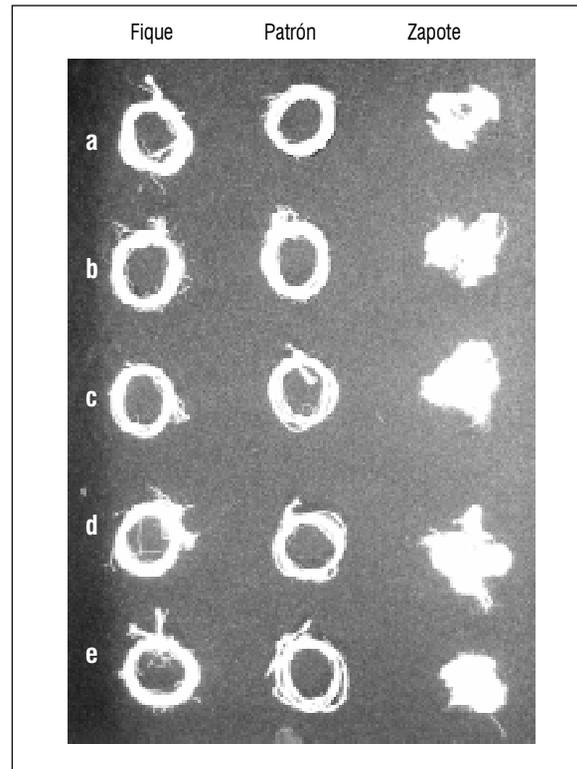
El proceso con las bases es similar al que se experimentó con las pruebas de lavado domestico cuando se expusieron a Carbonato de calcio, como se observa en la Figura 6.

Blanqueo con hipoclorito de sodio. En la Figura 7 se observan los cambios a las siguientes concentraciones de las soluciones de hipoclorito: a: fibras sin tratamiento, b: 0.01% de cloro activo, c: 0.1% de cloro activo, d: 0.2% de cloro activo y e: 0.3% de cloro activo

**Figura 5.** Fibras de fique y de zapote en la prueba de exposición a la luz**Figura 6.** Fibras de fique y de zapote frente a ácidos y bases

La exposición a una concentración de 0.01% de hipoclorito conduce a la disminución del color pero los cambios no son tan bruscos como los que se presentan a concentraciones mayores de 0.1, 0.2, y 0.3%.

Los blanqueadores actúan destruyendo completamente los dobles enlaces o compuestos que imparten color y que están asociados a las fibras. Su acción se intensifica porque los colorantes naturales que poseen una estructura que expone directamente sus dobles enlaces al agente blanqueador; mientras que esto no ocurre con los colorantes artificiales que son menos oxidables.

**Figura 7.** Fibras de zapote y fique: prueba exposición al cloro

## ENSAYOS DE APLICACIÓN DE LOS TINTES EN EL PAPEL FIQUE-ZAPOTE

Como se explicó anteriormente, el tinte extraído del fruto del ají, no tuvo efectos positivos en la tinción de fibras de zapote y de fique, caso contrario ocurrió con el tinte de la cebolla. Por ello, se aplicó al proceso del tinturado del papel, como tinte normal y como pigmento.

Los resultados de estas pruebas fueron positivos e indican que es viable aplicar el colorante de la cebolla al tinturado de pulpas de fique y de zapote.

## CONCLUSIONES

Las fibras de zapote presentan mayor degradación que las fibras de fique.

En todas las pruebas se presentó pérdida y cambios de color, por diferentes efectos, parte de esta pérdida se puede evitar cambiando la composición y tiempo de acción de los mordientes y/o fijando el colorante con otro tratamiento. Considerando que la naturaleza es una

fuelle de innumerables sustancias que se podrían aprovechar como insumos naturales para producir color, es necesario investigar la posibilidad de perder los efectos que lleguen a alcanzarse.

Los resultados de las pruebas de firmeza en las condiciones de esta investigación, muestran que el tinte de las cubiertas secas de la cebolla cabezona, poseen una firmeza medianamente aceptable que revela la posibilidad de ser usadas para la elaboración de prendas de vestir casuales o finas, ropa infantil, elegante, y deportiva. En el lavado no se deben exponer estas prendas a condiciones extremas de alcalinidad, acidez ni a la acción de blanqueadores u otros reactivos.

La presencia de flavonoides, taninos y saponinas en el tinte de las cubiertas de la cebolla cabezona poseen carácter polar y probablemente están comprometidos con el color del tinte respectivo. Por lo que es necesario aislar y caracterizar estas sustancias para determinar el grado de responsabilidad en la generación del color y en la capacidad de adhesión del tinte.

El tinte de la cebolla demostró mejor capacidad de fijación sobre las fibras de zapote y las de fique. Las pruebas de estabilidad fueron favorables.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a COLCIENCIAS y a la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Cauca, por el soporte económico brindado a esta investigación (Convenio interadministrativo de Cooperación N° 048 de 2005, celebrado entre el Instituto Colombiano para el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología "Francisco José de Caldas" - Colciencias y la Universidad del Cauca. ID. 1478 ) y el apoyo al programa de Jóvenes Investigadores; a los Departamentos de Química y de Agroindustria de la Universidad del Cauca y a los profesores Luis A. Lenis y Olga L. Hoyos del grupo de Investigación Química de Productos Naturales por el apoyo al desarrollo de esta investigación. Igualmente agradecen el suministro de muestras a la asociación COAGROICA, lo mismo que a la Asociación de productores y Artesanos del Departamento del Cauca, PROFIQUE y en especial a la artesana Silveria Hurtado por brindar sus valiosos conocimientos, asesorías y aportes en esta investigación.

## REFERENCIAS

- [1] GUZMÁN, et all... Plan Estratégico Nacional de Mercados Verdes, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá. 2002. p. 18.
- [2] ARABIA, Demetrio. Introducción a la Colorística. Santiago de Chile: Sn., 1970. p. 25-52, 72-78.
- [3] VILLARREAL, Andrés; Fibras Naturales. Proyecto SICA/MAG, Banco Mundial. 2006. URL: <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/fibras/principal.htm>
- [4] JUÁREZ, César; et all.; Uso de fibras naturales de lechuguilla como refuerzo en concreto. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Enero-Marzo 2004, Vol. VII, No. 22. URL: <http://ingenierias.uanl.mx/22/index.html>
- [5] AOAC. International. Official Method of Analysis of AOAC. International. Horwits W., Ed. 17th ed. 2003.
- [6] MARTÍN, Jaime, et al. Extracción de pigmento del fruto del ají (*Capsicum spp*) como una alternativa para el desarrollo de las cadenas agroindustriales en el departamento del Cauca. Programa Jóvenes Investigadores, Colciencias-Universidad del Cauca, Popayán. 55p., 2005
- [7] PÉREZ, Omar. Cinética y Extracción de Colorantes Naturales para la Industria Textil [en línea]. México. 2004. p. 15-20. Trabajo de grado (Magister en Ciencias con Especialidad en Ingeniería Química). Universidad de las Américas-Puebla Departamento de Ingeniería Química y Alimentos: URL: [http://mail.udlap.mx/~tesis/meiq/perez\\_l\\_oa/](http://mail.udlap.mx/~tesis/meiq/perez_l_oa/)
- [8] MORAIS, Helena, et al. Effects of fluorescent light and vacuum packaging on the rate of decomposition of pigments in paprika (*Capsicum annuum*) powder determined by reversed-phase high-performance liquid chromatography. En: *Journal of Chromatography A*. Vol. 936. (2001). p. 139 -144
- [9] SHIN, J., et al. Degradation Kinetics of capsanthin in paprika (*Capsicum annuum L.*) as affected by heating. En: *Journal of Food Science*. Vol. 66. No. 1; p. 15 -19
- [10] ANÁLISIS DE COLORANTES. Departamento de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de La Plata, 2006: URL: <http://www.biol.unlp.edu.ar/bromatologiaF/tp-colorantes.doc>

- [11] DOMINGUEZ, Xorge. Cromatografía en Papel y Capa Delgada. 2ed. Monterrey: Organización de Los Estados Americanos, 1982. p. 18-28, 36-49.
- [12] LOCK, Olga. Relevamiento fitoquímico. Perú: Pontificia Universidad Católica de Perú. 1997. 195p
- [13] SANABRIA, Antonio. Análisis Fitoquímico Preliminar: Metodología y su aplicación a 40 especies de la familia Compositae. Bogotá: Universidad Nacional. 1983. p. 61-85.
- [14] DEAN JENY. Como Hacer y Utilizar Tintes Naturales. Madrid: Celeste, 1998. p. 21-30, 40-55.
- [15] DEVIA, Beatriz. Colorantes de la Naturaleza para el Algodón. Bogotá: Escala, Colciencias- Universidad de los Andes, 1997. p. 26, 28,36-42.
- [16] KIRK, Raimond y OTHMER Donald: Colorantes naturales. EN: Enciclopedia de Tecnología Química: México. 1962. p. 259-261, 267, 268.
- [17] STOREY, Joyce. Manual de Tintes y Tejidos. España: Central de Distribuciones. 1989. 221p.
- [18] ALEGRIA, Jordan y PRADO, Julián. Análisis físico-químico de los componentes de dos variedades del fruto del zapote (*Matisia cordata*) y exploración de potencialidades agroindustriales. Popayán, 2004. p. 50-55, 65-66. Trabajo de grado, (Ingeniero Agroindustrial). Facultad de Ciencias agropecuarias, Universidad del Cauca.
- [19] PEREZ, Deya. Alternativa preliminar para la extracción del colorante de las cubiertas de la cebolla cabezona y su aplicación en fibras de algodón. Popayán, 2004. 95 p. Trabajo de grado, (Ingeniera Agroindustrial), Facultad Ciencias agropecuarias Universidad del Cauca.
- [20] LLENA, Antoni. Estado de conservación de la celulosa. Museo de Arte Contemporáneo de Barcelona, 2005. URL: <http://www.comune.firenze.it/artlux/macba/N67.htm>. 1981