

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Biología

**Obtención artesanal de colorantes a partir de
macrohongos para tinción de lana.**

Trabajo de graduación presentado por Maria Renée Martínez Cruz
para optar al grado académico de Licenciada en Biología.

Guatemala

2004

**Obtención artesanal de colorantes a partir de
macrohongos para tinción de lana.**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Biología


**Obtención artesanal de colorantes a partir de
macrohongos para tinción de lana.**

Trabajo de investigación presentado por *Maria Renée Martínez Cruz*
para optar al grado académico de Licenciada en Biología.

Guatemala

2004

Vo.Bo.




PhD. Roberto Flores Arzú
Asesor

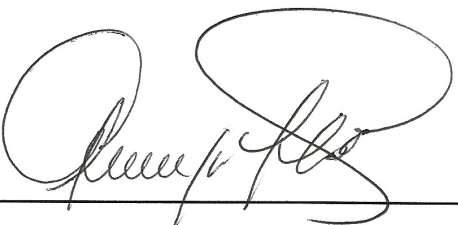
Tribunal Examinador:



MSc. Margarita Palmieri



Licda. Marielos de la Roca



PhD. Roberto Flores Arzú

Fecha de aprobación: Guatemala, 7 de enero 2005.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por apoyarme en todo momento
e impulsarme a ser cada día mejor.

A Roberto Flores, por su incondicional dedicación, paciencia e infinitas enseñanzas, que en conjunto permitieron la realización de este trabajo.

A Andrés Minondo, por ser parte esencial en la realización de este trabajo al introducirme en el tema y brindarme todo el apoyo necesario.

A la Licenciada Margarita Palmieri por su ayuda en la elaboración
y revisión de este estudio.

Y a muchas más personas que me brindaron su ayuda y me transmitieron parte de sus conocimientos, entre ellos, Julio Carrillo, Osberth Morales y Andrea Rinaldi.

CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS.....	ix
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	01
A. ANTECEDENTES.....	02
1. Generalidades de los hongos.....	02
2. Estructura y morfología de los hongos	03
3. Hábitos de vida de los hongos.....	04
4. Clasificación y filogenia.....	04
a. Filo Chytridiomycota.....	06
b. Filo Zygomycota.....	07
c. Filo Ascomycota.....	09
d. Filo Basidiomycota	10
5. El color en los hongos.....	11
6. Color y la cultura humana	12
7. Cultura del teñido	13
8. Colorantes	14
a. Tipos de colorantes.....	15
1) Colorantes simples	15
2) Colorantes ácidos.....	15
3) Colorantes alcalinos.....	15

4) Colorantes directos.....	16
5) Colorantes mordentados.....	16
9. Mordientes	16
10. Fibra textil	17
11. Química del teñido con hongos.....	19
a. Fijación molecular a la fibra	19
1) Antraquinonas	20
2) Derivados del ácido cinámico	21
3) Terfenilquinonas.....	22
4) Otras sustancias colorantes	22
12. Mercado de tintes naturales	23
13. Descripción del área de estudio	25
B. JUSTIFICACIÓN.....	27
C. OBJETIVOS.....	28
1. Objetivo general.....	28
2. Objetivos específicos.....	28
D. HIPÓTESIS.....	29
II. METODOLOGÍA.....	30
A. Recolecta de hongos.....	30
B. Trabajo con la fibra.....	30
C. Tinción	32
D. Pruebas de calidad de colorante.	32

III.	RESULTADOS	33
	A. Recolección de hongos.....	33
	B. Tinción con hongos en lana	33
	C. Tinción en multifibra	35
	D. Mordientes	37
	E. Colores obtenidos	39
	F. Órdenes fúngicos	40
	G. Calidad de los colorantes obtenidos	42
IV.	DISCUSIÓN.....	44
V.	CONCLUSIONES.....	53
VI.	RECOMENDACIONES.....	55
VII.	LITERATURA CITADA.....	56
VIII.	APÉNDICES.....	61
	1. Colores obtenidos en la primera colecta de hongos expresados según la tabla de colores Pantone® Uncoated	62
	2. Resultados de tinción sobre lana y otras fibras de la segunda colecta de hongos.....	63
	3. Resultados de tinción sobre lana y otras fibras de la tercera colecta de hongos	64
	4. Clasificación taxonómica de los hongos utilizados para la extracción de tinte	66
	5. Listado de especies y los colores producidos sobre lana	67
	6. Listado de los 86 colores Pantone® obtenidos de la tinción con	

hongos	70
7. Listado de colores Pantone® obtenidos de acuerdo a los diferentes tipos de mordientes utilizados	72
8. Listado de colores Pantone® obtenidos a partir de lana teñida en forma directa, sin utilizar mordientes	75
9. Listado de colores Pantone® obtenidos de acuerdo a los diferentes tipos de fibras utilizadas	76
10. Algunos hongos sobresalientes	78

LISTA DE CUADROS

	Página
CUADRO	
1. Listado de hongos que presentaron propiedades tintóreas sobre lana, que tiñeron levemente y que no tiñeron con ningún tipo de mordiente	34
2. Listado de hongos que presentaron propiedades tintóreas sobre la multifibra	36

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA	
1. Exportaciones de productos artesanales guatemaltecos.....	25
2. Porcentaje de tinción de las 56 especies de hongos recolectadas en Momostenango	33
3. Porcentaje de especies de hongos que tiñeron sobre la tela de multifibra	35
4. Colores obtenidos por la aplicación de los cinco tipos de mordientes sobre lana.....	37
5. Número de colores obtenidos sobre la fibra de lana por aplicación de los diversos mordientes y las diferentes especies de hongos	38
6. Predominancia de colores de acuerdo a la utilización y no utilización de mordiente así como a las 56 especies de hongos trabajadas	39
7. Porcentaje y número de colores producidos por la aplicación de las diversas especies de hongos y sobre fibra mordentada y no mordentada	40
8. Capacidad tintórea de los diferentes órdenes fúngicos con base al número de colores obtenidos y la cantidad de especies trabajadas ..	41
9. Predominancia de colores de acuerdo a los diferentes órdenes de hongos trabajados	42
10. Porciones de fibra de lana que presentaron algunos de los colores más sobresalientes obtenidos a partir de la tinción con hongos	43

RESUMEN

Se analizó la capacidad tintórea de 56 especies de macrohongos sobre fibra de lana para su utilización en la industria textil artesanal. Los hongos fueron colectados en el municipio de Momostenango, Totonicapán, en donde existe una extensa tradición de trabajo con lana. La fibra de lana fue ensayada en estado natural y con aplicación de dos mordientes naturales -tallo de maiceno (*Musa ensete*) y semilla de aguacate (*Persea americana*)- y tres mordientes químicos -sulfato de hierro, sulfato de cobre y alumbre-.

El 50% de las especies ensayadas presentaron propiedades de tinción sobresaliente y otro 18% tiñeron de forma moderada. Se obtuvieron 86 distintos colores Pantone® Uncoated, que incluyen diferentes tonos de verde, beige, café, gris, violeta, amarillo, anaranjado y rosado.

Además se probaron las mismas especies de hongos con una tela multifibra que incluye tanto fibras sintéticas como naturales. Se obtuvieron resultados positivos únicamente con fibra de lana y de poliamida.

Se relectaron 56 especies de hongos de 11 órdenes, de los cuales Boletales y Thelephorales produjeron un mayor número de colores. Los colorantes obtenidos sobre fibra de lana presentaron además buena resistencia a la luz y al lavado. Por lo que pueden ser utilizados de manera confiable en los textiles. La alta capacidad de tinción sobre lana, la diversidad de colores obtenidos y la resistencia de los colorantes, permiten recomendar el uso de hongos como una fuente de tintes naturales para su uso en la industria textil artesanal de Momostenango.

ABSTRACT

This study analyzed the color-dyeing capacity of 56 species of macrofungi on yarn fiber for use in the artisan textile industry. The mushrooms were collected in Momostenango, Totonicapán, where there is an extensive tradition of working with yarn. The yarn fiber was tested in its natural state as well as with the application of two natural mordants—abyssinian banana (*Musa ensete*) and avocado seed (*Persea americana*)—and three chemical mordants—iron sulfate, copper sulfate and alum.

Fifty percent (50%) of the tested species presented strong color-dyeing properties and 18% presented moderate dyeing capacity. The experiments generated 86 distinct Pantone® Uncoated colors, which include different tones of green, beige, brown, gray, violet, yellow, orange and pink.

In addition to the tests on yarn, the same species of mushrooms were tested on multifibre cloth, including synthetic and natural fibres. The only positive results were obtained on yarn fiber and polyamide.

56 species of mushrooms in 11 orders were collected, of which the Boletales and Thelephorales produced a larger number of colors. The colors obtained on yarn fiber proved to be resistant to light and washing. The high capacity for color-dyeing on yarn, the diversity of the colors obtained, and the resistance of the colors, make it possible to recommend the use of mushrooms as a source of natural color-dyes for use in the Momostenango artisan textile industry.

I. INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de macrohongos en áreas rurales de Guatemala se limita a la utilización de algunas especies conocidas en la región como fuente de alimento, dejando sin utilizar la mayoría de especies de hongos. Muchas especies de hongos no comestibles pueden ser aprovechadas de acuerdo a sus diferentes propiedades como hongos medicinales, micorrícicos o bien como hongos colorantes de fibras textiles. El departamento de Totonicapán, tiene la ventaja de que además de poseer una industria artesanal de lana bien establecida, cuenta con áreas extensas de bosque en las que habitan diversas especies de hongos.

Con la finalidad de estudiar la capacidad tintórea de los hongos sobre lana se recolectaron hongos en bosques del municipio de Momostenango, Totonicapán, para hacer pruebas de tinción y transmitir los resultados positivos a la industria textil artesanal del lugar. La selección de hongos con propiedades tintóreas podría ser de gran utilidad a artesanos que trabajen con lana en Momostenango ya que contarían con nuevas fuentes de colores naturales para la producción de artículos artesanales, los cuales a la vez serán prendas libres de sustancias azo presentes en muchos tintes químicos. Esto, además, permitirá que los artículos puedan comercializarse tanto local como internacionalmente, ya que se facilitaría su exportación a países cuya reglamentación prohíbe la entrada de artículos que contengan compuestos azoicos, como sucede en muchos países europeos.

A. ANTECEDENTES

1. **Generalidades de los hongos.** Los hongos constituyen un grupo de seres vivos muy variable y polimórfico con características diferentes de las plantas y de los animales por lo que se les clasifica en un reino aparte denominado Fungi. Cuando se hace referencia a los hongos, se habla de organismos que nacen de esporas, carecen de clorofila, se reproducen sexual o asexualmente y tienen un cuerpo generalmente formado por filamentos muy ramificados llamados hifas, los cuales en conjunto forman el micelio. Aunque no se conoce con exactitud el número de especies de hongos, hasta ahora se han descrito aproximadamente 100,000 en todo el mundo. Sin embargo, cuando se hayan estudiado bien los bosques tropicales esta cifra podría aumentar hasta 1.5 millones (aproximadamente 6 veces más que el número de especies de plantas terrestres) Los hongos son organismos que poseen gran capacidad de adaptación y pueden desarrollarse sobre casi cualquier medio o superficie, tanto en los bosques como en desiertos, ciudades, lugares arenosos, áreas quemadas, etc. (Arora 1986; Mata 1999; Sánchez y Royse 2002).

El conocimiento y estudio de las diversas especies de hongos es de gran importancia tomando en cuenta los siguientes factores:

a. Son los descomponedores primarios en todos los ecosistemas terrestres: transforman la materia orgánica en sustancias más simples y asimilables para otros seres vivos.

b. Son importantes asociados simbióticos de plantas vasculares tanto en relaciones de mutualismo como de parasitismo.

c. Constituyen la gran mayoría de los fitopatógenos, y por lo tanto, tienen un impacto económico importante (significativamente muchos de los patógenos de humanos son también hongos).

d. Proveen varios sistemas genéticos bien desarrollados para estudios moleculares (*Saccharomyces cerevisiae*, *Neurospora crassa*, *Aspergillus nidulans*).

e. Son cruciales en muchos procesos de industrias biotecnológicas, como la fermentación (Bruns *et al.* 1991).

Desde la perspectiva económica, los hongos ofrecen múltiples servicios, pues se utilizan como alimentos, levaduras, fermentadores y como fuentes de sustancias que por su actividad biológica pueden ser de enorme utilidad en medicina y en la bioindustria (Ej. antibióticos). Además, pueden utilizarse como agentes para estimular el desarrollo de las plantas (micorrizas). Sin embargo, también son dañinos cuando actúan como parásitos de plantas y animales o cuando destruyen estructuras de madera, alimentos almacenados, libros y hasta obras de arte. También algunas especies venenosas pueden causar hasta la muerte al ser ingeridas (Guerrero y Sanjuan 1999).

2. Estructura y morfología de los hongos. Los hongos son seres microscópicos o macroscópicos, que poseen pared celular formada de quitina, carecen de clorofila y su mecanismo de nutrición es por absorción. Estos organismos crecen sobre una gran variedad de sustratos, pudiendo vivir como organismos saprofitos, parásitos o simbioses, reproduciéndose sexual o asexualmente (Guzmán 1978).

Se conoce como hongo macroscópico a todos los que producen cuerpos fructíferos que varían de tamaño y forma. Dichos cuerpos fructíferos sirven al hongo para producir y diseminar sus esporas, con las que se reproduce y perpetúa. Los hongos macroscópicos están localizados principalmente en las subdivisiones Basidiomycota y algunos géneros de la subdivisión Ascomycota. Estos hongos están constituidos por delgados filamentos usualmente ramificados llamados *hifas* que se agrupan para formar el micelio. Desde el punto de vista fisiológico existen dos tipos de micelio: el vegetativo, que se encuentra dentro del sustrato y que se encarga de la nutrición del hongo, y el reproductor, en el que se encuentran las diferentes estructuras encargadas de la reproducción. Del micelio, a manera de “botones”, nacen los cuerpos

fructíferos. Lo que suele llamarse “hongo”, generalmente es solamente la estructura reproductiva denominada “cuerpo fructífero” (Guzmán 1978).

El estudio de la forma del cuerpo del hongo es básico para la identificación de la especie. La morfología de los hongos, debido a su gran variabilidad en las especies, es muy importante en la sistemática de estos organismos. Paralelamente a la morfología, también el color, el olor, el sabor y las características microscópicas son caracteres de gran valor en la identificación de los hongos (Guzmán 1978).

3. Hábitos de vida de los hongos. Los hongos tienen distintos hábitos de vida y según su rol en la naturaleza pueden ser clasificados en tres grupos: saprofitos, parásitos y simbioses. Los hongos saprofitos, es decir descomponedores de materia orgánica, cumplen una función ecológica de la mayor relevancia pues garantizan el reciclaje de la materia muerta y, por lo tanto, la recirculación de sustancias nutritivas en los ecosistemas. Los hongos parásitos, que viven sobre o dentro de otros seres vivos, obtienen su alimento de éstos y llegan a producir enfermedad en su hospedero. Los hongos simbioses que se asocian de manera mutualista con otros organismos constituyen alianzas vivas de beneficio mutuo como por ejemplo los líquenes (asociación hongo-alga) y las micorrizas (asociación de hongo y raíz de una planta). Estas simbiosis poseen gran importancia en la naturaleza y procesos de colonización de hábitats y de circulación de nutrientes (Guerrero y Sanjuan 1999).

4. Clasificación y filogenia. El grupo de los hongos ha sido muy controversial en cuanto a su clasificación. En el pasado se les incluía dentro del Reino Vegetal debido a sus paredes celulares y la producción de esporas como “plantas simples sin clorofila”, posteriormente se les consideró como un tipo de algas agrupándolos en la división Thallophyta. Más adelante, los botánicos creyeron que el antepasado de los hongos residía en las algas, especialmente las algas rojas. Ellos creían que el linaje de

los hongos simplemente había perdido los cloroplastos de las algas que les permitían ser fotosintéticos, y posteriormente pasaron a ser parásitos y saprofitos. Actualmente se conoce que los hongos están más relacionados a los animales que a las plantas (Strickberger 2000).

El Reino Fungi actualmente forma parte de un mismo clado con el Reino Plantae y Animalia (Tudge 2000) y está compuesto únicamente de cuatro filos: Ascomycota, Basidiomycota, Zygomycota y Chytridiomycota. Por lo tanto quedan fuera del Reino Fungi, aquellos filogenéticamente distantes conocidos como “fungoides” o “tipo fungi” que incluye los Oomycetos, los mohos mucosos plasmodiales y celulares (Myxomycota y Acrasiomycota) y las redes mucosas (Laberinthulidos). Los fungoides poseen un evidente distanciamiento filogenético entre ellos y entre los Fungi; esta diferencia es reflejada no sólo en su ARN, sino en la estructura y su ciclo de vida (Tudge 2000). Sin embargo, con fines prácticos, se conoce como “fungi”, con minúscula, al grupo polifilético de Fungi y fungoides, ya que estos organismos juegan papeles semejantes en los ecosistemas y han sido tradicionalmente estudiados por micólogos y fitopatólogos (Bruns *et al.* 1991; Tudge 2000).

Actualmente se cree que el Reino Fungi constituye un grupo monofilético, muy relacionado a los animales (Tudge 2000), compartiendo con ellos algunas características como estructuras quitinosas, almacenamiento de glucógeno, codificación mitocondrial UGA para el triptófano, secreción de enzimas para la hidrólisis de polisacáridos, proteínas, ácidos nucleicos, lignina y lípidos con el fin de absorber estos nutrientes (Bartnici 1987); además semejan a los animales no sólo en el modo de nutrición, sino en el almacenamiento de materiales nutritivos. Como muchos organismos eucariotas, los hongos pueden acumular lípidos como reserva de carbono (Carlile 1994).

Los Basidiomycota y Ascomycota son cada uno monofiléticos y juntos forman el clado más derivado (Bruns *et al.* 1992). En cambio los filos Chytridiomycota y

Zygomycota no están bien cimentados como grupos monofiléticos (Nagahama *et al.* 1995). La evidencia de caracteres morfológicos compartidos como hifas regularmente septadas y estadio dicariótico en el ciclo de vida, usualmente han sido un soporte para la cercana relación entre Basidiomycotas y Ascomycotas. Actualmente esto ha apoyado la hipótesis con análisis molecular (Burns *et al.* 1991).

Chytridiomycota es el único taxón en el Reino Fungi que posee gametos con flagelo posterior. De todas maneras, los flagelos son una característica primitiva de eucariotas (o por lo menos del clado que incluye hongos, plantas, y animales) (Tudge 2000). En ausencia de muchos caracteres derivados morfológicos y bioquímicos, Chytridiomycota ha sido redefinido por análisis molecular (Burns *et al.* 1991). La exacta naturaleza de la intergradación entre Chytridiomycota y Zygomycota no está fuertemente apoyada por datos en la actualidad (Nagahama *et al.* 1995).

a. Filo Chytridiomycota. Este grupo está formado principalmente por hongos acuáticos microscópicos, aunque algunos pueden crecer también sobre materia orgánica en descomposición u organismos vivos como gusanos, plantas y otros hongos. En este caso, las esporas, llamadas “zoosporas”, poseen flagelos que les permiten moverse en medios líquidos (Mata 1999). Las fases vegetativas de este filo varían grandemente en apariencia, pero todas producen zoosporas con flagelo posterior (Kendrick 1992).

Los Chytridiomycota se han presentado tradicionalmente como los hermanos de todos los demás hongos, lo que significa que se presume que estos son los más cercanos a la forma ancestral debido a que: a) Son primariamente acuáticos y podemos asumir que el Reino Fungi se originó del agua, tal como Animalia y Plantae, y b) Aunque poseen características muy similares a los demás hongos, poseen además gametos móviles (gametos con flagelos) (Tudge 2000). Análisis filogenéticos recientes favorecen también que algún punto del

linaje de los Chytridiomycota ocupa la rama más basal del Reino Fungi asumiéndose como el filo más cercano a la forma ancestral de los hongos (Nagahama *et al.* 1995). Muchas veces se considera a los Chytridiomycota y a los Zygomycota en un mismo clado como los “hermanos” más primitivos de los Ascomycota y Basidiomycota debido a que se ha descubierto una relación entre los Zygomycota y *Blastocladiella*, uno de los géneros más primitivos de los Chytridiomycota. Los quítridos son un grupo antiguo, que parece haber divergido de los hongos terrestres hace 550 millones de años, cerca del comienzo del período Cámbrico (Tudge 2000).

Los Chytridiomycota viven comúnmente como saprofitos, algunos son parásitos facultativos y algunos son parásitos obligados. Viven sobre o dentro de algas, otros Chytridiomycotas u hongos acuáticos, animales microscópicos como los rotíferos o larvas de mosquitos, huevos de animales microscópicos, raíces de plantas superiores y restos vegetales. Si las condiciones ambientales se vuelven favorables, los quítridos parásitos pueden multiplicarse tan rápido que las poblaciones naturales de los hospederos pueden infectarse en proporciones epidémicas, lo que resulta en la disminución de las poblaciones (Moore-Landecher 1990). Las raíces de plantas terrestres pueden ser parasitadas por quítridos de géneros como: *Olpidium*, que daña las raíces de gramíneas y muchas otras plantas, además de ser vector del virus de la mancha necrótica del melón (MNSV); *Physoderma*, que daña también órganos aéreos de plantas como la mancha café del maíz, *Synchytrium*, que ocasiona la verruga negra de la papa y *Urophlyctis* el cual ocasiona la verruga de la corona de la alfalfa (Agrios 1999).

b. Filo Zygomycota. Este grupo está compuesto por hongos microscópicos de crecimiento rápido que son colonizadores primarios de sustratos con fuentes de carbono accesible. Este filo posee menos del 1% de las especies de hongos conocidas (Kendrick 1992). Estos hongos pueden desarrollarse sobre materia orgánica en descomposición (como el moho sobre el

pan), aunque también se pueden encontrar en el tracto digestivo de algunas especies de artrópodos, como los insectos o formando simbiosis con las raíces de muchas plantas (Mata 1999). El nombre deriva de la forma en que se reproducen sexualmente por fusión o conjugación de gametangios morfológicamente similares para formar un zygosporangio (zygos, gr. yugo o unión) (Kendrick 1992). Los Zygomycota probablemente tendrán que ser reclasificados debido a que el grupo parece ser polifilético y puede que esté mezclado con algunos Chytridiomycota (Tudge 2000).

Los Glomales, del orden Entomophthorales de los Zygomycota, han sido encontrados en compañía de rizomas de algunos de los más antiguos fósiles del mundo de plantas vasculares del género *Rhynia* que data del Devoniano temprano, hace 400 millones de años. Los Glomales son grandes hacedores de micorrizas, esto indica que las plantas y los hongos han estado trabajando juntos desde que ambos migraron hacia un sistema terrestre, sin asumir precisamente que estos Glomales son los hongos más antiguos sobre la tierra. Esto se debe a que en el mismo grupo de plantas se han encontrado hifas que aparentemente provienen de hongos más modernos tales como Ascomycotas y Basidiomycotas. Por lo tanto la división entre Zygomycotas de los dos grupos: Ascomycotas y Basidiomycotas probablemente tuvo lugar antes del período Devónico temprano (Tudge 2000).

Los Zygomycota son hongos estrictamente terrestres, sus esporas suelen flotar en la atmósfera y son organismos saprofitos o parásitos débiles de plantas o de sus productos, en los que ocasionan pudriciones blandas o mohos. Algunos de ellos, como es el caso de *Rhizopus*, son patógenos oportunistas del hombre (Agrios 1999). Dos géneros de Zygomycota producen enfermedades en plantas vivas o en sus tejidos. *Choanephora*, el cual ataca los órganos florales marchitos y que a partir de ellos invaden a los frutos y causa la pudrición blanda de calabazas, pimientos y otros. *Rhizopus*, el moho común del pan, que además ocasiona la pudrición blanda de muchos frutos carnosos, hortalizas,

flores, bulbos, cormos, semillas, etc. (Agrios 1999). Otro género, *Mucor*, origina también el enmohecimiento del pan y de otros productos vegetales procesados (Agrios 1999).

En el lado positivo, algunos miembros de *Rhizopus*, *Mucor*, *Aspergillus* y otros Zygomycota se utilizan para producir productos de importancia comercial. Éstos incluyen ácidos orgánicos (Ej. ácido cítrico), pigmentos, comida oriental fermentada, alcoholes y esteroides modificados. El género *Phycomyces* ha servido como un organismo experimental debido a la respuesta a la luz y los requerimientos nutricionales (Moore-Landecher 1990). Algunos géneros de Zygomycota como *Glomus* y *Gigaspora*, son hongos que se asocian a las raíces de las plantas y forman endomicorrizas (Agrios 1999).

c. Filo Ascomycota. Es el grupo más grande del Reino Fungi con más de 32,000 especies. Estos incluyen tanto especies saprofitas como parásitas. Muchos son micorrizas y además constituyen casi la mitad de todas las especies conocidas que forman líquenes. Este grupo contiene organismos muy diversos que van desde hongos económicamente muy importantes como las levaduras, hasta los dañinos mildius, los mohos de pan como *Penicillium* (que además es la fuente original de la penicilina) y algunos hongos comestibles muy valorados como las colmenillas (género *Morchella*) y las trufas (género *Tuber*) (Arora 1986; Tudge 2000). En este filo se agrupa una gran cantidad de hongos patógenos de plantas y animales y algunos que crecen sobre alimentos, además algunos de los que podemos encontrar sobre cuero, tela, papel, vidrio, lentes de cámaras, paredes, etc. (Mata 1999).

Los Ascomycotas macroscópicos poseen formas muy variadas, como por ejemplo de copa, botón, colmena, dedos, etc. (Mata 1999). La característica principal, pero microscópica es la presencia de estructuras reproductoras microscópicas llamadas ascos, que dan origen a las esporas (ascosporas). Los ascos son células especializadas con forma de saco en cuyo interior se forman

las ascosporas, a menudo en cantidades de ocho, pero puede variar de 1 a miles (Arora 1986; Mata 1999).

Las esporas del género *Ophiostoma* del orden Ophiostomatales (que incluyen al agente causante de la enfermedad del Olmo holandés *Ophiostoma ulmi*) de los Ascomycota son dispersadas por escarabajos que dejan una característica “galería” debajo del tronco del que se alimentan. Estas “galerías” fueron encontradas en fósiles de madera que datan del período Cretáceo lo cual sugiere que estos escarabajos provienen del Cretáceo temprano tal vez hace 140 millones de años. *Ophiostoma* puede que provenga aproximadamente de esa época (Tudge 2000).

Aunque estudios moleculares sugieren que los Ascomycotas datan solamente del Carbonífero, hace 330 - 310 millones de años, hay algunas esporas fósiles que semejan ascosporas y que datan del período Silúrico temprano. Pero ya que Ascomycota se considera grupo hermano de Basidiomycota; puede ser que estas esporas hayan sido producidas por el hongo antecesor común a estos grupos modernos (Tudge 2000). Varias especies macroscópicas de este filo han sido probadas como colorantes de lana, entre ellas están: *Gyromitra infula*, *Bulgaria inquinans*, *Daldinia concentrica*, *Daldinia grandis*, *Geoglossum viride*, *Hypomyces lactifluorum* (Rice 1980).

d. Filo Basidiomycota. El Filo Basidiomycota incluye hongos macroscópicos de diversas formas: de sombrilla, de coral, de repisa, algunos gelatinosos y de forma globosa y otros. También pertenecen a este filo algunos microscópicos con aspecto polvoriento o de mancha que crecen sobre diversas estructuras de plantas. Los Basidiomycota son de gran importancia económica ya que incluyen algunos hongos muy perjudiciales para cultivos como las mencionadas royas y carbones. Por otro lado son importantes también porque incluyen a la mayoría de hongos comestibles.

El filo se caracteriza a nivel microscópico por la presencia de estructuras reproductoras especializadas llamadas basidios, las cuales dan origen a las esporas (basidiosporas), pero en forma externa, generalmente en grupos de cuatro (Mata 1999). Son un grupo enorme que contiene más de 22,000 especies conocidas. Estos pueden agruparse como hermanos de los Ascomycotas, formando así un clado que a la vez puede ser visto como hermano del clado formado por los grupos más primitivos Zygomycota y Chytridomycota (Tudge 2000).

Los Basidiomycotas divergieron de los Ascomycotas hace más o menos 390 millones de años. Un posterior fósil de hifa que data del Devónico tardío hace 360 millones de años puede que sea Basidiomycota, aunque el primer fósil inequívoco de Basidiomycota data de hace 290 millones de años- hifas encontradas en tejidos de un helecho del Carbonífero tardío (Tudge 2000). Este grupo ha ganado gran importancia como colorantes de lana y otras fibras naturales produciendo una amplia gama de colores, además como especies alimenticias y medicinales (Mata 1999; Rice 1980).

5. El color en los hongos. El color es una de las características más notables de cualquier hongo, pero es también una de las más engañosas y variables. Muchos de los pigmentos de los hongos son altamente sensibles a los cambios ambientales. Rayos solares directos o una lluvia prolongada pueden blanquear a un hongo drásticamente. El color puede depender incluso de la edad del hongo. Un *Hygrocybe conica* inmaduro suele ser rojo, anaranjado o amarillo, pero se ennegrece con el tiempo. Por esta razón, el color debe utilizarse siempre en conjunto con otras características para una identificación bien respaldada (Arora 1986).

El color del estípite (pie) del hongo no es tan cambiante debido a que está protegido por el píleo (sombbrero), pero el color del himenio (laminillas) generalmente cambia conforme las esporas maduran. De hecho, la disparidad

en el color de las laminillas puede ser tan grande que un espécimen viejo y uno joven pueden ser confundidos por diferentes especies a menos que se encuentre un espécimen en estado de transición (Arora 1986).

La descripción del color es otro problema. Las fotos a color pueden servir de gran ayuda, pero aún ellas difícilmente muestran el grado de variación entre algunas especies. Para describir los colores puede ser útil relacionarlo a términos familiares como un tono “vináceo”, aunque para mayor especificidad se puede comparar con tablas de color estandarizadas (Arora 1986).

El tejido de muchos hongos se oxida cuando es expuesto al aire y puede pasar por varios tonos de color cuando se comprime. Esto puede ocurrir instantáneamente, como el azulamiento de los tubos y la carnosidad en *Boletus erythropus*, o lentamente (durante varias horas), como el enrojecimiento de la carne en *Amanita rubescens* (Arora 1986).

6. Color y la cultura humana. Desde las pinturas rupestres realizadas por nuestros más remotos antepasados, se hace evidente que el descubrimiento de pigmentos y el uso del color van de la mano con la evolución y el desarrollo de las culturas humanas. De hecho, los lingüistas y antropólogos han constatado que la percepción del color es universal entre todos los grupos humanos, aunque la gran variación en la identificación de gamas y tonos da forma a diversos parámetros culturales. Por ejemplo, lo que para nosotros son tres colores diferentes con numerosas gamas azules, verdes y grises, para los mayas tiene un solo nombre: *yax*, que significa “fresco” (planta-renovación-cielo) (Turok 1996).

En este mismo sentido se ha apreciado que entre las diversas culturas ciertos colores adquieren importancia simbólica y espiritual, estando ligados a la cosmovisión. Por ejemplo, para los mayas los puntos cardinales tenían un

color asociado: el negro con el norte, el amarillo con el sur, el rojo con el oriente y el blanco con el poniente; generalmente *yax*, el centro verde-azul, era símbolo del árbol de la Ceiba Sagrada, que unía en sus raíces, tronco y ramas al inframundo con la tierra y el cielo (Turok 1996).

Por otra parte se puede afirmar que ciertos colores vinculados a la indumentaria, particularmente el rojo-escarlata y el morado-violeta, han llegado a representar poder y las más altas posiciones sociales entre gobernantes y líderes teócratas entre civilizaciones como la romana, la japonesa, la incaica y, probablemente también la mesoamericana (Turok 1996). La gran diversidad biológica de Mesoamérica se refleja en los colorantes naturales que aportó el medio. Pero, sin lugar a dudas, el mérito mayor corresponde a los hombres y mujeres de los antiguos pueblos, quienes llevaron el descubrimiento de las propiedades tintóreas de minerales, plantas y animales a una transformación cultural. Es decir que, al profundizar en el conocimiento de los ciclos biológicos de las fuentes de los tintes, lograron un manejo sustentable de los recursos y en algunos casos su domesticación y cultivo (Turok 1996).

De igual manera, implica haber sabido que en la mayor parte de los casos era necesario combinar los tintes con plantas y minerales cuyos agentes activos funcionaban como mordientes que hacen más receptiva la fibra al color, fijadores que ayudan a la permanencia del color y entonadores que cambian el color, necesarios ante todo para lograr la solidez frente al agua y la luz, también para obtener variación en los tonos y gamas (Turok 1996).

7. Cultura del teñido. El teñido es un arte, es una conjunción de técnica y de color que emanó de culturas que alcanzaron diferentes grados de desarrollo y que no se circunscribieron a un espacio limitado, sino que influyeron con mayor o menor intensidad según las circunstancias históricas, en áreas muy distantes unas de otras. El teñido, como las otras actividades, es un camino

válido para comprender el legado de un pueblo, es también un diagnóstico cultural. Teñir ha sido empleado por casi todas las civilizaciones de la antigüedad. Mucho antes de la aparición de los tintes químicos, la humanidad sólo contaba con la naturaleza como fuente para obtener los colores (Castillo 1994).

El teñido con pigmentos naturales se ha convertido en una actividad muy poco frecuente en países donde este arte fue muy popular en otros tiempos. Por ello los tintoreros artesanos de países occidentales tienen la gran responsabilidad de mantener vivo este arte (Castillo 1994). Estos tintes fueron remplazados en países desarrollados a partir de 1856 por tintes sintéticos o químicos (conocidos como anilina) cuyo rango de color y resistencia a la luz logró ser superior a los naturales (Rice 1980). Hoy en día, la preocupación por el ambiente se ha convertido en un aspecto importante y los aficionados a los tintes naturales deben tener en cuenta las consideraciones sobre seguridad y conservación del medio ambiente (Castillo 1994).

Actualmente los hongos han tomado un nuevo enfoque: utilizarlos como tintes naturales, ya que permiten combinar colores con facilidad al obtenerse una amplia gama de tonos claros a oscuros. Esta idea es aceptada debido a la gran cantidad y variedad de hongos silvestres existentes, por lo cual se les considera un verdadero potencial (Portillo y Vigueras 1995).

8. Colorantes. Se denomina colorante o tinte a cualquier sustancia química u orgánica que tiene la propiedad de transferir color a fibras, cuero o cualquier otro material. El color de un compuesto depende de su capacidad de absorber parte de la luz en ciertas regiones del espectro visible (García 1981; Roquero y Córdoba 1981).

Algunos colorantes pueden extraerse muy sencillamente. Son solubles en agua y basta dar un hervor a la parte de la planta que lo contiene. Otros, sin embargo, no son solubles directamente en agua y necesitan una fermentación previa (Roquero y Córdoba 1981). Algunas sustancias tiñen por sí mismas; son los llamados tintes substantivos. Tienen una afinidad natural hacia la fibra a la que se unen químicamente. Estos incluyen los tintes a partir de cáscara de nuez o líquenes (Roquero y Córdoba 1981). Otras sustancias necesitan de un vehículo intermedio para ceder el color, fijarse sobre la fibra y no sufrir alteración alguna con el lavado, el sol, etc. Este vehículo se llama mordiente. El mordiente forma sales insolubles en agua, fijadas sólidamente a la fibra (García 1981; Roquero y Córdoba 1981).

Cuando el colorante se disuelve en el agua puede que quede como moléculas intactas, considerándosele como neutras, o puede disociarse en pequeñas unidades cargadas llamadas iones. La carga en estos iones puede ser positiva o negativa, el tipo negativo suele ser más común (Adrosko 1968).

a. Tipos de colorantes

1) **Colorantes *simples (sustantivos)***, los cuales tienen una afinidad directa por la fibra y están usualmente coloreados por sí mismos. Estos son generalmente muy fugitivos, pero el color puede ser fijado mediante un tratamiento posterior con cobre o hierro. En esta categoría se incluyen los colorantes que tiñen la lana sin necesidad de un mordiente (Adrosko 1968).

2) **Colorantes *ácidos***, los cuales tiñen lana y seda directamente en un baño ácido o neutro. Estos colorantes son muy fáciles de aplicar, pero tienen poca resistencia al lavado y a la luz. Los colorantes extraídos de bayas están colocados en esta categoría (Adrosko 1968).

3) **Colorantes *alcalinos***, los cuales tiñen la lana y la seda en baño alcalino, y al algodón después de ser tratado con ácido tánico. La resistencia

del color de estos colorantes va de media a baja, pero la facilidad del teñido es una ventaja (Adrosko 1968).

4) *Colorantes directos*, los cuales tienen una afinidad directa por el algodón. Estos colorantes tienen una resistencia pobre al lavado, pero alta resistencia a la luz y una fácil aplicación (Adrosko 1968).

5) *Colorantes mordentados*, en los cuales iones metálicos cargados positivamente forman puentes entre la fibra y las moléculas de colorante. Los iones metálicos más comúnmente utilizados son el aluminio, cromo, cobre, hierro y estaño (Adrosko 1968).

9. **Mordientes.** Los mordientes son sustancias con las cuales se tratan los hilos o tejidos antes de teñirlos para que sus fibras puedan fijar bien el colorante; su uso posibilita que los efectos del teñido sean duraderos. Los mordientes son generalmente sales de metal inorgánicas o pueden ser compuestos vegetales. Antiguamente se utilizaban productos naturales para morder lana como agallas de roble y cenizas. Actualmente se utilizan por su acción más enérgica, fundamentalmente sales metálicas de aluminio, cobre, estaño y otros (Roquero y Córdoba 1981; Jaramillo 1988). El mordiente rompe el enlace hidrogenado situándose el ión metálico del mordiente en la proximidad del átomo de hidrógeno de la fibra. Al introducir la fibra mordida en la disolución del tinte, se forma un conjunto ión del mordiente-tinte que es insoluble (Roquero y Córdoba 1981).

La naturaleza química de la disolución mordiente-tinte puede ser ácida o alcalina. El dato del pH al que se realiza la tinción es importante ya que es posible variar de tono una teñida acidificando un baño alcalino o viceversa. Casi todos los mordientes (sales metálicas) dan a sus disoluciones carácter alcalino a excepción de las sales de cromo, que dan una disolución ácida. Así también, la utilización de distintos mordientes con un mismo tinte va a dar

como resultado una gama de colores diferentes (Roquero y Córdoba 1981). Son muy pocos los colorantes que actúan sobre la fibra sin el recurso de un mordiente, incluso los que actúan como ácidos o bases se incorporan a la estructura molecular de éstos con buen resultado resultando más resistentes a la luz y al lavado (Roquero y Córdoba 1981).

10. Fibra textil. En la tinción con colorantes naturales, la química de la fibra es tan importante como la propia química de los colorantes. Las fibras se clasifican comúnmente en dos tipos de acuerdo a su origen animal o vegetal (Adrosko 1968). Las fibras de origen animal, lana y seda, están constituidas principalmente de proteína. Estas fibras tienen muchos puntos o sitios químicamente activos. Tienen la habilidad de actuar tanto como ácidos o bases y tienen una afinidad natural por los colorantes (Adrosko 1968).

La lana está constituida por proteínas fibrosas del tipo α -queratinas, las cuales pertenecen a la familia de proteínas de filamento intermedio (FI) y contienen entre 10 y 14% de cisteína. Las α -queratinas son proteínas encontradas en mamíferos que proporcionan fuerza y/o flexibilidad estructural. Además de estar presentes en la lana constituyen casi todo el peso seco del pelo, uñas, garras, cuernos y la mayor parte de la capa externa de la piel (Nelson y Cox 2000).

La hélice de α -queratina está formada por dos hebras de queratina paralelas giradas hacia la derecha enrolladas fuertemente, este retorcimiento amplifica la fuerza de toda la estructura (Nelson y Cox 2000). Las grandes moléculas de proteína de la lana están unidas en cadena por una serie de enlaces o puentes. Estos puentes son los sitios de mayor acoplamiento al colorante en el caso de los colorantes que se aplican mediante mordientes químicos, y también son los sitios por donde atacan los químicos que destruyen las fibras (Adrosko 1968). La naturaleza de estos puentes es más débil que la de los propios de la cadena y son además centros químicamente activos. Esto

quiere decir que cualquier modificación del medio químico en que esté inmersa la fibra produce un desequilibrio en esos centros, modificando su configuración (Roquero y Córdoba 1981).

Se distinguen tres tipos de puentes:

- *Puentes salinos*: se establecen entre dos cadenas individuales, que enfrentan áreas ocupadas por radicales ácidos y básicos. Por ser de signos opuestos las cargas eléctricas de los radicales, la cohesión se crea al atraerse estos radicales entre sí. El agua tiene la particularidad de debilitar la cohesión de estos puentes (Roquero y Córdoba 1981).
- *Puentes hidrogenados*: se establecen entre dos cadenas individuales que enfrentan zonas sobrecargadas positivamente a zonas sobrecargadas negativamente. Normalmente las zonas positivas son sede de un átomo de hidrógeno, lo que da nombre al puente. Este enlace se rompe al poner la fibra en presencia de disoluciones de sales metálicas y otros reactivos (mordientes) (Roquero y Córdoba 1981).
- *Puente sulfurado*: es el más fuerte de todos y se crea por la presencia de átomos de azufre que unen dos cadenas entre sí. No obstante, al tratar la lana con ácidos y bases fuertes (lejías), este puente se rompe y destruye la cohesión de las cadenas moleculares entre sí, quedando la lana quebradiza e inservible (Roquero y Córdoba 1981).

Las fibras de origen vegetal están constituidas predominantemente por celulosa, un carbohidrato complejo, en el cual la mayoría de sitios químicamente activos o eléctricamente atractivos están ya ocupados formando enlaces muy fuertes para la formación de la propia molécula. En algunos puentes de hidrógeno, los átomos de oxígeno no enlazados están disponibles y son probablemente el sitio en donde se adhieren los colorantes directos del algodón. Los mordientes utilizados para algodón y lino trabajan rompiendo la molécula de celulosa a manera de proporcionar sitios químicos y eléctricos adicionales para que el colorante pueda interactuar (Adrosko 1968).

11. Química del teñido con hongos. Las moléculas de los colorantes son bastante grandes, compuestas de 30 a 80 átomos, con una variable cantidad de átomos de carbono (C) y ocasionalmente átomos de nitrógeno (N) y oxígeno (O). Adheridos a esta cadena pueden haber pequeños grupos de átomos que pueden ser tanto inertes, como el hidrógeno (H), o importantes para el color y otras propiedades como el grupo hidroxilo (OH), metilo (CH₃), metoxi (OCH₃), o carboxilo (COOH) (Rice 1980).

Los átomos están conectados unos a otros en la molécula por enlaces químicos. Los dobles enlaces conjugados son muy comunes en los colorantes, pero también los hay simples y muy débiles como en el caso de los enlaces entre hidrógeno y oxígeno. Consecuentemente, el hidrógeno algunas veces se desplaza de la molécula dejando átomos de oxígeno cargados negativamente que quedan disponibles para formar futuros enlaces entre el colorante y la fibra (Rice 1980).

a. Fijación molecular a la fibra. Los colorantes pueden unirse a las fibras de varias maneras. Los colorantes reactivos contienen cloro y van a adherirse químicamente a los grupos hidroxilo de la celulosa (papel, algodón, lino). Algunos colorantes en el género *Dermocybe* contienen cloro y colorean el algodón, pero en general, los colorantes de hongos carecen de esa propiedad. Los colorantes con grupos ácidos, que son los más comunes en hongos, van a formar enlaces iónicos con grupos amino, presentes en lana y seda pero no en la celulosa. Los iones metálicos provenientes del mordiente (aluminio, estaño, cobre, hierro, etc.) forman enlaces iónicos con grupos hidroxilo del colorante o bien de las fibras. Los grupos hidroxilo que no son utilizados en la adhesión a la fibra son bloqueados por el mordiente; esto facilita la tinción y es menos probable que el colorante se disuelva en el agua (Rice 1980).

El mordiente también conecta varias moléculas del colorante para formar una mezcla pegajosa de mordiente y colorante, llamada *laguna*, la cual

permite una mayor adherencia del colorante a la lana o seda. Estas lagunas permiten aún la adherencia del colorante al algodón. Las lagunas no son tan rápidas como los puentes directos especialmente en el algodón. Para formar una buena laguna el mordiente debe poseer un metal de valencia -3 cuyo hidróxido no sea soluble en agua y no esté coloreado por sí mismo. El aluminio y el estaño son metales ideales para esto (Rice 1980).

Algunos colorantes pueden ser depositados en la fibra como precipitados insolubles. Esto sucede entre los colorantes de hongos cuando taninos reaccionan con un mordiente de hierro para producir sustancias moradas o cafés que se adhieren superficialmente a la superficie rugosa de la fibra. Los precipitados combinados con otros colorantes producen interesantes efectos tridimensionales. Debido a los precipitados tanino-hierro tan oscuros, al mezclarlos con otros colorantes se dice que “entristece” el color básico u original (Rice 1980).

Los pigmentos con grupos amino se espera que formen enlaces iónicos con grupos hidroxilo. Debido a que las fibras del hongo están compuestas mayormente de quitina (sustancia relacionada a la celulosa) con varios grupos hidroxilo, los pigmentos en las fibras son casi imposibles de disolver en agua como solvente y de esta manera ya no son de utilidad como colorantes (Rice 1980).

1) Antraquinonas. *La alizarina, el colorante obtenido de la rubia (Rubia tictorum) y la cochinilla (Dactylopus coccus), la fisciona de los líquenes anaranjados y la emodina del ramno (Rhamnus sp.) son colorantes naturales altamente valorizados que pertenecen al grupo de las antraquinonas, caracterizado por un anillo de quinona entre dos anillos aromáticos que poseen varios grupos de auxocromos. Se conocen aproximadamente 20 diferentes quinonas en los hongos, mayormente en el género Dermocybe y otras 60 de varios mohos (Rice 1980).*

Las antraquinonas pueden estar por sí solas o formando glucósidos, los cuales necesitan de un baño de vinagre para hacer un color más duradero. Las más importantes son:

- Dermocibina, con un rojo brillante, que se mejora con un mordiente, abundante en *Dermocybe sanguinea*, *D. semisanguinea*, *D. phoenica*, etc. (Rice 1980).
- Dermorubina, de color rosa, no afectado por un mordiente, abundante en las especies anteriores como en *Dermocybe cinnamomea*, *D. cinnamomeo-badia*, etc. (Rice 1980).
- Emodina, de color anaranjado, mejorado al utilizar mordientes, abundante en *Dermocybe fervida*, *D. malicoria*, *D. croceifolia*, etc. (Rice 1980).
- Fisciona, de color amarillo naranja, abundante en *Dermocybe crocea* (Rice 1980).
- Falacinol, anaranjado rojizo, mejorado con mordientes, presente sólo en *Dermocybe cinnabarina* y variedades (Rice 1980).

Pequeñas cantidades de antraquinonas o antraquinonas dobles se encuentran en algunas especies de *Cortinarius* y *Tricholoma* (Rice 1980).

2) Derivados de ácido cinámico. La descomposición de la lignina, sustancia resinosa que constituye de 20 a 25% de la madera, produce ácido cinámico y sustancias relacionadas, así como el ácido conífero. Los hongos que viven en bosques vivos o muertos son capaces generalmente de romper la lignina (y parte de la celulosa), dejando una masa pálida y esponjosa de fibras de celulosa llamada podredumbre blanca. Casi todos estos hongos contienen colorantes amarillo o anaranjado, hispidina, norangonina e hifolomina, en los cuales uno de estos ácidos forma parte de la molécula. Estos colorantes ocurren en una gran variedad de hongos, desde los frágiles *Gymnopilus*, *Pholiota* e *Hypholoma* hasta los más fuertes y duros polyporos como *Inonotus* y *Phellinus* (Rice 1980). El hongo *Fomes*, contiene otro colorante café:

fomentariol, construido a partir de dos unidades cinámicas (Rice 1980). Estos colorantes no contienen los grupos ácidos apropiados y no son tan solubles en agua. La adición de amonio o lejía al baño del colorante hace que los grupos hidroxilo aledaños se comporten como un grupo ácido haciendo al colorante soluble, capaz de unirse a la fibra y con un color más intenso (Rice 1980).

3) Terfenilquinonas. Un anillo de quinona unido a las esquinas de dos anillos de benceno es el esqueleto básico de las terfenilquinonas. Las más simples son el ácido polipórico, atromentina y leucomelona con ninguno, dos o tres grupos hidroxilo en los anillos de benceno. Estos están presentes en los políporos *Hapalopilus* y *Boletopsis*, en los hongos de láminas *Paxillus atromentosus* y *Gomphidius glutinosus* e *Hydnellum* (Rice 1980).

Algunas de éstas son colorantes excelentes cuando se les agrega amonio. El ácido polipórico da colores púrpura y la ciclolucomelona da verdeazul. En *Sarcodon* el envejecimiento o la adición de lejía modifica el café del ácido telefórico a un azul brillante (Rice 1980).

4) Otras sustancias colorantes. *Muscarufina* y *muscaflavina* son colorantes anaranjado rojizo y amarillo de *Amanita* e *Hygrophorus*, relacionados con los pigmentos de betaina que contienen nitrógeno, encontrados en la remolacha y algunos cactus. Estos son muy solubles en agua, pero no se adhieren fuertemente a la fibra (Rice 1980).

Cinabarina es un colorante anaranjado encontrado en el políporo rojo *Pycnoporus*. Dos anillos de benceno están unidos mediante un puente de oxígeno y uno de nitrógeno que forman el cromóforo oxazona (Rice 1980).

Los taninos son un grupo variado de sustancias encontradas en madera, políporos y muchos otros hongos. Tienen dos anillos bencénicos y usualmente un puente de oxígeno. Algunos de ellos forman precipitados de café o violeta oscuro con mordiente de hierro (Rice 1980).

La melanina, formada por dos moléculas de aminoácidos, tirosina o dopatirosina, es de color café oscuro. Inicialmente es soluble en agua, pero rápidamente se polimeriza a una sustancia negra insoluble que no se adhiere a la lana. Es muy común en hongos viejos o en pudrición y van a dejar generalmente el baño de tinción de un color café, oscureciendo cualquier colorante verdadero que esté en el baño hasta que el agua sea escurrida del tejido (Rice 1980).

12. Mercado de tintes naturales. El mercado de fibra textil teñida naturalmente es cada vez mayor a nivel mundial, la “moda verde” está generando la oportunidad de encontrar nichos de mercado a nivel nacional e internacional con la producción de telas teñidas naturalmente (Pereira 1999).

Alemania es uno de los principales importadores de productos textiles artesanales, pero debido a la presencia de sustancias *azo* (grupos azoicos -N=N-) en los colorantes químicos de baja calidad, las cuales están asociadas al desarrollo de cáncer de piel, prohibieron la importación de muchos productos provenientes de Guatemala (Pereira 1999). Actualmente varios países europeos como Holanda, Suecia, Francia, Inglaterra y Dinamarca manejan la misma legislación sobre la prohibición de sustancias colorantes azo (ASIGUA 1997).

En Guatemala el grupo de trabajo de tintes naturales mejor organizado está localizado en San Juan la Laguna, del departamento de Sololá, con una capacidad de producción de 100 libras diarias de algodón teñidas con tintes naturales, elaborando productos como chalinas, caminos de mesa, tela típica, individuales, servilletas, chalecos, pantalones, etc. La calidad del producto es muy buena y ha tenido buena aceptación en ferias internacionales vendiendo hasta 1,000 chalinas en una feria de Costa Rica (Pereira 1999). Las ventas mensuales de este grupo de artesanos asciende aproximadamente Q. 25,000.00

(US\$ 3,125.00) según Pereira (1999); comercializando sus productos en Antigua Guatemala y Ciudad de Guatemala a través de Algodones Mayas, El Museo del Tejido Antiguo, La Casa del Gigante, Aj Quen (vendiendo productos por medio del mercado alternativo Natural Fair Trade) y en algunas oportunidades en el Mercado de Artesanías de la Ciudad Capital.

La Fundación Gabina, que opera principalmente en Momostenango, Totonicapán ha capacitado a varios artesanos en la elaboración de lana teñida naturalmente, centrándose en la elaboración de alfombras con diseños variados e innovadores que han sido comercializados tanto a nivel nacional como en ferias internacionales. Los precios de las alfombras van desde Q. 400.00 (US\$ 50.00) hasta Q. 1,200 (US\$ 150.00) dependiendo únicamente del tipo de tejido, no de la utilización de tintes químicos versus tintes naturales (Ajxup 2004). Esta fundación encuentra como principal obstáculo la certificación de sus productos como *productos teñidos con tintes naturales* debido a que la fibra de lana teñida naturalmente produce tonos mucho más brillantes que el algodón, debido a esto, muchos de los clientes dudan que el producto sea 100% natural (Ajxup 2004).

En general, las exportaciones artesanales han bajado en los últimos años, muchas veces por la excesiva oferta y mala calidad generalizada de los productos (ver figura 1) (Ajxup 2004). La baja calidad se ha demostrado en casi todas las etapas del proceso productivo ya que las técnicas y algunas formas de producción son impropias. La falta de innovación manteniendo los diseños estáticos sin ningún cambio a pesar de la tendencia de la moda, la falta de competitividad y los fletes aéreos más caros de Centro América, han contribuido grandemente en el decrecimiento de la demanda de productos artesanales guatemaltecos (Pereira 1999).

FIGURA 1. Exportaciones de productos artesanales guatemaltecos



(Pereira 1999)

13. Descripción del área de estudio. El departamento de Totonicapán tiene una extensión territorial de 1,061 Km², que equivale al 1% del país. Limita al norte con los departamentos de Huehuetenango y Quiché, al sur con Sololá y Quetzaltenango, al este con Quiché y al oeste con Quetzaltenango (Gramajo 1997). Por su posición altitudinal, el clima del departamento, de acuerdo al sistema Thornthwaith, tiene la categoría de húmedo, con déficit moderado en el verano, mesotérmico, con invierno benigno. La precipitación tiene un valor aproximado de 1,000 mm anuales, con 97 días de lluvia, de abril a noviembre, una humedad relativa cercana al 80% (Gramajo 1997).

La zona de vida, según el sistema de Holdrige, es bosque muy húmedo subtropical frío, con abundante biodiversidad presente en los bosques naturales mixtos. Las principales especies arbóreas son: Pinabete (*Abies guatemalensis*), Pino blanco (*Pinus ayacahuite*), Pino colorado (*Pinus rudis*), Encino (*Quercus* sp.), Aliso (*Agnus* sp.) y Madrón (*Arbutus xalapensis*) (Gramajo 1997).

El territorio se diferencia en tres regiones. La primera formada por valles en donde se ubican los poblados de San Andrés Xecul, San Cristóbal Totonicapán y la cabecera Totonicapán. La segunda, que abarca las cumbres o tierras altas, desde la cumbre de Alaska, pasando por María Tecún, San Francisco el Alto, Pologuá, Palomora, San Antonio Sija, Chivarreto, Pasajoc, San Vicente Buenabaj, hasta el Cerro Tená. La tercera formada por la llamada tierra templada, que incluye Momostenango, Santa María Chiquimula y Santa Lucía la Reforma (Gramajo 1997).

El 81% de las tierras de Totonicapán tienen potencialidad para bosques. Sólo el 19% es apropiado para cultivos agrícolas intensivos. Esto confirma la predominante vocación forestal de los suelos del departamento, ya que la actividad agrícola se ve limitada por las pendientes escarpadas, la superficialidad de los suelos y el consecuente riesgo a la erosión. Gran parte de las tierras de Totonicapán están erosionadas y son improductivas, como puede observarse de manera especial en el municipio de Momostenango (Gall 1983; Gramajo 1997).

La cobertura boscosa es comparativamente superior al resto de los departamentos del país, con un 57.2% de cobertura sobre un promedio nacional del 30%. Esta cobertura boscosa está compuesta en su mayor parte por bosques de coníferas (46.14%), latifoliados (8.0%) y mixtos (2.51%). El área boscosa es mayor a la ocupada con fines agrícolas y asentamientos humanos (42.8%) (Gramajo 1997).

Entre las principales industrias que han existido en el departamento son la de tejidos de lana, en la cual se han especializado determinados municipios como Momostenango y San Francisco el Alto (Gall 1983). A nivel nacional e internacional se reconoce artesanalmente a Totonicapán por sus textiles, cerámica y muebles de madera. Según el último censo artesanal de 1978, el

departamento contaba con 5,159 establecimientos artesanales, es decir, el 12% del total nacional. Para ese entonces, una de cada seis familias realizaba alguna actividad artesanal. Esto ha tenido un alto significado sobre el estado de conservación de los recursos naturales, ya que al desarrollar actividades alternativas complementarias a las agrícolas, se reduce en cierta medida la presión social agraria sobre los recursos naturales, especialmente de los bosques (Gramajo 1997).

B. JUSTIFICACIÓN

La mayoría de los colorantes químicos utilizados en la artesanía guatemalteca provienen de países asiáticos, estos colorantes se caracterizan por ser de costo inferior a los producidos en Alemania y a la vez de inferior calidad, permitiendo que la tela se destiña con facilidad y conteniendo sustancias azo, consideradas actualmente como peligrosas para la salud del ser humano por el alto potencial cancerígeno, alérgico y venenoso (ASIGUA 1997; Pereira 1999). Debido a esto, muchos países europeos han prohibido la importación de productos artesanales guatemaltecos, afectando la economía de este sector (Pereira 1999).

Además del impacto negativo hacia la salud por colorantes químicos, la creciente “moda verde”, influenciada por las grandes tendencias ecológicas actuales, han hecho que los colorantes naturales adquieran cada vez mayor auge. Por esta razón, es necesaria la investigación en el campo del teñido natural, principiando por la exploración de posibles fuentes de tintes naturales que puedan proveer gamas de colores necesarias para cubrir las exigencias de la artesanía guatemalteca, logrando así una línea de productos “ecológicos”.

En Guatemala existe ya la técnica para el trabajo con tintes naturales en algunas comunidades como en San Juan La Laguna (en donde trabajan principalmente el algodón) y Momostenango (en donde se trabaja la lana). En

estos lugares los tintes son extraídos en su mayoría de productos vegetales (diversas hierbas y cortezas) aunque también se compran algunos colorantes provenientes de insectos como la cochinilla.

La implementación del uso de hongos como fuente tintórea puede proporcionar una mayor gama y tonalidad de colores naturales que no se haya obtenido con plantas o insectos. Además, la utilización de hongos como colorantes para la industria textil artesanal puede proporcionar un mayor atractivo en el mercado de los productos de tintes naturales, tanto en el comercio nacional como internacional.

El uso de hongos en cooperativas de colorantes naturales de Momostenango como materia prima para la tinción de lana podría aumentar el mercado del producto y mejorar los ingresos económicos en las comunidades que trabajen la lana.

C. OBJETIVOS

1. Objetivo general. Comprobar la capacidad tintórea sobre lana de diversas especies de hongos recolectados en áreas boscosas del municipio de Momostenango, Totonicapán, Guatemala.

2. Objetivos específicos

- Determinar la variación tintórea de las especies recolectadas en Momostenango, Totonicapán, mediante el uso de diversos mordientes.
- Determinar la variación tintórea entre los diferentes órdenes fúngicos recolectados en bosques de Momostenango, Totonicapán.
- Determinar la capacidad tintórea de las especies de hongos sobre otras fibras como algodón y poliamida.

D. HIPÓTESIS

Los hongos recolectados en áreas boscosas del municipio de Momostenango, Totonicapán pueden ser utilizados para teñir lana.

II. METODOLOGÍA

A. RECOLECTA DE HONGOS

Se realizaron tres recolectas en meses de alta precipitación pluvial (junio y julio) tratando de obtener la mayor diversidad de especies posible en cada viaje y evitando la recolecta de especies repetidas. Los hongos se recolectaron mediante caminatas en áreas boscosas del municipio de Momostenango, Totonicapán. Se seleccionaron únicamente hongos encontrados en volumen significativo (aproximadamente de ½ litro) evitando hongos demasiado pequeños (menores a 4 cm). Se anotaron los datos morfológicos del hongo y se tomó una fotografía. Cuando fue posible, los hongos fueron identificados en el lugar, o en el laboratorio cuando se necesitó de características microscópicas. Los hongos se transportaron envueltos en papel encerado y se colocaron en hieleras sobre un cartón para evitar que el hielo deshecho pudiera mojarlos. De esta manera los hongos pudieron ser trabajados en estado fresco en la ciudad capital.

B. TRABAJO CON LA FIBRA

Se trabajó principalmente la fibra de lana natual (sin mordiente), lana premordentada: con tres mordientes químicos: sulfato de hierro, alumbre y sulfato de cobre; y dos mordientes naturales: tallo de maiceno (*Musa ensete*) y semilla de aguacate (*Persea americana*).

Los mordientes químicos se utilizaron de acuerdo a las proporciones utilizadas por Rice, 1980.

- Alumbre (4 oz de lana)
3 cucharaditas de alumbre (sulfato de potasio y aluminio)(28 g).
2 cucharaditas de cremor tártaro (tartrato ácido de potasio) (10 g).
- Cobre (4 oz de lana)
1 cucharada de sulfato de cobre (12 g)

- Hierro (4 oz de lana)
4 ½ cucharaditas de sulfato de hierro (20 g)
1 cucharadita de cremor tártaro (5g)
2 cucharadas de sulfato de sodio (42 g) (Rice 1980).

Los químicos se disolvieron en 1 a 2 tazas de agua caliente en un recipiente pequeño, luego se agregaron a la olla con suficiente agua caliente para cubrir toda la fibra que será teñida. La lana previamente humedecida se agregó antes de que el agua estuviera caliente. Posteriormente se hirvió a fuego lento (sin sobrepasar los 90 °C) por una hora. Luego se dejó enfriar la fibra en la olla y se enjuagó con agua fría. El proceso de mordentado se realizó al aire libre para evitar vapores dañinos.

Los mordientes naturales se aplicaron de acuerdo al método utilizado en San Juan la Laguna, en la asociación de mujeres tejedoras LEMA:

- Maiceno (*Musa ensete*) Se agregaron a la olla pequeños trozos del tallo de la planta, se cubre con agua y se deja hervir por una hora.
- Aguacate (*Persea americana*) Se agregaron aproximadamente 6 semillas cortadas a la mitad por cada 4 oz. de lana. Se dejan hervir por una hora.

En ambos casos se agregó la lana previamente humedecida con agua, se calentó gradualmente para evitar cambios térmicos bruscos que arruinaría la fibra. Posteriormente se dejó hervir por una hora dentro del caldo de los mordientes.

Como resultados secundarios se probaron otras fibras, mediante la utilización de una tela multifibra la cual consiste en secciones de: algodón, poliamida, lana y otras fibras de carácter sintético (poliéster y acrilato). Se agregó una tira de multifibra por cada especie de hongo.

C. TINCIÓN

Los hongos recolectados se cortaron en pedazos pequeños y se hirvieron por 45-60 minutos con agua de pH neutro y no clorada en ollas de peltre o de acero inoxidable. En el caldo de hongo (caldo de tinción) se agregó la fibra y se dejó hervir por 30 - 60 minutos. La fibra fue posteriormente desaguada, lavada con jabón y secada a la sombra, debidamente identificada con la especie de hongo y el mordiente utilizado.

Se anotó el peso del hongo utilizado en cada experimento, antes de ser sumergido en agua; el peso de la fibra fue constante para poder registrar la proporción de hongo: fibra en la tinción. Para determinar si un hongo produjo color, se comparó el tono producido sobre la fibra por el hongo + mordiente con el tono obtenido únicamente por los mordientes.

Los colores obtenidos fueron reportados de acuerdo a la tabla de color estandarizada: Pantone® Uncoated. La tabla de marca registrada Pantone® es generalmente utilizada en el área de publicidad y diseño, aunque también se utiliza en textiles. La denominación “Uncoated” se aplica a colores mate como es el caso de los colores obtenidos sobre fibras de lana, algodón y poliamida, que son fibras que carecen de brillo.

D. PRUEBAS DE CALIDAD DE COLORANTE

Se realizaron dos pruebas para determinar la calidad de los colorantes de hongos en base a las normas de la AATCC (American Association of Technicians Chemistry and Colorists). La primera consistió en comprobar la resistencia a la luz (Norma AATCC No. 177-1995) para ello se expusieron las fibras a luz solar por 20 horas. La segunda prueba se realizó para comprobar la resistencia al lavado (Norma AATCC No61, Lavado 2A -Accelerated home laundry-) la cual consistió en introducir las fibras a la lavadora en un ciclo normal, con agua caliente (60°C). En ambos casos se compararon las fibras antes y después de las pruebas para ver si ocurrió algún cambio de color.

III. RESULTADOS

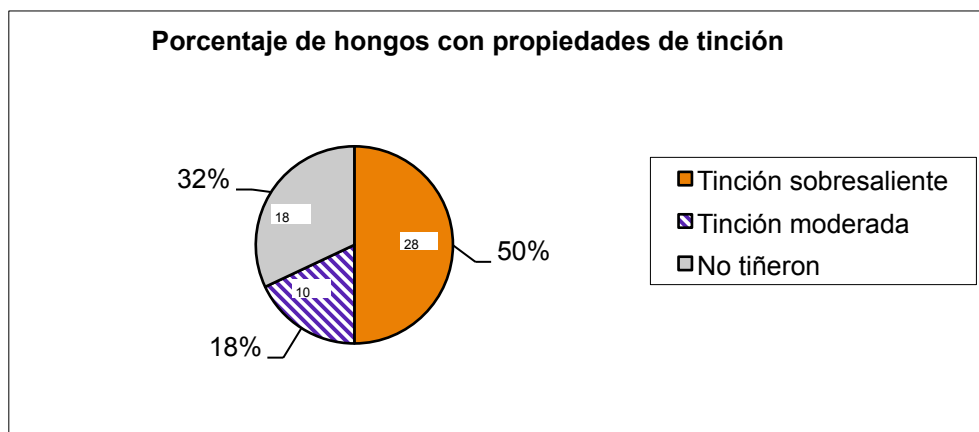
A. RECOLECCIÓN DE HONGOS

Se recolectó un total de 56 especies de macrohongos en bosques del municipio de Momostenango, Totonicapán, pertenecientes en su mayoría al Filo Basidiomycota (solamente 4 especies del Filo Ascomycota). Las 56 especies se agrupan en once diferentes órdenes: Hypocreales, Pezizales, Agaricales, Boletales, Cantharellales, Hymenochaetales, Phallales, Polyporales, Russulales, Thelephorales y Tremellales. Los primeros dos pertenecientes a Ascomycota (incluyendo 9% del total de especies recolectadas) y el resto a Basidiomycota (con el 91% de las especies). Las especies clasificadas en sus respectivas familias y órdenes se describen en el cuadro apéndice 4.

B. TINCIÓN CON HONGOS EN LANA

De las 56 especies de macrohongos recolectadas y analizadas en su capacidad tintórea se obtuvieron los siguientes resultados de tinción: 28 especies (50%) presentaron buena capacidad tintórea, es decir, produjeron tonalidades intensas; 10 especies (18%) tiñeron de forma moderada produciendo únicamente colores beige u otros colores muy pálidos y 18 especies (32%) no tiñeron la fibra (ver figura 2 y cuadro 1).

FIGURA 2. Porcentaje de tinción de las 56 especies de hongos recolectadas en Momostenango



CUADRO 1. Listado de hongos que (A) presentaron buenas propiedades tintóreas sobre lana, (B) que tiñeron levemente la lana y (C) que no tiñeron con ningún tipo de mordiente.

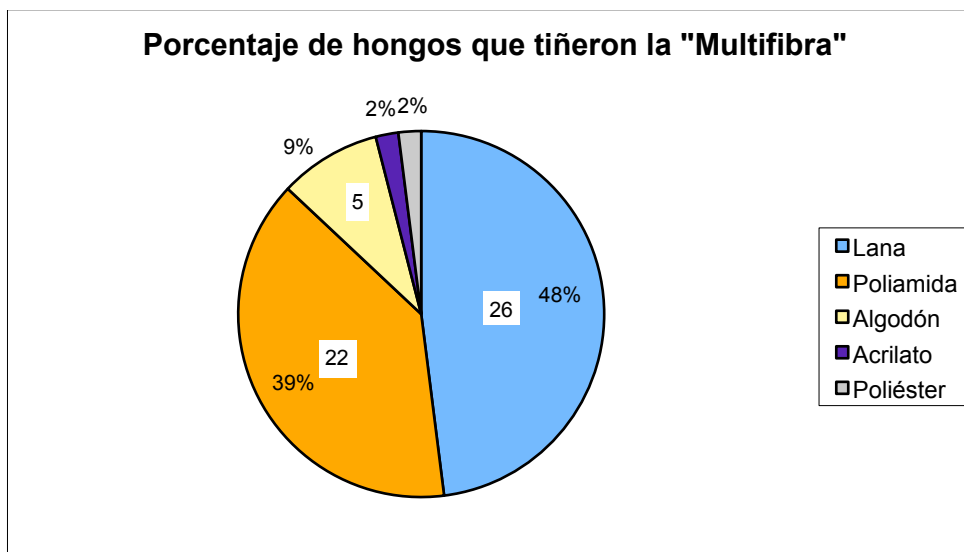
A. Tinción sobresaliente	B. Tinción moderada	C. No tiñeron
1. <i>Boletus pinophilus</i>	1. <i>Amanita caesarea</i>	1. <i>Amanita rubescens</i>
2. <i>Clitocybe</i> sp.	2. <i>Amanita vaginata</i>	2. <i>Bjerkandera adusta</i>
3. <i>Coltricia perennis</i>	3. <i>Amanita muscaria</i>	3. <i>Cantharellus cibarius</i>
4. <i>Cortinarius</i> sp. 2	4. <i>Coltricia cinnamomea</i>	4. <i>Cortinarius</i> sp. 1
5. <i>Fomes fomentarius</i>	5. <i>Helvella macropus</i>	5. <i>Helvella lacunosa</i>
6. <i>Fomitopsis cajanderi</i>	6. <i>Hypholoma capnoides</i>	6. <i>Hydnum repandum</i>
7. <i>Fomitopsis pinicola</i>	7. <i>Lycoperdon</i> aff. <i>subincarnatum</i>	7. <i>Laccaria amethystina</i>
8. <i>Hydnellum</i> aff. <i>suaveolens</i>	8. <i>Lycoperdon</i> sp.	8. <i>Lactarius</i> aff. <i>chrysotheus</i>
9. <i>Hydnellum aurantiacum</i>	9. <i>Marasmius</i> sp. 2	9. <i>Lactarius</i> aff. <i>cimicarius</i>
10. <i>Hypholoma fasciculare</i>	10. <i>Tremellodendron shweinitzii</i>	10. <i>Lactarius</i> aff. <i>subvellereus</i>
11. <i>Hypomyces chrysospermum</i>		11. <i>Lactarius deliciosus</i>
12. <i>Hypomyces lactifluorum</i>		12. <i>Marasmius</i> sp. 1
13. <i>Lycoperdon echinatum</i>		13. <i>Russula</i> sp. 1
14. <i>Phaeolus alboluteus</i>		14. <i>Russula</i> sp. 2
15. <i>Phellinus</i> sp.		15. <i>Scutellinia scutellata</i>
16. <i>Phellodon niger</i>		16. <i>Stereum complicatum</i>
17. <i>Phellodon niger</i> var. <i>alboniger</i>		17. <i>Trametes hirsuta</i>
18. <i>Porphyrellus porphyrosporum</i>		18. <i>Trametes versicolor</i>
19. <i>Ramaria</i> aff. <i>fennica</i>		
20. <i>Ramaria</i> aff. <i>formosa</i>		
21. <i>Ramaria</i> aff. <i>fumosiavellanea</i>		
22. <i>Ramaria</i> aff. <i>stricta</i>		
23. <i>Sarcodon underwoodii</i>		
24. <i>Sarcodon scabrosum</i>		
25. <i>Scleroderma citrinum</i>		
26. <i>Stereum hirsutum</i>		
27. <i>Suillus tomentosus</i>		
28. <i>Tylopilus eximius</i>		

C. TINCIÓN EN MULTIFIBRA

Todas las especies recolectadas fueron probadas además de lana, sobre una tela multifibra compuesta por porciones de fibras naturales -lana y algodón- y otras fibras sintéticas -poliamida, acrilato y poliéster-. Estas fibras entretrejidas no poseen ningún tipo de mordiente.

Las pruebas realizadas con extractos fúngicos mostraron resultados positivos, particularmente para la lana y la poliamida. De las 56 especies estudiadas, 26 tiñeron lana, 22 tiñeron poliamida y 5 tiñeron algodón. Sólo una especie tiñó las fibras sintéticas de acrilato y poliéster (ver figura 3 y cuadro 2).

FIGURA 3. Porcentaje de especies de hongos que tiñeron sobre la tela de multifibra. 26 especies (48%) tiñeron lana, 22 especies (39%) tiñeron poliamida, 5 especies (9%) tiñeron algodón y sólo 1 especie (2%) tiñó tanto acrilato como poliéster.



Cabe resaltar que en lana se obtuvieron 13 colores Pantone® con predominancia de tonos beige; sin embargo, en poliamida se obtuvieron 18, este resultado podría ser de utilidad en estudios próximos. Los colores Pantone® obtenidos sobre la multifibra se presentan en el apéndice 9.

CUADRO 2. Listado de hongos que presentaron propiedades tintóreas sobre la multifibra.

Espece de Hongo	Lana	Poliamida	Algodón	Acrilato	Poliéster
1. <i>Boletus pinophilus</i>	√	√			
2. <i>Clitocybe</i> sp.	√	√			
3. <i>Coltricia perennis</i>	√				
4. <i>Coltricia cinnamomea</i>	√				
5. <i>Cortinarius</i> sp. 2		√			
6. <i>Fomes fomentarius</i>	√	√			
7. <i>Fomitopsis cajanderi</i>	√	√			
8. <i>Fomitopsis pinicola</i>	√	√			
9. <i>Hydnellum</i> aff. <i>suaveolens</i>	√	√			
10. <i>Hydnellum aurantiacum</i>	√				
11. <i>Hypholoma fasciculare</i>	√	√			
12. <i>Hypomyces chrysospermum</i>	√	√			
13. <i>Hypomyces lactifluorum</i>	√	√	√	√	√
14. <i>Lycoperdon echinatum</i>	√	√	√		
15. <i>Lycoperdon</i> sp.	√	√			
16. <i>Phaeolus alboluteus</i>	√	√			
17. <i>Phellinus</i> sp.	√	√			
18. <i>Phellodon niger</i>	√	√			
19. <i>Phellodon niger</i> var. <i>alboniger</i>	√	√			
20. <i>Porphyrellus porphyrosporum</i>	√	√			
21. <i>Ramaria</i> aff. <i>formosa</i>	√				
22. <i>Sarcodon scabrosum</i>	√	√	√		
23. <i>Sarcodon underwoodii</i>	√	√			
24. <i>Scleroderma citrinum</i>	√				
25. <i>Stereum hirsutum</i>	√	√	√		
26. <i>Suillus tomentosus</i>	√	√	√		
27. <i>Tylopilus eximius</i>	√	√			

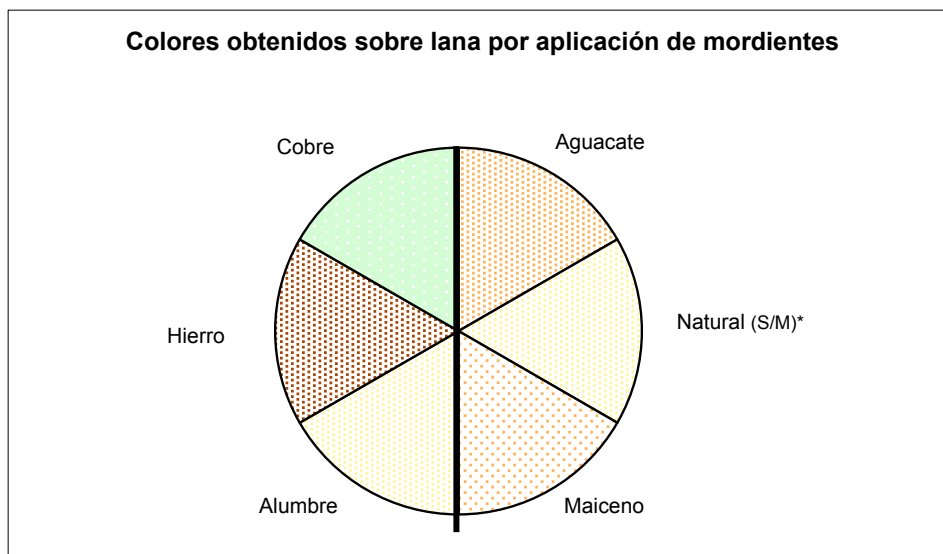
D. MORDIENTES

En cada prueba de tinción se utilizó fibra de lana premordentada con cinco diversos mordientes. Tres fueron químicos: alumbre, sulfato de cobre y sulfato de hierro, y dos naturales: semillas de aguacate (*Persea americana*) y tallo de maiceno (*Musa ensete*). Además se utilizó como control una pieza de lana sin mordentar por cada hongo.

Los mordientes produjeron varias tonalidades sobre la fibra de lana antes de la aplicación de los hongos. El sulfato de cobre produjo un tono claro de verde; el sulfato de hierro, tiñó levemente la lana de café, y la semilla de aguacate produjo un leve tono de rosado (ver figura 4).

Los mordientes de alumbre y maiceno conservaron la lana casi de color natural: el alumbre blanquea un poco la lana, mientras que el maiceno produce un tono pálido de rosa.

FIGURA 4. Colores obtenidos por la aplicación de los 5 tipos de mordientes sobre lana. Del lado izquierdo se presentan los mordientes químicos y del derecho los mordientes naturales y la lana natural sin mordiente (S/M).

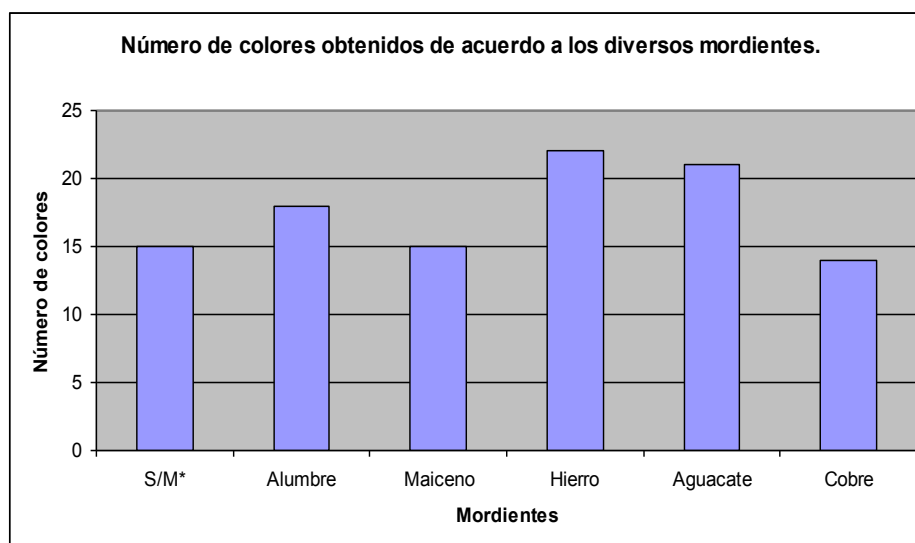


El número de colores obtenidos al aplicar las diversas especies de hongos varió de acuerdo a los mordientes utilizados; sin embargo, la distribución fue muy homogénea con un rango de 14 - 22 colores (ver figura 5).

Un mayor número de colores Pantone® se obtuvieron por utilización de mordiente de sulfato de hierro, seguido de semilla de aguacate, alumbre, maiceno, lana sin mordentar y por último con el sulfato de cobre.

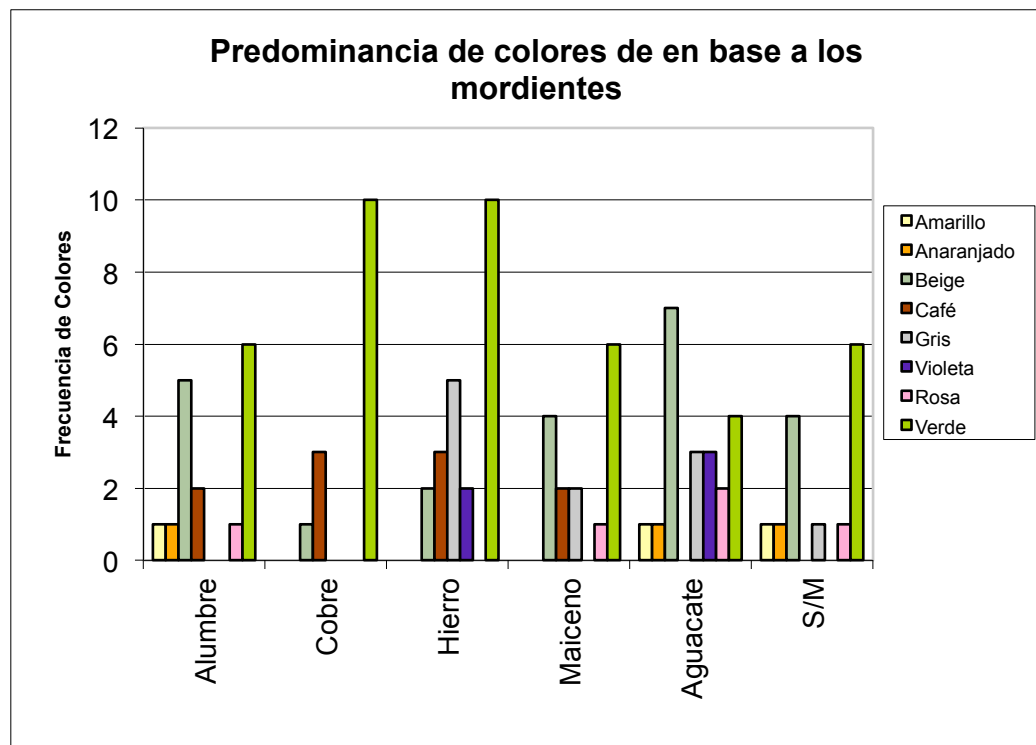
El mordiente de aguacate produjo 22 colores Pantone®, pero produjo a la vez muchos tonos de beige; el mordiente de sulfato de cobre en cambio, produjo solamente 14 colores, pero con tonos más fuertes, principalmente verdes y cafés (ver figura 6).

FIGURA 5. Número de Colores obtenidos sobre la fibra de lana por aplicación de los diversos mordientes y las diferentes especies de hongos. *S/M = sin mordiente.



Los colores variaron de acuerdo a los mordientes utilizados. De forma generalizada se observa predominio de color verde con la utilización de la mayoría de mordientes, con excepción del mordiente de semilla de aguacate. Muchos estos colores se repiten entre los distintos mordientes (ver figura. 7 y apéndices 7 y 8).

FIGURA 6. Predominancia de colores de acuerdo a la utilización y no utilización de mordiente así como a las 56 especies de hongos trabajados. Los 86 colores Pantone® fueron agrupados en ocho colores más sencillos: amarillo, anaranjado, beige, café, gris, violeta, rosa y verde.



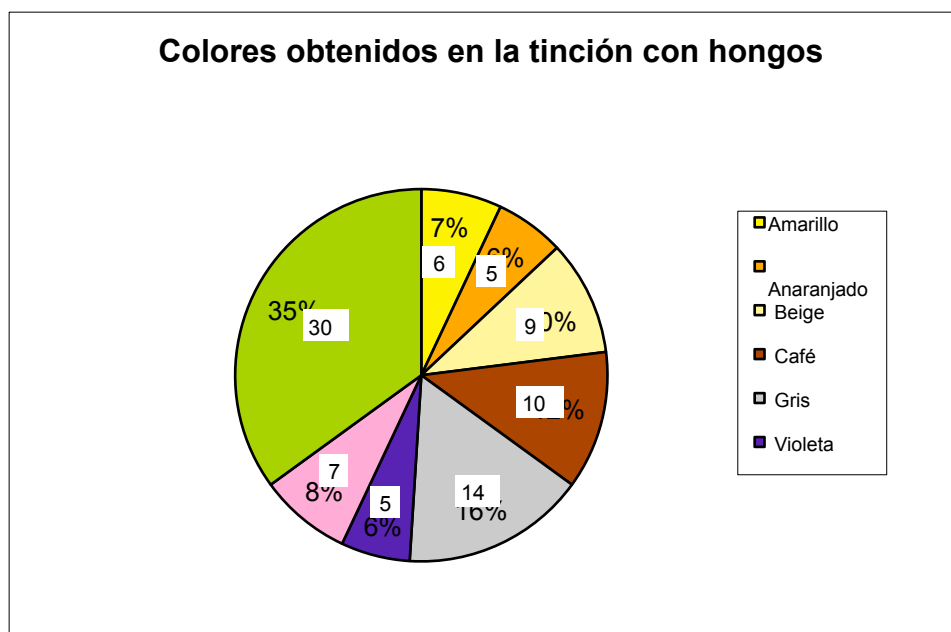
E. COLORES OBTENIDOS

Los colores obtenidos mediante la aplicación de diversos mordientes y especies de hongos (o únicamente los hongos en el caso de la lana sin mordiente), fueron codificados en base a la tabla de colores Pantone® Uncoated por medio de un número (ver apéndices 1, 2 y 3). Cada uno de estos colores se ilustra en el apéndice 6. Además, para mayor comprensión, los diversos tonos de colores Pantone® fueron agrupados y nombrados en colores más sencillos (ver apéndice 5).

El total de colores Pantone® obtenidos fue de 86. En su mayoría tonos de verde, gris, café y beige. Los tonos de rosas, violetas, anaranjados y amarillos fueron menos frecuentes (ver figura 7).

La aplicación de hongos sobre lana sin mordiente produjo únicamente 15 tonalidades (ver apéndice 8), mientras que la lana con los cinco tipos de mordientes produjo el resto (apéndice 7). En total, sólo el 57% (16 especies) de las 28 especies de hongos que tiñeron sobresalientemente, tiñeron sobre lana sin mordiente. El resto, únicamente tiñó con los diversos mordientes.

FIGURA 7. Porcentaje y número de colores producidos por la aplicación de las diversas especies de hongos sobre fibra mordentada y no mordentada. Se obtuvo un total de 86 colores con una dominancia de tonos verdes (35%), seguida de grises (16%), cafés (12%), beige (10%), rosas (8%), amarillos (7%), anaranjados y violetas (6%).

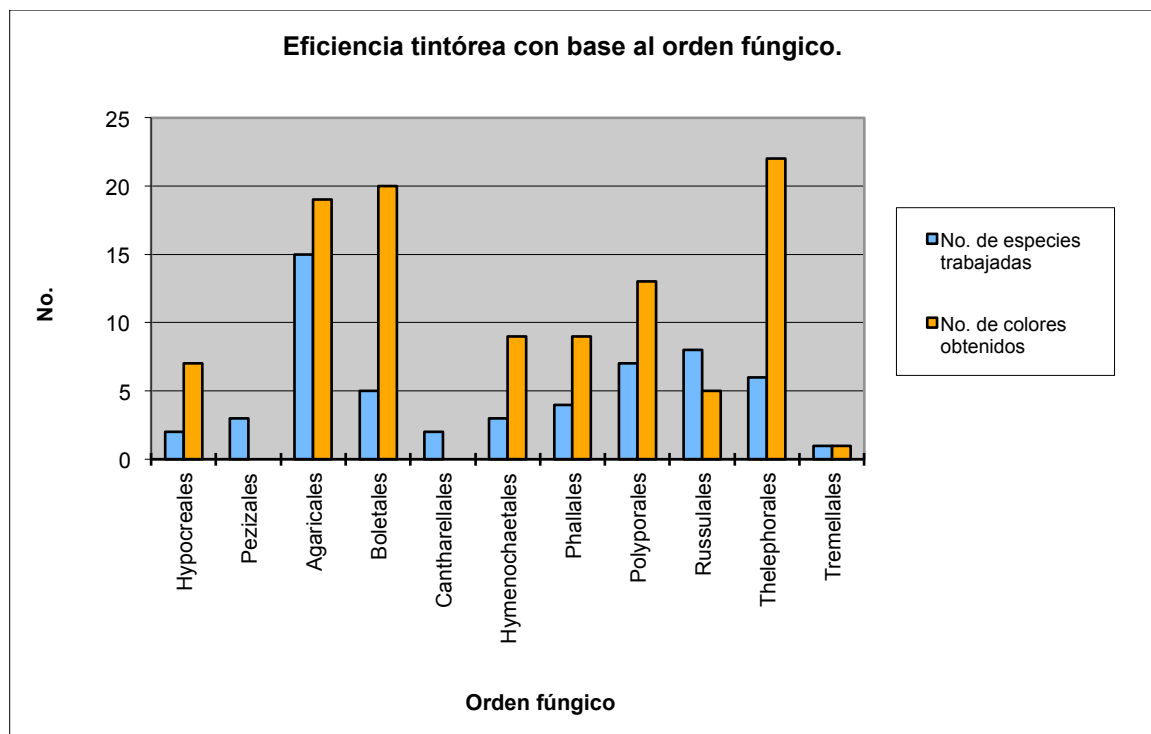


F. ÓRDENES FÚNGICOS

Los once órdenes fúngicos encontrados difieren tanto en la cantidad de especies recolectadas como en la capacidad tintórea de las mismas. Los órdenes con mayor capacidad tintórea (mayor número de colores) en base a un menor número de especies trabajadas son: los Thelephorales, Boletales, Hypocreales e Hymenochaetales. Por otro lado, aunque el orden Agaricales haya producido un alto número de colores, el número de especies trabajadas fue también sumamente alto, por lo que la eficiencia tintórea del orden es

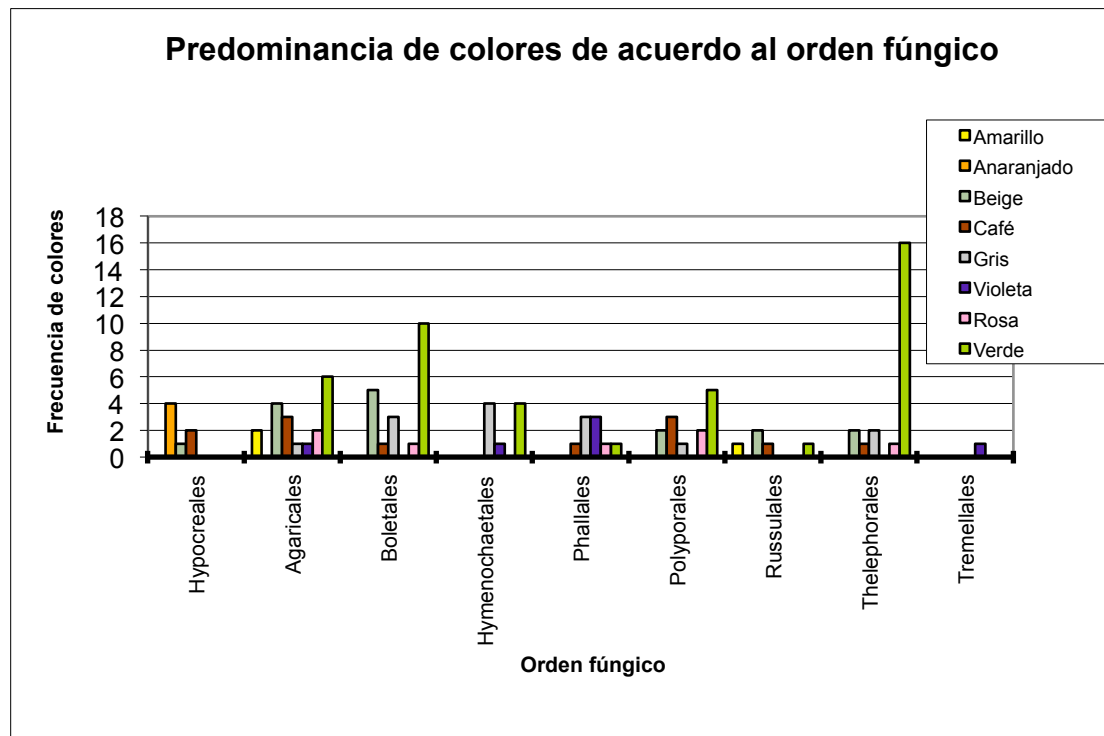
menor si se compara con los anteriores. Pezizales y Cantharellales fueron los únicos órdenes que no presentaron propiedades de tinción (ver figura 8).

FIGURA 8. Capacidad tintórea de los diferentes órdenes fúngicos con base al número de colores obtenidos y la cantidad de especies trabajadas.



Los colores producidos varían también de acuerdo a los diferentes órdenes fúngicos. Aunque casi en la mitad de éstos predominan los tonos de verde, existen otros órdenes como Hypocreales en el que sobresalen los tonos anaranjados; Phallales con tonos grises y violetas, Russulales con tonos beige y Tremellales con tonos violeta. En el orden Hymenochaetales los grises son tan predominantes como los verdes. Los rosas, cafés y amarillos son los menos frecuentes a nivel de todos los órdenes.

FIGURA 9. Predominancia de colores de acuerdo a los diferentes órdenes de hongos trabajados. Las 56 especies recolectadas se agruparon en los diferentes órdenes fúngicos para luego comparar las diversas tonalidades que estos producen con base también a la aplicación de mordientes.



G. CALIDAD DE LOS COLORANTES

Las 57 muestras de los colores más sobresalientes (ver figura 10) fueron evaluadas en cuanto a la resistencia a la luz y al lavado. Para ello, se expusieron a luz solar intensa durante 20 horas y se incluyeron en un ciclo de lavado normal con detergente y agua caliente (60°). Los resultados a la luz solar fueron positivos, debido a que ninguno de los colores expuestos presentó decoloración. Los resultados al lavado presentaron de forma general cambios en la textura de la fibra (tornándose más felposa) pero casi ningún cambio en el color, a excepción de la lana teñida con *Hypomyces lactifluorum* la cual cambió de tonos anaranjados a tonos un poco más rojizos.

FIGURA 10. Porciones de fibra de lana que presentaron algunos de los colores más sobresalientes obtenidos a partir de la tinción con hongos.



Algunos de los hongos que tiñeron de forma sobresaliente se presentan en el apéndice 10, junto a su foto, características principales y los colores obtenidos mediante los diversos mordientes, así como en lana sin mordiente.

IV. DISCUSIÓN

Los hongos trabajados se recolectaron en áreas boscosas del municipio de Momostenango, Totonicapán, tomando en cuenta que este municipio se caracteriza por la producción de artículos de lana, principalmente ponchos, sarapes y alfombras, en los que puede implementarse la técnica de tinción de fibras con hongos. Además, el departamento de Totonicapán presenta una cobertura boscosa comparativamente superior al resto de los departamentos del país (57.2%) y una larga tradición en el manejo de recursos forestales (Gramajo 1997); lo que puede motivar a la utilización de recursos naturales como fuente de colorantes.

Por otro lado, existe en el municipio la Fundación Gabina J.M., la cual ha promovido la utilización de colorantes naturales, extraídos de plantas, para tinción de lana, por lo que la implementación de hongos en el proceso puede ser de gran utilidad. Respecto a la capacidad de tinción de los hongos, se puede decir que las especies recolectadas presentaron buena propiedad tintórea sobre lana ya que de las 56 especies, más de la mitad tiñeron con al menos uno de los mordientes. El 50% de las mismas presentaron propiedades tintóreas sobresalientes y otro 18% propiedades tintóreas moderadas (ver figura 2).

Los colores obtenidos en las fibras fueron comparados con la tabla de color estandarizada Pantone® Uncoated, que se utiliza en el ámbito de la publicidad y el diseño. Con base a esta tabla, a cada tono de color obtenido mediante la tinción con hongos se le asignó un número correspondiente (ver apéndices 1, 2 y 3). La producción y obtención de colores específicos podría ser de beneficio

en la comercialización tanto a nivel local como internacional (ver colores Pantone® en apéndice 6). Para simplificar y reducir la cantidad de tonos Pantone® se agruparon en diversos colores que se muestran en el apéndice 5, de esta forma, al querer producir un color específico, se puede seleccionar cualquiera de las especies de hongos listadas bajo ese color.

Es importante resaltar que los datos obtenidos en este estudio fueron a partir del trabajo con hongos frescos, ya que los resultados de tinción con hongos secos pueden diferir drásticamente (Bessette y Bessette 2001). Además, algunos hongos que se encontraron en estado de descomposición, fueron igualmente trabajados (ver apéndice 3), ya que, según Bessette y Bessette (2001) los mejores colorantes resultan de cuerpos fructíferos muy maduros o en estado de descomposición. Sin embargo, esta regla no se cumple para los Polyporales, ya que, según Cedano *et al.* (2001) los especímenes más viejos pertenecientes a este orden producen colores más pálidos.

Otra variable importante en la tinción con hongos es la utilización de mordientes. La selección utilizada se hizo con el propósito de aumentar la gama de colores y comprobar si los mordientes son un factor determinante en el número y la tonalidad de los colores obtenidos. Aunque los mordientes de estaño y cromo producen fuertes tonalidades de rojos y anaranjados, se evitaron en este estudio por ser mucho más tóxicos que los otros químicos empleados. En cuanto al número de colores obtenidos por cada uno de los mordientes, puede observarse que no hubo mucha diferencia entre los naturales y los químicos (ver figura 5), pero sí en cuanto a la intensidad y tonalidades (ver figura 6 y apéndice 7).

De manera general, se concluye que los tonos verdes fueron los más frecuentes con todos los mordientes, a excepción de la semilla de aguacate.

De acuerdo a la diversidad de colores y a la intensidad de los mismos, se puede decir que los mordientes de cobre, hierro y semilla de aguacate fueron los más efectivos, los cuales también producen una cierta tonalidad sobre la lana antes de la tinción con hongos (ver figura 4). Esta tonalidad base podría influir directamente en la intensidad del color al aplicarse el hongo como colorante.

Los mordientes restantes, aún cuando producen tonalidades menos intensas, produjeron un buen número de colores, entre ellos algunos sobresalientes como el alumbre, que produjo tonos amarillos, anaranjados, verde y mostaza. Además se encontró que muestras de lana trabajadas solamente con hongo y sin mordiente produjeron también diversos colores. Esto puede deberse al alto porcentaje de taninos presentes en algunos hongos, los cuales sirven como mordientes al mismo tiempo de producir distintos colores (Rice 1980).

En la última recolecta de hongos se trabajó además con agallas de encino (*Quercus* sp.) como mordiente, obteniendo 8 tonalidades muy intensas de verdes y cafés al aplicar los diversos hongos; sin embargo, con este mordiente sólo se utilizaron 28 especies de hongos. Muchos de los tonos obtenidos fueron similares a los conseguidos con los otros mordientes (ver apéndice 3 y 7).

Además de la utilización de lana, se hicieron pruebas preliminares con una tela multifibra que consiste en una cinta con porciones de diferentes fibras. En ésta se observó que la lana y la poliamida tuvieron mejores resultados que el algodón y las otras fibras sintéticas con las que no se obtuvo mayor tinción (ver cuadro 2 y figura 5).

Se observó que en la lana de la multifibra se produjeron menos colores que en el resto de lanas, probablemente por la falta de mordiente en la misma (ver apéndice 9). Puede decirse que los colores obtenidos, tanto en la lana de la

multifibra como en los ensayos de lana sin mordiente (S/M), provienen a partir de colorantes sustantivos los cuales tienen una afinidad directa por la fibra (Adrosko 1968) por poseer grupos ácidos (H^+) los cuales forman enlaces iónicos con los grupos amino (NH_2) de la lana (Sundstrom 1980). Puede observarse que aunque en la poliamida tiñeron un menor número de hongos, fue la sección de multifibra que obtuvo mayor eficacia en cuanto al número e intensidad de colores (ver figura 3 y apéndice 9).

Tanto el algodón como las dos fibras sintéticas -acrilato y poliéster- requieren de la adición de otros químicos auxiliares (entre ellos, sulfato de amonio y sulfato de sodio) y de temperaturas de hasta $130^{\circ}C$ para la tinción (Carrillo 2004) por lo que, al haber cumplido únicamente con los parámetros de tinción para lana no se produjeron buenos resultados para estas tres fibras. El manejo de estas variables (químicos auxiliares y altas temperaturas) dificultaría el trabajo a nivel artesanal, por lo que únicamente las fibras de lana y de poliamida podrían recomendarse para la obtención artesanal de colorantes a partir de hongos.

En este estudio también se analizó si existe alguna relación entre orden fúngico y color, encontrando que los tonos de verde fueron los más sobresalientes para los órdenes: Agaricales, Boletales, Polyporales y sobre todo los Thelephorales (figura 9), que a la vez son los órdenes en los que se agruparon la mayor cantidad de especies recolectadas (figura 7). Los datos obtenidos para los Polyporales coinciden con el estudio de Cedano *et al.* (2001), en el que las especies de Polyporales utilizadas produjeron una mayoría de tonos verdes y cafés, debido a la presencia de ácido cinámico y terfenilquinonas en el ácido polipórico. En otros órdenes, con menor número de especies recolectadas, como los Hypocreales, Phallales, Russulales y Tremellales sobresalen tonos de anaranjado, gris, violeta y beige; en los

Hymenochaetales los verdes fueron tan frecuentes como los grises; los tonos amarillos y rosados fueron los menos comunes a nivel de todos los órdenes, encontrándose tonos amarillos únicamente en los órdenes Agaricales y Russulales. Los tonos rosa fueron producidos por varios órdenes como Agaricales, Boletales, Phallales, Polyporales y Thelephorales, pero en muy baja proporción y generalmente con utilización de mordiente de aguacate.

En cuanto a la eficiencia de tinción, los Boletales y Thelephorales fueron los órdenes con mejor capacidad tintórea, produciendo un mayor número de colores en base a un menor número de especies recolectadas. Seguido de estos, sobresalen los órdenes Hypocreales, Hymenochaetales, Phallales y Polyporales (figura 8). Los Agaricales y Russulales presentaron poca capacidad tintórea, a pesar del alto número de especies utilizadas. Puede decirse que los órdenes Pezizales y Cantharellales no poseen capacidad tintórea, ya que las especies recolectadas en este estudio no produjeron color alguno.

Rice (1980) y Bessette y Bessette (2001) recomiendan trabajar con un pH de tinción de 8 ó 9 para aumentar la intensidad de colores en órdenes como Polyporales y Thelephorales. Según Sundstrom (1980) el aumento del pH hace que algunos colorantes poco solubles en agua se vuelvan más solubles y capaces de unirse a la fibra, produciendo colores más intensos. En este estudio no se consideró la variable de acidez-alcalinidad con la finalidad de conocer los colores obtenidos bajo condiciones neutras, lo que pudiera facilitar el trabajo para las comunidades artesanales de Momostenango.

De acuerdo a los resultados obtenidos puede decirse que los colores producidos por el hongo son similares al cuerpo fructífero únicamente cuando se tiñe la lana sin mordiente; sin embargo, al utilizar mordientes, los colores cambian por reacciones químicas entre los diversos compuestos. Esta reacción

química fue notoria en especial con el mordiente de sulfato de hierro el cual reaccionó con compuestos fúngicos presentes en el género *Ramaria*, *Scleroderma citrinum*, y aunque en menor proporción en algunas especies del género *Amanita*; en estas especies puede determinarse que los colores producidos (generalmente violetas, lilas y grises) se deben a una reacción química, por el cambio inmediato con el que la lana adquirió el color al ser introducida en el baño de tinción, el cual además, es incoloro. Esto sucede, según Sundstrom (1980), cuando algunos colorantes se depositan como precipitados insolubles en la fibra, particularmente grupos de taninos que reaccionan con el mordiente de hierro para producir sustancias café o púrpura que se adjuntan superficialmente en hendiduras o rajaduras de la fibra.

Debido a que el objetivo en este estudio no era cuantificar la tinción, sino registrar los colores producidos por las diversas especies de hongos y los diversos mordientes, los pesos de los hongos no fueron analizados. Sin embargo, los pesos fueron registrados con la finalidad de tener un parámetro inicial para futuros estudios de cuantificación del colorante (Apéndices 1, 2 y 3). Según Rice (1980) la cantidad de hongo necesaria para la tinción es particular para cada especie debido a la variación en la potencia de los tintes. Por esta razón, no se descarta que algunos hongos que no hayan teñido en este estudio, puedan tener capacidad tintórea a mayor concentración.

Mediante las pruebas de calidad de los colorantes de hongos puede determinarse que éstos presentaron una excelente resistencia a la luz solar debido a que no hubo cambios de color en las porciones de lana expuestas a la luz. Con respecto a la resistencia al lavado, la mayoría de fibras cambiaron en textura, pero no en color (a excepción de las fibras teñidas con *Hypomyces lactifluorum*). Las fibras de lana se tornaron más felposas debido a que la prueba requirió de agua caliente y la fibra de lana no resiste cambios bruscos

de temperatura (Roquero 1981). En cuanto a *Hypomyces lactifluorum*, podría ser que los compuestos colorantes sean fotosensibles aunque no hay estudios que los respalden.

Las muestras de lana sin mordiente que fueron teñidas con hongos presentaron la misma tolerancia hacia la luz y el lavado que las muestras con mordiente. Esto pudiera indicar que los colorantes de hongos que son capaces de adherirse a la fibra sin mordiente (colorantes sustantivos) son tan resistentes como los que se unen a través de un mordiente (colorantes mordentados), o bien, la presencia de taninos en estos colorantes, hacen que reaccionen tanto como colorantes, como mordientes. Sin embargo, sólo el 57% de los hongos que tiñeron sobresalientemente tiñeron sobre lana sin mordiente; la aplicación de diversos mordientes aumenta también la diversidad de colores.

Debido a que los productos de mayor mercado en Momostenango son las alfombras y los ponchos de lana (que se utilizan principalmente como ornamento) (Ajxup 2004), la resistencia a la exposición solar resulta más importante que la resistencia al lavado, ya que los productos no requieren de un lavado tan continuo como lo requerirían prendas de vestir. Además, en la etiqueta de los productos puede recomendarse que se utilice únicamente agua fría para el lavado, evitando así el cambio en la consistencia de la fibra de lana.

El costo de la utilización de colorantes provenientes de hongos puede compararse al de colorantes extraídos de plantas. Según Ajxup (2004) los costos de utilizar colorantes químicos vrs. colorantes naturales de plantas son similares, por lo que los productos pueden ser vendidos al mismo precio.

De implementarse el uso de hongos en la industria textil artesanal de colorantes naturales de Momostenango, estos podrían ser alternados con plantas, no solo para aumentar la gama de colores, sino para que la obtención de materia prima no dependa de la época lluviosa, como ocurriría en el caso de los hongos. Por otro lado, si hubiera abundancia de alguna de las especies con capacidad colorante, los cuerpos fructíferos podrían ser secados para su utilización en época de escasez.

La utilización de hongos como colorantes debe hacerse de forma sostenible para evitar la sobreexplotación de las poblaciones fúngicas. Esto puede realizarse mediante la recolección única de especímenes que hayan alcanzado su estado de madurez, de esta manera se asegura que la diseminación de esporas se ha realizado, y con esto, que el cuerpo fructífero ha cumplido su papel reproductivo. El manejo de las poblaciones de hongos se ve beneficiado además, por la larga tradición de conservación de áreas boscosas por parte de los habitantes del departamento de Totonicapán. Sin embargo podría además implementarse un programa de educación enfocado a artesanos de Momostenango.

La utilización de hongos en la tinción de lana puede ayudar a enriquecer el color en las artesanías de Momostenango sobre todo brindando diferentes tonos de verde (ver figura 7) los cuales, según Ajxup (2004), son difíciles de obtener con otras fuentes de tintes naturales. Estos tonos se consiguen únicamente con mezclas de diversas plantas, lo que dificulta la labor y aumenta los costos debido a que deben extraerse los tintes por separado para luego mezclarlos a la hora de la tinción. El uso de los hongos permite obtener, además de tonos de verde, distintos tonos de gris, café, beige, anaranjado, amarillo, rosa y violeta (figura 7). Los altos porcentajes de tinción obtenidos a partir de hongos recolectados en Momostenango, la diversidad de tonos obtenidos, y la

facilidad del proceso de tinción en lana, permiten incluir a los hongos como una buena fuente de tintes naturales pudiendo ser implementados con gran éxito en la industria textil artesanal de Momostenango.

La tinción con hongos proveería a los textiles de **nuevos colores** permitiendo además la comercialización de los productos como “**artesanías ecológicas**”. Estas artesanías además podrían ser certificadas como productos libres de compuestos azóicos ya que estos compuestos no están presentes en los colorantes provenientes de hongos ni en los mordientes utilizados en este estudio, pero sí en muchos de los colorantes químicos comúnmente utilizados en la artesanía guatemalteca (ASIGUA 1997). Esto permitiría la libre exportación de artículos -especialmente alfombras y ponchos- a la Unión Europea, Centroamérica, Estados Unidos, México y Japón (Agexpront 2004).

V. CONCLUSIONES

- En los bosques del municipio de Momostenango, Totonicapán, pueden encontrarse en mayor porcentaje hongos del filo Basidiomycota que del filo Ascomycota.
- Las especies de hongos recolectadas presentaron buenas propiedades tintóreas sobre fibra de lana, habiendo teñido un 68% de las especies con al menos uno de los mordientes.
- De las fibras probadas además de la lana, sólo se obtuvieron resultados positivos con la poliamida, la cual fue teñida por 22 de las especies ensayadas, produciendo 18 diferentes tonalidades.
- La fibra de algodón no presentó resultados positivos probablemente porque no se manejaron las variables adecuadas (adición de químicos auxiliares y altas temperaturas) para la tinción de esta fibra.
- El color más abundante como resultado de la tinción con los hongos recolectados fue el verde y sus diversas tonalidades.
- Además de los diversos tonos de verde, se obtuvieron en menor proporción tonos de gris, café, beige, anaranjado, amarillo, rosa y violeta, los cuales pueden ser aprovechados en producto textil artesanal.
- Los diversos mordientes presentaron resultados similares en cuanto al número de colores producidos y a la obtención predominante de tonos de verde.

- Las tonalidades obtenidas con los mordientes fueron distintas, produciéndose tonos más fuertes con mordiente de sulfato de cobre y sulfato de hierro, y tonos más claros con alumbre, semilla de aguacate (*Persea americana*) y tallo de maiceno (*Musa ensete*).
- Los once órdenes fúngicos produjeron resultados de tinción diferentes, obteniéndose mayor número de colores a partir de los Boletales, Thelephorales, Hypocreales, Hymenochaetales, Phallales y Polyporales.
- El orden Agaricales produjo un bajo número de colores en base al alto número de especies trabajadas.
- Los órdenes Russulales y Tremellales produjeron muy pocos colores.
- Con los órdenes Pezizales y Cantharellales no se obtuvo tinción alguna.
- Muchos de los tonos de colores se repiten tanto entre las diferentes especies de hongos, como entre los diversos mordientes utilizados.
- Generalmente no existe una relación directa entre el color del cuerpo fructífero del hongo y el color que éste produce sobre las fibras mordentadas, como tampoco existe una relación entre el color producido y el color del mordiente utilizado.
- La alta capacidad de tinción y la producción de diversos colores permiten sugerir a los hongos como una buena fuente de tintes naturales para su uso en la industria textil de Momostenango.

VI. RECOMENDACIONES

- Ensayar la tinción de lana con cuerpos fructíferos secos para comprobar su eficacia por la deshidratación durante la temporada estiva del país.
- Probar la capacidad tintórea de las 28 especies sobresalientes sobre otro tipo de fibra natural como seda.
- Seleccionar los hongos más sobresalientes en la tinción para luego hacer un estudio de menor número de especies (alrededor de 10 especies) pero más específico y completo en cuanto a diferentes pruebas de tinción con:
 - Diferentes estadíos (maduro y en estado de descomposición),
 - Estado fresco y deshidratado.
 - Variación de pH (ácido y alcalino).
 - Diferentes cantidades de hongo (concentración del tinte).
 - Gama de colores obtenidos en baños sucesivos de tinción con la misma extracción del tinte.
- Realizar un estudio económico y de mercado para la implementación de una industria textil de colorantes naturales en el departamento de Totonicapán.

VII. LITERATURA CITADA

Adrosko, R. 1968. *Natural dyes and home dyeing*. Dover publications, INC. New York, USA. 153 pp.

Agexpront. 2004. *De Guatemala para el mundo, los principales productos de exportación*. Data export: la revista del comercio exterior. 148: 13-14 pp.

Agrios, G. 1999. *Fitopatología*. Grupo Noriega Editores, México D.F. 838 pp.

Alexopoulos, C. J., C. W. Mims, and M. Blackwell. 1996. *Introductory mycology*. 4a ed. John Wiley and Sons, New York. 869 pp.

Arora, D. 1986. *Mushrooms demystified*. 2ª ed. Ten Speed Press, Berkley. 959 pp.

Arora, D. 1991. *All that the rain promises and more: a hip pocket guide to western mushrooms*. Ten Speed Press Berkeley. 265 pp.

Asturias, L. y D. Fernández. 1992. *La indumentaria y el tejido mayas a través del tiempo*. Ediciones del Museo Ixchel. Guatemala. 169 pp.

ASIGUA. 1997. *Trifoliar informativo: Sustancias colorantes azo y la reglamentación de los artículos de consumo en Europa*

Bartnicici, G. 1987. *The cell wall: a crucial structure in fungal evolution*. University Press, Cambridge. 585 pp.

- Bessette, A. R. y A. E. Bessette. 2001. *The rainbow beneath my feet: a mushroom dyer's field guide*. Syracuse University Press, New York. 175 pp.
- Bruns, T. D.; T. J. White y J. W. Taylor. 1991. *Fungal molecular systematics*. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 22: 525-564.
- Carlile, M. y S. Watkinson. 1994. *The Fungi*. Academic Press Ltd. San Diego, CA. 346 pp.
- Castillo, E. 1994. *Teñido artesanal*. www.warmi.hypermart.net. Última revisión.
- Cedano, M.; L. Villaseñor y L. Guzmán. 2001. *Some Aphyllophorales tested for organic dyes*. *Mycologist*, internacional journal of general mycology. 15:81-85 pp.
- García, F. 1981. *Situación actual del uso de colorantes naturales en la artesanía guatemalteca*. Subcentro Regional de artesanías y arte. Guatemala. 120 pp.
- Gramajo, S. 1997. *Autogestión comunitaria de recursos naturales: estudio de caso en Tonicapán*. Fondo de Cultura Editorial, Guatemala. 109 pp.
- Guerrero, E. y T. Sanjuan. 1999. *Hongos: criaturas de otros reinos*. Fondo FEN Colombia. <http://www.banrep.gov.co/blaavirtual/letra-f/fen/texto/-hongos/hongos.htm>. Última revisión
- Guzmán, G. 1977. *Identificación de los hongos comestibles, venenosos y alucinantes*. Editorial Limusa, S.A. , México D.F. 452 pp.

- Hawksworth, D. L. 1991. *The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance and conservation*. *Mycol. Res.* 95:641-655.
- Jaramillo, H. 1988. *Textiles y tintes*. CIDAP, Centro Interamericano de Artesanías y Artes. Ecuador. 213 pp.
- Kendrick, B. 1992. *The fifth kingdom*. 2nd ed. Focus Texts, Newburyport. 406 pp.
- Krochmal, A. y C. Krochmal. 1974. *The complete illustrated book of dyes from natural sources*. Boudleday & company. Inc. New York, USA. 272 pp.
- Lassoe, T. 1998. *Mushrooms*. Dorling Kindersley, New York. 304 pp.
- Lincoff, G. 1981. *The Audubon Society, field guide to North American mushrooms*. Chanticleer Press Edition. New York, USA. 926 pp.
- Mata, M. 1999. *Macrohongos de Costa Rica*. 1° ed. Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio. San José, Costa Rica. 253 pp.
- McGrath, J. 1977. *Dyes from lichens and plants*. Van Nostrand Reinhold Ltd., Toronto. 136 pp.
- Moore-Landecker, E. 1990. *Fundamentals of the fungi*. Prentice Hall, New Jersey. 561 pp.
- Nagahama, T.; H. Sato; M. Shimazu y J. Sugiyama. 1995. *Phylogenetic divergence of the entomophthoralean fungi: evidence from nuclear 18S ribosomal RNA gene sequences*. *Mycología* 87: 203-209.

- Nelson, D. y M. Cox. 2000. *Lehninger Principles of Biochemistry*. 3ª ed. Worth Publishers, New York. 1152 pp.
- Osborne, L. 1964. *Breves apuntes de la indumentaria indígena de Guatemala*. Revista Folklore americano, No.12. Órgano del comité interamericano de folklore. Lima, Perú. Pp 39-41.
- Pacioni, G. 1981. *Guide to mushrooms*. Simon & Schuster's Inc. New York, USA. 509 pp.
- Pegler, D. y B. Spooner. 1994. *Guía completa de las setas y otros hongos*. Hermman Blume ediciones. Madrid, España. 144 pp.
- Pereira, C. 1999. *Investigación de mercados de tintes naturales*. PRODETOTO y PROSIGUA (Programa de Apoyo al Sector Informal de Guatemala). 33 pp.
- Portillo, E. y T. Viguera. 1995. *Teñido de fibras naturales con pigmentos*. www.geocities.com/cucba/tincionaartesanal.html. Última revisión.
- Rice, M. 1980. *Mushrooms for color*. Mad River Press, Inc., California. 154 pp.
- Roquero, A. y C. Córdoba. 1981. *Manual de tintes de origen natural para lana*. 1º ed. Ediciones de Serbal, Barcelona. 135 pp.
- Sánchez, José E. y D. Royse. *La Biología y el Cultivo de Pleurotus spp*. 1º ed. Editorial Limusa, S.A, Mexico D.F. 290 pp.
- Stamets, P. 1993. *Growing gourmet & medicinal mushrooms*. Ten Speed Press, Hong Kong. 554 pp.

Strickberger, M. W. 2000. *Evolution*. 3rd ed. Jones and Bartlett Publishers, Massachusetts. 722 pp.

Tudge, C. 2000. *The Variety of Life: a survey and a celebration of all the creatures that have ever lived*. Oxford University Press, New York. 684 pp.

Sundstrom, E. 1980. *Mushrooms for color*. En: Apéndice Rice, M. y Beebee, D. Mad River Press, California. 142-149 pp.

Turok, M. 1996. *Xiuhquilitl, nocheztli y tixinda*. Arqueología Mexicana, indumentaria prehispánica. 17:26-33.

- **Comunicaciones personales**

- Ajxup, Joel. 2004. Fundación Gabina J.M. Momostenango, Totonicapán.

- Carrillo, Julio. 2004. CIBA, especialidades químicas, S.A.

- Morales, Osberth. 2004. Escuela de Química Biológica, departamento de Micología, USAC.

- Tai, Rosalinda. 2002. Asociación de Mujeres tejedoras con tintes naturales de San Juan LEMA.

- **Tablas de color:**

Pantone® Unocoated. 1994. 4th printing. Pantone, Inc. New Jersey. 1,000 color selector.

Kornerup A. y J.H. Wanscher. 1978. *Methuen handbook of colour*. 3^a ed. London.

VIII. APÉNDICES

APÉNDICE 1. Colores obtenidos en la primera recolecta de hongos expresados según la tabla de colores Pantone® Uncoated.

Los colores se clasifican con base a la especie de hongo, el mordiente y el tipo de fibra utilizado. El peso del hongo varió de acuerdo a la cantidad colectada de cada especie mientras que el peso de la lana fue casi siempre constante (14g) con excepción del *H. lactifluorum* que se trabajaron 35 g de lana. La primera recolecta fue realizada en la segunda semana del mes de junio del 2004.

Especie	Peso trabajado (g)	Lana con diversos mordientes						Multifibra		
		Alumbre	Cobre	Hierro	Maiceno	Aguacate	S/M*	Lana	Poliamida	Algodón
<i>Clitocybe</i> sp.	7.1	4685	465	467	4665	4735	---	467	4685	---
<i>Coltricia perennis</i>	1.6	Warm gray 4	451	452	407	406	Warm gray 2	468	---	---
<i>Cortinarius</i> sp. 1	1.9	---	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>Cortinarius</i> sp. 2	21.2	4525	---	---	466	466	---	---	4745	---
<i>Hypholoma fasciculare</i>	83.0	110	132	112	117	127	459	458	109	---
<i>Hypomyces chrysospermum</i>	11.9	---	---	---	466	---	---	467	Warm gray 2	---
<i>Hypomyces lactifluorum</i> **	150	150	1385	1385	145	144	157	159	124	719
<i>Lactarius deliciosus</i>	52.4	---	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>Lycoperdon</i> sp.	4.5	---	---	468	---	---	---	467	468	---
<i>Lycoperdon echinatum</i>	15.2	615	618	4525	4525	4545	614	4525	4545	4755
<i>Marasmius</i> sp. 1	0.8	---	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>Scleroderma citrinum</i>	15.1	---	---	409	---	4685	4735	4545	---	---
<i>Suillus tomentosus</i>	143.6	467	4515	4505	466	468	468	468	458	468
<i>Tylopilus eximius</i>	34.3	416	4485	5815	5773	420	452	414	5763	---

* S/M = sin mordiente. ** *Hypomyces lactifluorum* también produjo resultados en otras fibras sintéticas como poliéster (155) y acrilato (134).

APÉNDICE 2. Resultados de tinción sobre lana y otras fibras de la segunda recolecta de hongos. Los colores se expresan de acuerdo a la tabla de colores Pantone® Uncoated. Todos los hongos se trabajaron con 14 g de lana a excepción de las *Ramarias* que se trabajaron con 16 g. La segunda recolecta fue realizada en la primera semana del mes de julio del 2004.

Especie	Peso trabajado (g)	Lana con diversos mordientes						Multifibra		
		Alumbre	Cobre	Hierro	Maiceno	Aguacate	S/M	Lana	Poliamida	Algodón
<i>Amanita rubescens</i>	34.7	---	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>Amanita vaginata</i>	11.7	---	---	---	---	4735	---	---	---	---
<i>Fomes fomentarius</i>	425.2	467	1245	4505	465	465	465	467	721	---
<i>Hydnum repandum</i>	29.3	---	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>Laccaria amethystina</i>	1.5	---	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>Lactarius aff. chrysorheus</i>	2.8	---	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>Lactarius aff. cemicarius</i>	27.2	---	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>Lactarius aff. subvellerus</i>	172.2	---	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>Ramaria aff. fumosiavellanea</i>	30.1	---	---	5195	---	---	---	---	---	---
<i>Ramaria aff. stricta</i>	5.7	---	---	437	---	4725	---	---	---	---
<i>Russula sp. 1</i>	27.9	---	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>Russula sp. 2</i>	3.3	---	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>Scutellinia scutellata</i>	0.2	---	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>Stereum complicatum</i>	1.7	---	---	---	---	---	---	---	---	---

APÉNDICE 3. Resultados de tinción sobre lana y otras fibras de la tercera recolecta de hongos. Los colores se expresan en base a la tabla de colores Pantone® Uncoated. La tercera recolecta fue realizada en la última semana del mes de julio del 2004.

Especie	Peso trabajado (g)	Lana con diversos mordientes							Multifibra		
		Alumbre	Cobre	Hierro	Maiceno	Aguacate	S/M	Encino	Lana	Poliamida	Algodón
<i>Amanita caesarea</i>	30.2 DES*	---	---	5025	---	---	---	---	---	---	---
<i>Amanita muscaria</i>	37.6	---	---	401	---	---	---	---	---	---	---
<i>Bjerkandera adusta</i>	16.5	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>Boletus pinophilus</i>	37.3 DES*	4535	4515	4515	466	4525	4545	466	467	460	---
<i>Cantharellus cibarius</i>	11.3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>Coltricia cinnamomea</i>	2.1	---	---	---	---	5015	---	---	468	---	---
<i>Fomitopsis cajanderi</i>	11.9	---	---	---	---	4735	---	456	4545	4685	---
<i>Fomitopsis pinicola</i>	89.7	468	4505	407	4755	4735	---	4495	468	4755	---
<i>Helvella lacunosa</i>	0.99	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>Helvella macropus</i>	1.5	---	---	---	---	5015	---	---	---	---	---
<i>Hydnellum aff. suaveolens</i>	41.3	5845	5835	5753	5855	4515	5865	4505	5803	5793	---
<i>Hydnellum aurantiacum</i>	15.8	451	462	448	5835	451	451	4505	5803	5793	---
<i>Hypholoma capnoides</i>	13.0	---	---	---	---	5025	---	---	---	---	---
<i>Lycoperdon aff. subincarnatum</i>	0.5	---	---	---	---	5025	---	---	---	---	---
<i>Marasmius sp. 2</i>	7.1	---	---	---	---	---	---	4505	---	---	---

<i>Phaeolus alboluteus</i>	223.3	1245	618	147	132	465	465	4505	466	1245	---
<i>Phellinus sp.</i>	166.9	---	---	4505	---	---	---	457	4525	4755	---
<i>Phellodon niger</i>	44.2	5773	581	5615	452	452	5783	4505	452	5783	---
<i>Phellodon niger var. alboniger</i>	12.7	453	5777	451	Warm gray 1	4665	454	4505	454	4545	---
<i>Porphyrellus porphyrosporus</i>	21.1 DES*	466	4495	451	4665	4665	466	465	467	467	---
<i>Ramaria aff. fennica</i>	5.6	---	---	401	---	5225	---	4495	---	---	---
<i>Ramaria aff. formosa</i>	146.1	---	---	518	---	Warm gray 3	---	463	4545	---	---
<i>Sarcodon scabrosum</i>	1.8	---	---	---	---	4735	---	4505	453	Cool gray 2	Cool gray 1
<i>Sarcodon underwoodii</i>	31.0 JOV**	4755	---	414	Warm gray 1	---	---	4515	Warm gray 1	Cool gray 1	---
<i>Stereum hirsutum</i>	21.1	460	457	476	467	4675	4675	---	468	468	468
<i>Trametes hirsuta</i>	2.3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>Trametes versicolor</i>	1.7	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>Tremellodendron shweinitzii</i>	2.9	---	---	---	---	5015	---	---	---	---	---

*DES = indica que el hongo fue trabajado en estado de descomposición. **JOV = indica que el espécimen fue trabajado en estado joven.

APÉNDICE 4. Clasificación Taxonómica de los hongos utilizados para la extracción de tinte. Los hongos trabajados pertenecen a 25 familias incluidas en 11 diferentes órdenes. Sólo dos de los órdenes pertenecen al filo Ascomycota (con el 9% de las especies), mientras que los demás están incluidos dentro del filo Basidiomycota (con el 91% de especies).

Filo	Orden	Familia	Especie
ASCOMYCOTA (9%)	Hypocreales	Hypocreaceae Hypocreaceae	<i>Hypomyces chrysospermum</i> <i>Hypomyces lactifluorum**</i>
	Pezizales	Pyronemataceae Helvellaceae Helvellaceae	<i>Scutellinia scutellata</i> <i>Helvella lacunosa</i> <i>Helvella macropus</i>
BASIDIOMYCOTA (91%)	Agaricales	Cortinariaceae Cortinariaceae Hydnangiaceae Lycoperdaceae Lycoperdaceae Lycoperdaceae Marasmiaceae Marasmiaceae Pluteaceae Pluteaceae Pluteaceae Pluteaceae Strophariaceae Strophariaceae Tricholomataceae	<i>Cortinarius</i> sp. 1 <i>Cortinarius</i> sp. 2 <i>Laccaria amethystina</i> <i>Lycoperdon</i> sp. <i>Lycoperdon echinatum</i> <i>Lycoperdon aff subincarnatum</i> <i>Marasmius</i> sp. 1 <i>Marasmius</i> sp. 2 <i>Amanita rubescens</i> <i>Amanita vaginata</i> <i>Amanita caesarea</i> <i>Amanita muscaria</i> <i>Hypholoma fasciculare</i> <i>Hypholoma capnoides</i> <i>Clitocybe</i> sp.
	Boletales	Sclerodermataceae Suillaceae Boletaceae Boletaceae Boletaceae	<i>Scleroderma citrinum</i> <i>Suillus tomentosus</i> <i>Tylopilus eximius</i> <i>Boletus pinophilus</i> <i>Porphyrellus porphyrosporus</i>
	Cantharellales	Hydnaceae Cantharellaceae	<i>Hydnum repandum</i> <i>Cantharellus cibarius</i>
	Hymenochaetales	Hymenochaetaceae Hymenochaetaceae Hymenochaetaceae	<i>Coltricia perennis</i> <i>Coltricia cinnamomea</i> <i>Phellinus</i> sp.
	Phallales	Ramariaceae Ramariaceae Ramariaceae Ramariaceae	<i>Ramaria</i> aff. <i>fumosiavellanea</i> <i>Ramaria</i> aff. <i>stricta</i> <i>Ramaria</i> aff. <i>fennica</i> <i>Ramaria</i> aff. <i>formosa</i>
	Polyporales	Polyporaceae Hapalopilaceae Fomitopsidaceae Fomitopsidaceae Polyporaceae Polyporaceae Polyporaceae	<i>Fomes</i> f <i>omentarius</i> <i>Bjerkandera adusta</i> <i>Fomitopsis cajanderi</i> <i>Fomitopsis pinicola</i> <i>Phaeolus alboluteus</i> <i>Trametes hirsuta</i> <i>Trametes versicolor</i>
	Russulales	Russulaceae Russulaceae Russulaceae Russulaceae Russulaceae Russulaceae Stereaceae Stereaceae	<i>Lactarius deliciosus</i> <i>Lactarius</i> aff. <i>chrysotheus</i> <i>Lactarius</i> aff. <i>cimicarius</i> <i>Lactarius</i> aff. <i>subvellerens</i> <i>Russula</i> sp. 1 <i>Russula</i> sp. 2 <i>Stereum complicatum</i> <i>Stereum hirsutum</i>
	Thelephorales	Bankeraceae Bankeraceae Bankeraceae Bankeraceae Bankeraceae	<i>Hydnellum</i> aff. <i>suaveolens</i> <i>Hydnellum aurantiacum</i> <i>Phellodon niger</i> <i>Phellodon niger</i> var. <i>alboniger</i> <i>Sarcodon scabrosum</i> <i>Sarcodon underwoodii</i>
	Tremellales	Exidiaceae	<i>Tremellodendron shweinitzii</i>

APÉNDICE 5. Listado de especies y los colores producidos sobre lana. Colores obtenidos de acuerdo a la especie de hongo y al mordiente utilizado. Los colores Pantone® Uncoated fueron agrupados en colores más simples. Los mordientes se presentan como:

A= alumbre, C= cobre, H= hierro, Ag= aguacate, M= maiceno, S/M= sin mordiente, E= encino.



AMARILLO

Pantone® 109, 127, 134, 458, 459, 460.

Hypholoma fasciculare (Ag, S/M).



ANARANJADO

Pantone® 124, 144, 150, 157, 159.

Hypomyces lactifluorum (A, Ag, S/M).



BEIGE

Pantone® 4535, 454, 4545, 466, 4665, 467, 4675, 468, 4685.

Boletus pinophilus (A, M, S/M, E).

Clitocybe sp. (A, C, H, M).

Cortinarius sp. 1 (M, Ag).

Fomes fomentarius (A).

Hypomyces chrysospermum (M).

Lycoperdon echinatum (Ag).

Lycoperdon sp. (H).

Phellodon niger var *alboniger* (A, Ag, S/M).

Scleroderma citrinum (Ag).

Stereum hirsutum (A, M, Ag, S/M).

Suillus tomentosus (A, M, Ag, S/M).



CAFÉ

Pantone® 147, 462, 463, 465, 476.

Clitocybe sp. (C).

Hydnellum aurantiacum (H).

Ramaria aff. *formosa* (E).

Phaeolus alboluteus (A, H, Ag, S/M).

Stereum hirsutum (H).



CAFÉ LADRILLO

Pantone® 1385, 145.

Hypomyces lactifluorum (C, H).



CAFÉ MOSTAZA

Pantone® 110, 117, 1245.

Fomes fomentarius (C, M, Ag, S/M).

Hypholoma fasciculare (A, M).

Phaeolus alboluteus (A, H, Ag, S/M).


GRIS

Pantone® 401, 406, 407, 409, 414, 416, 420, 437, cool gray 1, cool gray 2, warm gray 1, warm gray 2, warm gray 3, warm gray 4.

<i>Amanita muscaria</i> (H).
<i>Coltricia perennis</i> (A, M, Ag, S/M).
<i>Fomitopsis pinicola</i> (H).
<i>Phellodon niger</i> var. <i>alboniger</i> (M).
<i>Ramaria</i> aff. <i>fennica</i> (H).
<i>Ramaria</i> aff. <i>stricta</i> (H).
<i>Ramaria formosa</i> (Ag).
<i>Sarcodon underwoodii</i> (M, H).
<i>Scleroderma citrinum</i> (H).
<i>Tylopilus eximius</i> (A, Ag).


LILA

Pantone® 5015, 5025, 5225.

<i>Amanita caesarea</i> (H).
<i>Coltricia cinnamomea</i> (Ag).
<i>Helvella macropus</i> (Ag).
<i>Hypholoma capnoides</i> (Ag).
<i>Lycoperdon</i> aff. <i>subincarnatum</i> (Ag).
<i>Ramaria</i> aff. <i>fennica</i> (Ag).
<i>Tremellodendron schweinitzii</i> (Ag).


PÚRPURA

Pantone® 518, 5195.

<i>Ramaria</i> aff. <i>formosa</i> (H).
<i>Ramaria</i> aff. <i>fumosiavellanea</i> (H).


PALO ROSA

Pantone® 4755, 4725, 4735, 4745, 155, 719, 721.

<i>Clitocybe</i> sp. (Ag).
<i>Fomitopsis pinicola</i> (M, Ag).
<i>Ramaria</i> aff. <i>stricta</i> (Ag).
<i>Sarcodon underwoodii</i> (A).
<i>Scleroderma citrinum</i> (S/M).


VERDE GRISÁSEO

Pantone® 451, 4515, 452, 4525, 453, 5773, 5777, 5783, 5793, 5803, 5845, 5855, 5865, 614, 615, 448.

<i>Boletus pinophilus</i> (C, H, S/M).
<i>Coltricia perennis</i> (C, H).
<i>Hydnellum</i> aff. <i>suaveolens</i> (A, M, S/M).
<i>Lycoperdon echinatum</i> (S/M, A).
<i>Phellodon niger</i> (M, A, Ag, S/M).

<i>Phellodon niger</i> var. <i>alboniger</i> (A, C).
<i>Suillus tomentosus</i> (C).
<i>Tylopilus eximius</i> (M).

**VERDE MUSGO**

Pantone® 4495, 4505, 5753, 5763, 5835, 618.

<i>Fomes fomentarius</i> (H).
<i>Fomitopsis pinicola</i> (S/M, C).
<i>Hydnellum</i> aff. <i>suaveolens</i> (C, S/M).
<i>Hydnellum</i> aff. <i>suaveolens</i> (H).
<i>Hydnellum aurantiacum</i> (M, S/M).
<i>Lycoperdon echinatum</i> (C).
<i>Marasmius</i> sp. (S/M).
<i>Phaeollus alboluteus</i> (C, S/M).
<i>Phellinus</i> sp. (H).
<i>Phellodon niger</i> (S/M).
<i>Phellodon niger</i> var. <i>alboniger</i> (S/M).
<i>Porphyrellus porphyrosporus</i> (C).
<i>Ramaria</i> aff. <i>fennica</i> (S/M).
<i>Sarcodon scabrosum</i> (S/M).
<i>Suillus tomentosus</i> (H).

**VERDE MUSGO OSCURO**

Pantone® 4485, 581, 5815.

<i>Hydnellum aurantiacum</i> (H).
<i>Phellodon niger</i> (C).
<i>Tylopilus eximius</i> (C, H).

**VERDE OLIVO**

Pantone® 112, 132, 456, 457.

<i>Fomitopsis cajanderi</i> (S/M).
<i>Hypholoma fasciculare</i> (H).
<i>Phaeollus alboluteus</i> (M).
<i>Phellinus</i> sp. (S/M).
<i>Stereum hirsutum</i> (C).

**VERDE-AZUL**

Pantone® 5615.

<i>Phellodon niger</i> (H).

APÉNDICE 6

A. Listado de los 86 Colores Pantone® obtenidos de la tinción con hongos

Para mejor referencia de los colores obtenidos puede consultarse la tabla de colores Pantone® Uncoated.

				
109	110	112	117	124
				
1245	127	132	134	1385
				
144	145	147	150	155
				
157	159	401	406	407
				
409	414	416	420	437
				
448	4485	4495	4505	451
				
4515	452	4525	453	4535
				
454	4545	456	457	458
				
459	460	462	463	465



466



4665



467



4675



468



4685



4725



4735



4745



4755



476



5015



5025



518



5195



5225



5615



5753



5763



5773



5777



5783



5793



5803



581



5815



5835



5845



5855



5865



614



615



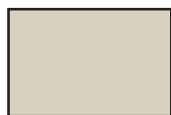
618



719



721



Warm gray 1



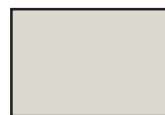
Warm gray 2



Warm gray 3



Warm gray 4



Cool gray 1



Cool gray 2

APÉNDICE 7

A. Listado de colores Pantone® obtenidos de acuerdo a los diferentes tipos de mordientes utilizados.

1. ALUMBRE



110



1245



150



416



451



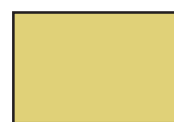
4525



453



4535



460



466



467



468



4685



4755



5773



5845



615



Warm gray 4

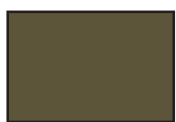
2. COBRE



1245



1385



4485



4495



4505



451



4515



457



462



465



5777



581



5835



618

3. HIERRO



112



1385



147



401



407



409



414



437



448



4505



451



4515



452



4525



467



468



476



518



5195



5615



5753



5815

4. MAICENO (*Musa ensete*)

117



132



145



407



452



4525



465



466



4665



467



4755



5773



5835



5855



Warm gray 1

5. AGUACATE (*Persea sp.*)



127



144



406



420



451



4515



452



4525



4545



465



466



4665



4675



468



4685



4725



4735



5015



5025



5225



Warm gray 3

6. ENCINO



4495



4505



4515



456



457



463



465



466

APÉNDICE 8

A. Listado de colores Pantone® obtenidos a partir de lana teñida en forma directa, sin la utilización de mordientes.

1. SIN MORDIENTE (S/M)



157



451



452



454



4545



459



465



466



4675



468



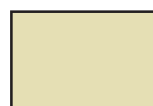
4735



5783



5865



614

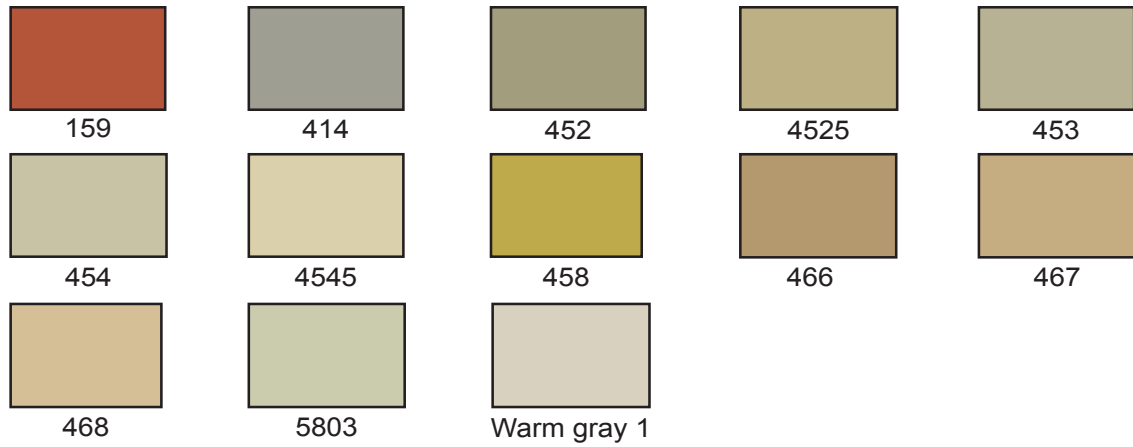


Warm gray 2

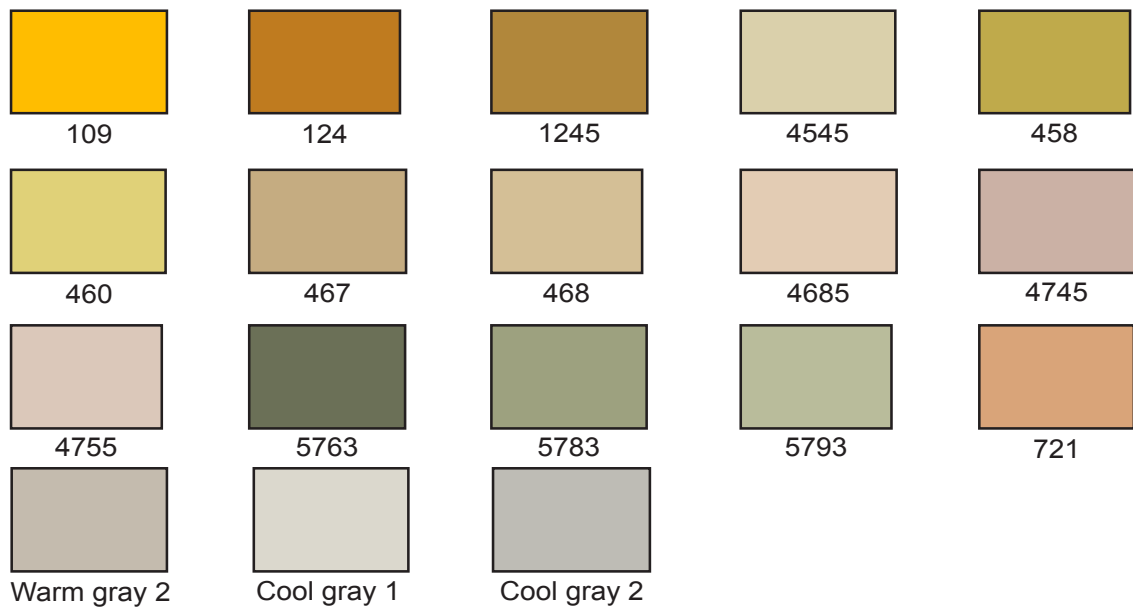
APÉNDICE 9

A. Listado de colores Pantone® obtenidos de acuerdo a los diferentes tipos de fibras utilizadas.

1. MULTIFIBRA: LANA



2. MULTIFIBRA: POLIAMIDA



3. MULTIFIBRA: ALGODÓN

468



4755



719



Cool gray 1

4. MULTIFIBRA (SINTÉTICOS):**a. POLIÉSTER**

155

b. ACRILATO

134

APÉNDICE 10. Algunos hongos sobresalientes

Hypholoma fasciculare

Orden: Agaricales.



- Una especie común reconocible por el sombrero y pie amarillos, láminas gris verdoso y crecimiento en grupos densos sobre tocones y leños de coníferas.
- Tamaño pequeño a mediano.
- Generalmente con remanentes de velo en los bordes del sombrero o un delgado anillo en el pie.
- Venenoso.

Colores obtenidos sobre lana y poliamida:



Alumbre Cobre Hierro Maic Ag S/M



Poliamida

Produjo colores amarillo, amarillo mostaza, amarillo olivo y verde olivo.

Hypomyces lactifluorum

Orden: Hypocreales.



- Este hongo de color anaranjado cubre totalmente a su hospedero (generalmente *Russula* o *Lactarius*) haciendo que las láminas se reduzcan a ranuras y el cuerpo fructífero tome distintas formas, generalmente de pirámide invertida.
- En estado muy maduro se torna rojo o rojo-púrpura.
- Crece solitario sobre el suelo generalmente en bosques de coníferas.
- Es comestible. Abundante en Momostenango, Totonicapán.

Colores obtenidos sobre lana y poliamida:



Alumbre Cobre Hierro Maic Ag S/M



Poliamida

Produjo diversos tonos de anaranjado.

Tylopilus eximius
Orden: Boletales



- Hongo de color café violáceo o café chocolate, de tamaño mediano. El sombrero es convexo, carne gruesa.
- Poros diminutos, de color gris oscuro a vináceos.
- Pie escamoso.
- De hábito terrestre y solitario.

Colores obtenidos sobre lana y poliamida:



Alumbre Cobre Hierro Maic Ag S/M



Poliamida

Tiñó de colores gris, verde musgo y verde grisáceo.

Phellodon niger
Orden: Thelephorales



- Los cuerpos fructíferos de esta especie generalmente se fusionan formando lo que parece un hongo de mayor tamaño.
- La superficie inferior posee pequeños dientes de color morado a morado oscuro.
- La carne tanto del pie como del sombrero es de color negro.
- Crece en bosques de coníferas, generalmente escondido en la broza.

Colores obtenidos sobre lana y poliamida:



Alumbre Cobre Hierro Maic Ag S/M Encino



Poliamida

Produjo colores verde grisáceo, verde musgo y verde-azul.

Fomes fomentarius
Orden: Polyporales.



- Hongo cornisa que crece sobre tocones formando cuerpos fructíferos en forma de pezuña.
- Puede ser de tamaño pequeño hasta muy grande (50 cm). Consistencia de madera. Color generalmente café o negruzco.
- Los poros son generalmente más claros que la superficie.

Colores obtenidos sobre lana y poliamida:



Alumbre Cobre Hierro Maic Ag S/M



Poliamida

Produjo colores verde musgo y café.
Además tiñó de rosado salmón la fibra de

Ramaria aff. formosa
Orden: Phallales.



- Esta especie forma grandes grupos rosas-salmón de hasta 20 cm, con densas ramas que parten de un tallo basal corto pero fuerte.
- El color cambia a pardo al roce.
- Es venenoso.

Colores obtenidos sobre lana y poliamida:



Alumbre Cobre Hierro Maic Ag S/M Encino



Poliamida

Produjo colores violeta, gris y café.

Boletus pinophilus
Orden: Boletales.



- Hongo de sombrero color café con el pie de color más claro, arrugado o con escamas más oscuras. Tamaño mediano a grande.
- El sombrero es convexo, carne gruesa.
- Poros color beige.
- Habita en bosques de pino.
- Comestible.

Colores obtenidos sobre lana y poliamida:



Alumbre Cobre Hierro Maic Ag S/M Encino



Poliamida

Produjo colores beige y verde grisáceo sobre lana y amarillo sobre poliamida.

Porphyrellus porphyrosporus
Orden: Boletales.



- Hongo de sombrero y pie color café oscuro o sepia
- Superficie felposa y algunas veces escamosa.
- Poros color café.
- Habita en bosques de pino.
- Comestible, poco apetecible.

Colores obtenidos sobre lana y poliamida:



Alumbre Cobre Hierro Maic Ag S/M Encino



Poliamida

Tiñó de colores beige, café y verde musgo.

Scleroderma aff. citrinum
 Orden: Boletales.



- Especie amarillenta con pared gruesa y pequeñas escamas cafés.
- Tamaño pequeño (4 - 8 cm), forma semiglobosa.
- Pared gruesa que se abre en la madurez. El tejido interno es blanquecino al principio, enseguida negro-púrpura.
- Habita en el suelo.
- No es comestible

Colores obtenidos sobre lana y poliamida:



Alumbre Cobre Hierro Maic Ag S/M



Tiñó de colores gris, beige y rosa.

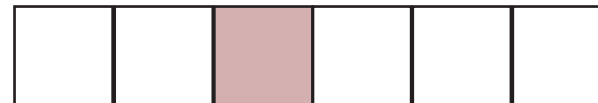
Poliamida

Amanita caesarea
 Orden: Agaricales.



- Sombrero anaranjado brillante hasta rojizo cubierto en la superficie inferior por un remanente de velo universal de color más pálido.
- Laminas y pie amarillos.
- Velo universal blanco, envolviendo a los especímenes más jóvenes y formando luego un saco (volva) en la base del pie.
- Comestible. Abundante.

Colores obtenidos sobre lana y poliamida:



Alumbre Cobre Hierro Maic Ag S/M



Tiñó de color rosa.

Poliamida

Hydnellum suaveolens
 Orden: Thelephorales.



- 5-15 cm de ancho.
- Superficie plana a convexa, de color blanco muy felposa, volviéndose de color beige o café con la edad.
- A veces los cuerpos se fusionan.
- Generalmente con fascículas de pino u otros residuos incorporados en el cuerpo fructífero.
- Los dientes son blanquecinos, volviéndose más oscuros con la edad.

- La carne es blanca con líneas azuladas en el sombrero y totalmente azulada en el pie.
- Generalmente los cuerpos fructíferos son muy fragantes.
- Habita en bosques de coníferas.

Colores obtenidos sobre lana y poliamida:



Alumbre Cobre Hierro Maic Ag S/M Encino



Tiñó de diversos tonos de verde.

Poliamida

Suillus tomentosus
 Orden: Boletales.



- Tamaño pequeño a mediano (5-15 cm). Superficie seca, pero en climas húmedos es muy viscosa.
- Sombrero de color café, café-naranja o amarillento.
- Poros de color amarillo olivo, tamaño mediano y forma irregular.
- Pie largo (3-11 cm), de color más claro que el sombrero.
- Comestible. Abundante en Momostenango, Totonicapán.

Colores obtenidos sobre lana y poliamida:



Alumbre Cobre Hierro Maic Ag S/M



Poliamida

Tiñó de diversos tonos de café y beige.
 En poliamida produjo amarillo olivo.