

Análisis de la morfología y la distribución de las láminas de los hongos para su aplicación en el desarrollo de mobiliario liviano y resistente.

Diana Sofía Botero Morales, Jessica Uribe Villegas, María Alejandra Pérez Polo

Facultad de Diseño Industrial, Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín, Colombia

RESUMEN

Las láminas o lamelas son estructuras que se encuentran en la parte inferior del sombrero del hongo, las cuales distribuyen esporas; este comportamiento biológico ha sido ampliamente abarcado en estudios científicos micológicos. Por otro lado su comportamiento mecánico ha sido poco investigado. Sin embargo, algunos estudios han resaltado la resistencia de los hongos en dirección axial y distribución adecuada de esfuerzos que se lleva a cabo en el sombrero de estos. Teniendo en cuenta lo anterior y considerando las observaciones realizadas por otros investigadores sobre el comportamiento de los hongos, se tomó como elemento referente de estudio las láminas que se sitúan bajo el sombrero, centrándonos en la distribución y morfología de los hongos agaricales (especie que se caracteriza por poseer láminas o lamelas bajo su sombrero) con el fin de emplearlos como punto de partida para la obtención de estructuras livianas y resistentes mecánicamente para su aplicación en el sector del mobiliario. Para esto se realizó la caracterización morfológica de los sombreros de los hongos Portobello y Orellana mediante el análisis del registro fotográfico, microscopía óptica y medidas gravimétricas, para realizar posteriormente la fabricación y validación de dos modelos físicos a escala 5:1 y posteriormente un modelo a escala 10:1, escala usada directamente para el sector de mobiliario; dichos modelos se encontraron expuestos a una aplicación de cargas axiales encontrando que el modelo fabricado a partir de la caracterización morfológica del portobello ofreció una mayor resistencia mecánica, soportando hasta 100 veces su propio peso.

ABSTRACT

The layers or lamellas are structures that can be found in the lower part of the fungus hat, in which the spores are distributed; this biological behavior had been widely studied by mycological Scientifics, however his mechanical behavior had been barely investigated; however some studies of the mechanical behavior of the fungus, exhibit the axial directional resistance and the transfer of forces that are carried specially with in the hat .Taking care all these deductions and the observations of the fungus behavior it was taking as a study of reference the layers found under the hat, focusing in the distribution and morphology of the agaricalis fungus (a spicy that is known to have layer or lamellas under the hat) with the purpose to be used as a starting point to obtain lighter structures and mechanical resistance to be applied in the furniture industry. For this we realized the morphological characterization of the Portobello and Orellana fungus using a photographic register, microscope observations and gravimetric measurements. After this we build some physical models in a 5:1 scale then a 10:1 scale, scale used for the furniture industry. These models were tested applying some axial strength finding out that the model developed from the Portobello morphological characterization give us a better mechanical resistance, supporting 100 times more his own weight .

PALABRAS CLAVE: hongos, portobello, orellana, laminas, resistencia mecánica, mobiliario.

1. INTRODUCCIÓN

La biomimética es una ciencia cada día más utilizada en el campo del diseño y la ingeniería como una estrategia para resolver problemas que se presentan en el entorno; la bióloga Janine Benyus en su libro *Biomimética: innovación inspirada en la naturaleza*, la describe como “una ciencia que estudia las mejores ideas de la naturaleza para resolver problemas humanos”. (Rangel y Enrique, 2010) Las universidades autónomas de México a partir de tales afirmaciones respaldan el concepto al denominarlo como un medio para llegar a innovar en los distintos campos, desde el diseño y la ingeniería; la naturaleza anda un paso adelante resolviendo las complejidades y necesidades del medio. Actualmente se presentan algunas falencias en el sector del diseño de mobiliario a la hora de manufacturar productos livianos, pues en la elaboración de este tipo de productos suele emplearse una considerable cantidad de material con el fin de brindar rigidez y mayor resistencia mecánica, evitando grandes deformaciones y fallas, respectivamente. Sin embargo, esta estrategia tiende a aumentar el peso de este tipo de elementos.

Teniendo en cuenta las posibilidades que ofrece la naturaleza para la aplicación en el diseño es debido conocer cómo se presentan en el medio estrategias para la obtención de estructuras livianas y resistentes; estructuras que han sido usadas naturalmente por distintas especies de hongos, tales como el Portobello y las Orellana, pertenecientes a la especie agarical, la cual en textos científicos del campo de la biología como el texto (limona, 1997) *botánica: hongos* se reconoce la especie por la presencia de láminas bajo su sombrero, las cuales son un medio usado naturalmente por el organismo para la dispersión de esporas.

Con este trabajo se quiere saber el efecto de la morfología y distribución de láminas presentes en los sombreros de dos especies de hongos agaricales sobre su resistencia mecánica. Para esto, a partir de los resultados obtenidos de la caracterización morfológica de los hongos, se realizó la fabricación de modelos físicos, sobre los cuales se evaluó su resistencia mediante la aplicación de cargas axiales con el fin de determinar la morfología y distribución más favorable que pudiera ser empleada para su aplicación en la manufactura de mobiliario liviano y resistente.

2. METODOLOGÍA

Se analizaron dos especies de hongos de la familia de los agaricales: Portobello (*agaricus bisporus*) y Orellana (*pleurotus ostreatus*). De cada especie se analizaron siete muestras, caracterizándolas según su morfología (decurrente, adherida o adnata), distribución (bifurcadas, con laminillas parciales o apretadas), peso, medidas generales tales como largo, espesor y diámetro del sombrero, observaciones microscópicas y patrones repetitivos en las láminas. La caracterización mediante microscopía óptica y las medidas gravimétricas se realizaron empleando un microscopio óptico de luz directa marca Leica y una balanza gramera digital de marca Diamond, respectivamente. Toda la información recopilada luego de la caracterización se consignó en fichas con fotografías y análisis de cada imagen, además se realizó un promedio del número de láminas, espesor y largo de cada lámina. A partir del análisis de la morfología y distribución de las láminas correspondientes para cada especie se realizaron dos modelos (en escala 5:1) empleando chapilla de bambú ya que es un material con un calibre bajo que se asemeja al de las láminas y cartón paja que tiene un poco más de calibre que el anterior pero es más firme. Luego de esto, cada modelo fue sometido a pruebas de compresión por medio de bolsas cada una empleando cargas de 250 g (2.5 N aprox.) hasta que la estructura presentara fallas. Finalmente, se seleccionó el modelo más resistente para

realizarlo en una escala 10:1 y ensayarlo a compresión empleando una máquina universal de ensayos marca WPM Leipzig,

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1 Análisis morfológico

Se realizaron tablas en las cuales se depositaron datos del portobello y Orellana como, medidas generales, cortes para entender la estructura de cada especie, tipo de distribución, cantidad de láminas y tamaños de láminas que se encontró. El registro de la información se describe en las figuras 1 y 2.


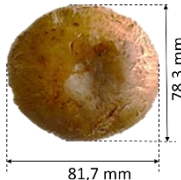
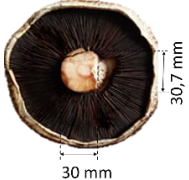





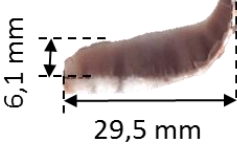
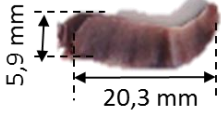

Medidas generales	Alto 	Ancho 	Ancho del pie 
Corte transversal			
Distribución	Bifurcadas 	Laminillas parciales 	Apretadas 
Cantidad de láminas			
Láminas	Grande 	Mediana 	Pequeña 

Figura 1. Ficha para la caracterización morfológica del portobello.

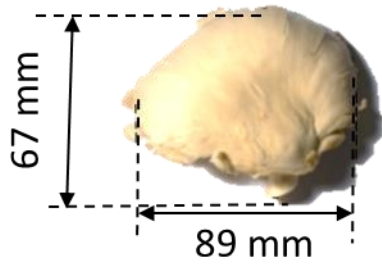
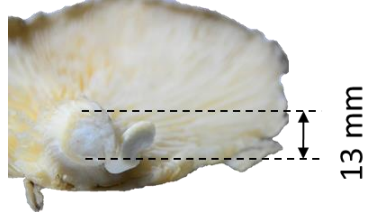
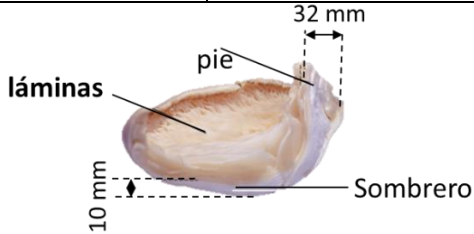
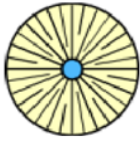
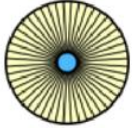

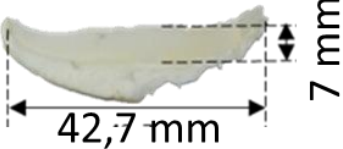

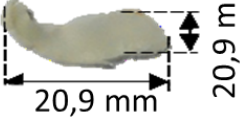
Medidas generales	<p style="text-align: center;">Alto y ancho</p> 		<p style="text-align: center;">Diámetro del pie</p> 	
Corte transversal				
Distribución	<p style="text-align: center;">Laminillas parciales</p> 		<p style="text-align: center;">Apretadas</p> 	
Cantidad de láminas	 <p style="text-align: center;">107 láminas aproximadamente por sección</p>			
Láminas	<p style="text-align: center;">Grande</p> 	<p style="text-align: center;">Medianas</p> 	<p style="text-align: center;">Pequeñas</p> 	

Figura 2. Ficha para la caracterización morfológica de la Orellana.

Luego de haber hecho el análisis de las especies y obtener las medidas de cada lámina, estas se escalaron a 5:1 para poder realizar unos modelos a escala, por lo que las medidas de cada lámina pequeña para el modelo basado en el hongo Portobello es de 51,55 mm de largo por 28 1mm de ancho, las medianas de 101,5 mm de largo por 29,5 mm de ancho y los grandes 147,5 mm de largo por 30,5 mm de ancho. Por otra parte, para el modelo basado en la especie Orellana, las láminas pequeñas tienen un largo de 104, 5 mm por 30 mm de ancho, las medianas de 167 mm de largo

por 34,5 mm de ancho y los grandes 213,5 mm de largo por 35 mm de ancho. Lo anterior se ilustra en la figura 3.

CARACTERIZACIÓN MORFOLOGICA

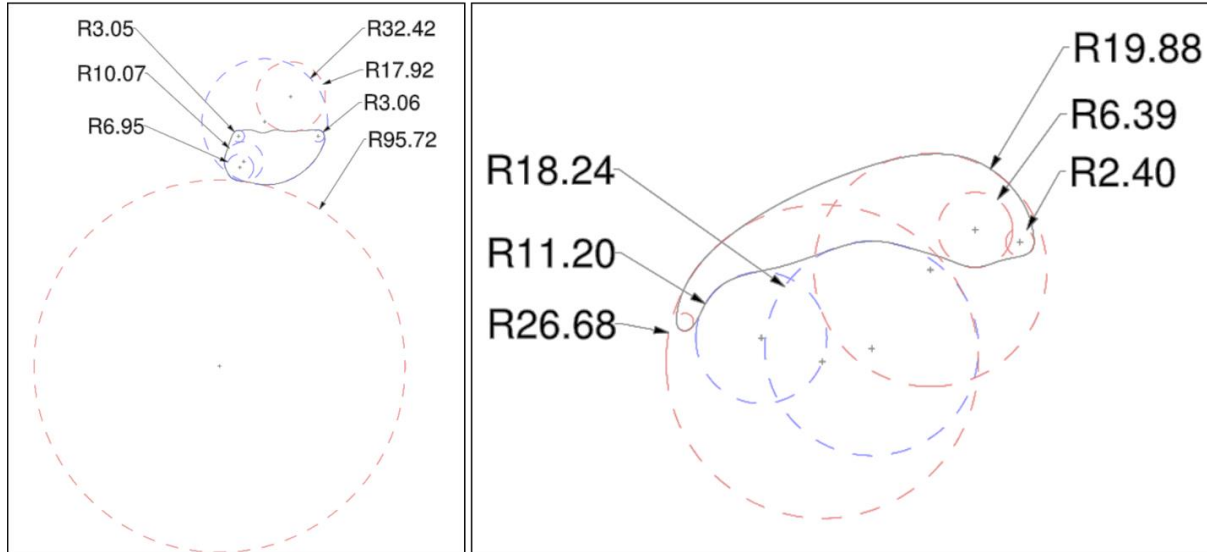


Figura 3. Caracterización morfológica de las láminas, a) Portobello, b) Orellana.

3.2 Validación a través de modelos físicos

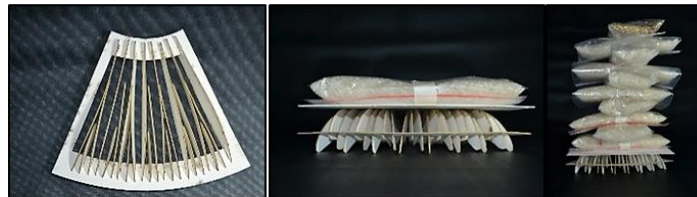
Luego de construir los modelos en chapilla de madera, estos fueron sometidos a pruebas de compresión empleando cargas de 250 g (2.5 N) hasta que se presentara alguna falla su estructura (ver Figura 4). Este primer modelo soportó 750 g (7. N) hasta presentar fallas en su estructura.

MODELO EN CHAPILLA (PORTOBELLO)



a.

MODELO EN CARTÓN PAJA (PORTOBELLO)



b.

Figura 4. a Modelo en chapilla escala 5:1 de portobello, **4.b** modelo en cartón paja escala 5:1 portobello.

Por otro lado, para la Orellana se observó la presencia de la primera falla luego de aplicar 500 g (5 N). (Ver figura 5) se observa como la estructura varía con cada peso que se le agrega; además las puntas de las láminas se doblan hasta llegar al punto de fracturarse lo cual ayuda a que el modelo se pierda estabilidad más rápido y se muevan hacia una misma dirección hasta llegar al punto de acostarse completamente.

MODELO EN CHAPILLA (ORELLANA)



a.

MODELO EN CARTÓN PAJA (ORELLANA)



b.

Figura 5. a. Modelos en chapilla escala 5:1 de la orellana, **5. b.** modelo en cartón paja escala 5:1 de la orellana.

Teniendo en cuenta que uno de los propósitos de este trabajo es más comparativo que absoluto, y con el fin de observar la tendencia del comportamiento mecánico de cada modelo obtenido, se realizaron dos modelos adicionales en cartón paja (figuras 4b y 5b). En este caso las especies Portobello y Orellana soportaron, para la misma área, un peso de 2.750 g (27.5 N) y 1750 g (17.5 N), respectivamente. Con lo anterior se infiere que los modelos construidos en diferentes materiales tienen la misma tendencia, con respecto a su comportamiento a la compresión observándose un mejor comportamiento estructural, frente a compresión, en el modelo construido a partir del análisis morfológico del Portobello.

Con base en lo anterior, y con el propósito de evaluar la resistencia mecánica de un modelo a mayor escala, para que de esta manera se valide la posibilidad de emplear la estructura obtenida a partir del Portobello para la fabricación de mobiliario, se realizó entonces un modelo escala 10:1

empleando cartón industrial. Este se puede observar en la Figura 6. La estructura presentó un peso de 2.5 kg.



Figura 6. Modelo en cartón industrial escala 10:1 con base en la distribución de las láminas del portobello

Se observó que a medida que la carga aumentaba las láminas se inclinaban hacia el lado izquierdo y en las puntas inferiores la inclinación fue hacia el lado derecho. Se pudo observar que la estructura solo presentó fractura e inclinación en la zona donde se le aplicó presión y el resto de la estructura mantuvo su forma inicial cuando la estructura empieza a presentar fallos, las láminas en la parte superior fallaron luego de aplicar una carga de 300 kg (3000 N).

A pesar de que la mayor presión se genera en la parte más alta de la estructura, esta y su distribución ayuda a que el peso se distribuya uniformemente en todas las partes de las láminas, con los resultados obtenidos con este modelo, podemos demostrar cómo es una estructura que puede tener sus aplicaciones en mobiliario debido a su resistencia a la compresión y bajo peso.

4. CONCLUSIONES

Analizando las dos especies de hongos elegidos de la familia de los agaricales (Portobello y Orellana) se comprobó que ambos poseían láminas grandes, medianas y pequeñas; de igual manera se encontró que ambas tenían tipos de distribución en común, con una diferencia en cuanto al portobello. Ambas tienen de una distribución apretada y parcial, donde se hace referencia en esta última a los 3 tipos de láminas que divergían en cuanto a tamaño; por otra parte el portobello poseía un tipo de distribución adicional, estas eran bifurcadas, es decir se encontraban unidas unas con otras, mientras que en la Orellana había una separación entre ellas. A partir de estas observaciones se realizaron 2 modelos, uno correspondía a la Orellana y otro al portobello, la estructura se desarrolló a partir de las formas observadas y haciendo un preponderado en cuanto a medidas, finalmente se realizó un modelo en chapilla de 0,42 mm de espesor. Esto nos permitió comprobar

la diferencia en cuanto a resistencia de cada estructura siendo la estructura del portobello la más resistente con una capacidad de carga de 750 g. Frente a 500 g. De la Orellana, ambas piezas presentaron el mismo comportamiento en el momento de colapsar, manteniendo una inmovilidad mientras se aplicaba el peso, sin embargo colapsaba abruptamente al llegar a su límite; las láminas se recostaban hacia un lado con un mínimo de quiebre en las láminas, sin embargo la Orellana, aunque parcialmente presentó quiebre en las puntas frontales de las láminas grandes. Al realizar un segundo modelo en cartón paja y hacer la misma prueba de compresión se produjo el mismo resultado con una resistencia de 2500 g. En el caso del portobello, es decir 100 veces su propio peso y una resistencia de la Orellana de 1500 g. Se puede apreciar por ende que frente a cada material los resultados fueron los mismos siendo la estructura del portobello la más resistente y por tanto la más apta para la aplicación en estructuras para mobiliario liviano y resistente. Las anteriores conclusiones llevaron a realizar un modelo escala 10:1 con la misma construcción que los mismos modelos y un peso total de 2,5 Kilos, al llevarlo a pruebas de compresión se obtuvo un comportamiento muy similar a los realizados en menor escala, superando más la resistencia que la obtenida anteriormente con una capacidad de un poco 100 veces más su propio peso, es decir 300 Kilos respectivamente.

En restaurantes al aire libre y cafés se encontró que el mobiliario se debe reubicar constantemente por lo que es importante tener en cuenta el peso de este; algunos mobiliarios son muy pesados o de gran tamaño y se requiere de un mayor esfuerzo al mover. El objetivo era realizarle ensayos de compresión a modelo en escala 10:1 del portobello y verificar con cuanto peso la estructura presenta fallos y así comprobar si es una apropiada para mobiliario.

5. REFERENCIAS.

Rocha Rangel, Enrique (2010) Biomimética de la naturaleza a la creación humana. Revista de Ciencias (num. 98), 4-8. Obtenido de: <http://www.redalyc.org>

Jerzy Bohdziewicz, Gabriel Czachor, Paskalis Grzemski (2013) anisotropy of mechanical properties of mushrooms (*agaricus bisporus*). Polish Society of Agricultural Engineering. Recuperado de: [www. Ptir. org](http://www.Ptir.org)

Claus Mattheck (1.998) The Minimum on Mechanics. En Springer (Ed), Design in nature: learning from trees. (pp. 10)

Delgkika (2016) Definición de fuerza aplicada y conceptos relacionados. Recuperado de: <http://www.parro.com.ar>

Xavier Llimona (1.997) Hongos, Botánica (pp. 267-271)

Jose Ponton (2008) La pared celular de los hongos y el mecanismo de acción de la anidulafungina. Revista Iberoam Micol, volumen 25, pp. 78-79 Obtenido de: www.reviberoammicol.com