

# Estudio Comparativo Del Grado De Transpirabilidad De La Humedad En Fibras De Bambú Y Algodón

*Autor-Pacarina VISARREA*

Carrera de Ingeniería Textil, Universidad Técnica del Norte, Avenida 17 de julio, 5-21, y Gral. José María Córdova, Ibarra, Imbabura.

pakizhitav0508@gmail.com

**Resumen.** *El presente trabajo de grado tiene la finalidad de realizar un estudio comparativo del grado de transpirabilidad de la humedad en fibras de bambú y algodón, elaboradas en tejidos de punto cadena a crochet previamente descrudadas, acorde a las normas AATCC 197 y AATCC 199. En la primera norma se determinará mediante las pruebas de absorción vertical de humedad el índice de absorción y en la segunda norma se realizará pruebas del tiempo de secado de humedad para determinar el índice de expulsión de humedad utilizando el horno Incubador.*

## Palabras claves

Bambú, Algodón, Transpirabilidad, Humedad

**Abstrac.** *The present work of degree has the purpose of making a comparative study of the moisture transpirability degree in bamboo and cotton fibers, elaborated in crochet chain knits previously scoured, according to the AATCC 197 and AATCC 199 standards. The first norm will be determined by means of the tests of vertical absorption of humidity the absorption index and in the second norm it will be carried out tests of the time of drying of humidity to determine the index of expulsion of humidity using the Incubator oven.*

## Keywords

Bamboo, cotton, transpirability, moisture

## 1. Introducción

La presente investigación tiene como objetivo determinar el grado de transpirabilidad del grado de humedad en fibras de bambú y algodón.

Una tela de material transpirable de alta eficiencia permite al usuario controlar la temperatura corporal, experimentando comodidad física al controlar la pérdida de calor del cuerpo, mientras que al mismo tiempo va eliminando el exceso de sudor. En general

el efecto producido es el de una sensación más confortable en la superficie de la piel.

Puesto que esta industria es una de las cuales contaminan al medio ambiente, las empresas desde hace varios años atrás han buscado alternativas sustentables y amigables con el ecosistema y a su vez crear productos innovadores para el consumidor. Entre estas opciones se considera como más apropiada la fibra de bambú, una nueva fibra natural textil desarrollada por la Universidad de Pekín. Una de las cualidades y sobre todo ventajas de la fibra de bambú es la buena transpirabilidad a su vez la superficie de la sección transversal está compuesta por micro-espacios y micro-agujeros lo que les proporcionan a las fibras una buena absorción de la humedad y ventilación otorgándole a los tejidos un alto nivel de respirabilidad, haciéndolo fresco y confortable.

El orden de esta investigación fue en primer lugar la elaboración de la parte teórica, y seguidamente con la parte práctica mediante la elaboración de pruebas en este caso pruebas divididas en dos partes con el fin de determinar el grado de transpirabilidad entre las fibras de algodón y bambú.

Las muestras a prueba son telas de punto de cadena a crochet 100% algodón y 100% bambú previamente descrudadas. Para cada norma usada la medida estándar de las muestras era específicas. En el caso de la segunda muestra el equipo a usar es el horno incubador a una temperatura de 37°C establecidos por la norma AATCC 199.

Con los resultados obtenidos tanto de la primera como la segunda norma usada se hace un análisis de resultados, análisis de confiabilidad y análisis de comparación entre estos dos tipos de fibras.

La metodología utilizada en esta investigación es el método experimental con el fin de obtener los resultados y el método comparativo para realizar una evaluación de la fibra algodón en relación con la fibra de bambú. Todo este método será a nivel de laboratorio elaborado en la Planta Académica Textil.

## 2. Materiales y Métodos.

Debido a que no existe ningún modelo comparativo anterior para determinar el grado de

transpirabilidad en fibras de bambú y algodón esta investigación será exploratorio. Los métodos que se usarán durante el desarrollo de esta investigación serán **experimental-comparativos**.

Mediante el método experimental se procederá a realizar las pruebas de transpirabilidad en dos partes, debido a que no existe una norma que establezca un procedimiento para calcular la transpirabilidad; la primera parte consiste en la elaboración de pruebas de absorción de humedad vertical en telas descruadas de tejidos de punto cadena a crochet 100% algodón y 100% bambú con ayuda de elementos de laboratorio en este caso un matraz de 500 ml y agua destilada, controlando la distancia (mm) y el tiempo (s) que tarda en transportar líquido a lo largo y/o a través de los tejidos en una determinada longitud influenciada por la gravedad. Se observará manualmente el trayecto del líquido sobre los tejidos y se registrará los datos a intervalos específicos.

También se realizará pruebas de expulsión de humedad (secado) en tejidos de punto cadena a crochet previamente descruados en fibras de bambú y algodón en el equipo HORNO INCUBADOR y BALANZA ELECTRÓNICA sensible a 0,001gr. El uso de la balanza electrónica es una pieza muy fundamental ya que nos proporcionara el peso exacto en un determinado rango de tiempo durante la prueba de secado.

En cuando al método comparativo se desarrollará en base al porcentaje de absorción de humedad y expulsión de humedad en los tejidos de bambú y algodón. Determinaremos cuál de estas dos fibras contiene mayor capacidad de contenido de humedad y expulsión de esta.

Los parámetros de humedad que se analizan en este proyecto tienen como base la **NORMA AATCC 197 (2003), ABSORCIÓN DE HUMEDAD VERTICAL** y a la **NORMA AATCC 199 (2013) TIEMPO DE SECADO DE LOS TEXTILES: MÉTODO ANALIZADOR DE HUMEDAD**.

A continuación se detallará el tipo de bambú utilizado, el título de hilo de algodón y bambú, tipo de tejido, y otros detalles más que es importante recalcar al momento que se preparó las muestras:

- La fibra de bambú usada es distribuida de la empresa Bambro Tex Co., Ltd ubicada en China. Esta fibra está hecha de 100% bambú verde, fibra de celulosa regenerativa perteneciente a la subfamilia Bambusoideae perteneciente a la familia de las gramíneas o Poaceae.
- El título de hilo de bambú es de 4 Nm. (un solo cabo).
- El título de hilo de bambú es de 28/2 Ne. (hilo retorcido)
- El tipo de tejido de las muestras tanto de algodón como de bambú (20 en total) son tejido de punto cadena a crochet.
- Los tejidos de algodón fueron realizados a través de tres hilos hermanados de algodón 28/2 /Ne con el fin de que tenga una apariencia similar al hilo de bambú.

- El gramaje de la tela de algodón equivale a 294 gr/m<sup>2</sup>, cabe recalcar que esta tela fue tejida con hilo título 28/2 Ne, realizando un hermanado de 3 cabos, cada cabo era retorcido.
- El gramaje de la tela de bambú equivale a 313,1gr/m<sup>2</sup>.

Una vez dada a conocer estas especificaciones muy importantes a tomar en cuenta durante el proceso de obtención de las muestras, continuamos con el desarrollo de la investigación.

La selección del número de muestras para las pruebas de transpirabilidad se realizó en base a las dos normas que se aplicaron en esta investigación y en cada una existe cierto estándar para cada muestra.

## a. Parte #1. Absorción Vertical de Humedad

Este método de prueba se utiliza para evaluar la capacidad de las muestras de tela alineadas verticalmente para transportar líquido a lo largo y / o a través de ellas, las muestras son tejidos de punto de cadena a crochet descruadas, estas muestras tienen un estándar específico en las medidas, y señaléticas de las muestras tal y como indica la Norma AATCC 197.

Para esta prueba de absorción de humedad vertical se utilizó agua destilada y un matraz completamente limpio. El uso del agua destilada es con el fin de que la tensión superficial no altere los resultados durante la prueba



**Figura 1** Prueba de absorción vertical Bambú Vs Algodón.

El tiempo de prueba establecido es de 30 minutos, y la distancia a recorren absorbiendo la humedad es de 15 centímetros. Una vez transcurrido el tiempo o la distancia recorrida se da por terminada la prueba y seguidamente se procede a medir la distancia total absorbida por el agua. Este proceso se realiza en las 5 muestras de algodón y 5 de bambú.

Para calcular el índice de absorción de humedad la fórmula empleada es la que se muestra a continuación:

$$W= d/t$$

Dónde:

W= índice de absorción, mm / s

d= distancia de absorción, mm

t= tiempo de absorción, s

## b. Parte #2. Tiempo de secado. Método analizador

Este método de prueba tiene la intención de evaluar el tiempo de secado de telas tricotadas, tejidas o no tejidas, en nuestro caso las muestras son tejido de punto cadena a crochet, muestras de 7 cm de diámetro para cada fibra tal y como señala la norma.

Una vez realizada los pasos para determinar el % de contenido de humedad tanto en las muestras de algodón como de bambú tal y como indica la Norma AATCC 199 se procedió a calcular el % de contenido de humedad mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{W2 - W1}{W1} * 100$$

Dónde:

W1 = peso seco, en g  
W2 = peso húmedo, en g

Seguidamente una vez realizada el anterior cálculo se procede a calcular la cantidad de agua a agregar sobre las próximas muestras secas con ayuda de la siguiente fórmula:

$$y = x * W1$$

Dónde:

y = cantidad de agua para agregar, en ml  
x = retención de humedad (ver resultado de la fórmula 1)  
W1 = peso seco, en g

Ya realizado los respectivos pasos anteriores se procede a colocar 5,86 ml de agua sobre las muestras secas de algodón y 5,32 ml de agua sobre las muestras secas de bambú.

Colocado esta cantidad en las muestras respectivamente se colocan dentro del horno incubador a una temperatura de 37°C, y se controla el tiempo y el peso durante todo el proceso de secado.

## 3. Resultados

En este capítulo se procesan los resultados conseguidos durante la práctica elaborada. Se da a conocer los datos obtenidos en las dos pruebas realizadas a las fibras de bambú y algodón tanto al inicio y al final de la investigación. Seguidamente como segunda fase se detalla el análisis estadístico realizado con el que se obtuvo un mejor entendimiento.

### a. Absorción Vertical de Humedad

Mediante la distancia recorrida por el agua se procede a calcular la tasa de absorción de humedad

tanto en las 5 muestras de fibras de algodón como las 5 muestras de bambú. Cabe recalcar que la norma usaba para esta primera parte de la investigación es la norma AATCC 197.

TIEMPO DE PRUEBA:30 MINUTOS	DISTANCIA mm	
	ALGODÓN	BAMBÚ
PRUEBA 1	150	120,2
PRUEBA 2	149,9	120,5
PRUEBA 3	150	120,3
PRUEBA 4	149,9	120,2
PRUEBA 5	149,8	120,5

**Tabla 1** Distancias recorridas de humedad en telas de Algodón (CO)-Bambú. Parte 1

TIEMPO DE PRUEBA: 30 MINUTOS	INDICE DE ABSORCION %	
	ALGODÓN	BAMBÚ
PRUEBA 1	8,33%	6,68%
PRUEBA 2	8,33%	6,69%
PRUEBA 3	8,33%	6,68%
PRUEBA 4	8,33%	6,68%
PRUEBA 5	8,32%	6,69%

**Tabla 2** Índice de absorción de humedad en telas de algodón y bambú. Parte 1.

### b. Tiempo de secado – Método analizador de humedad.

Como se mencionó anteriormente se procedió a calcular el % de contenido de humedad y seguidamente la cantidad de agua agregar sobre las 5 muestras de algodón y 5 muestras de bambú en estado seco para el proceso de secado de humedad. La norma aplica para esta segunda fase de la investigación es la norma AATCC 199.

MUESTRA 1	PESO SECO W1	PESO HUMEDO W2	% R. H	CANTIDAD DE AGUA
ALGODÓN	2,069	7,939	<b>283,71</b>	<b>5,87</b>

**Tabla 3** % de Retención de Humedad y cantidad de agua a usar para la evaporización en fibras de algodón

MUESTRA 1	PESO SECO W1	PESO HUMEDO W2	% RH	CANTIDAD DE AGUA
BAMBÚ	2,195	7,523	<b>242,73</b>	<b>5,32</b>

**Tabla 4** % de Retención de Humedad y cantidad de agua a usar para la evaporización en fibras de bambú

Se detalla el tiempo y el peso controlado en intervalos de tiempo en el proceso de secado tanto en

las fibras de bambú y algodón dentro del horno incubador. Tal y como se detalla en las tablas 5 y 6.

ALGODÓN	7,094 gr		CANTIDAD DE AGUA POR SECAR: 4,87				
	HUMEDAD:						
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PRUEBA 4	PRUEBA 5		
TIEMPO (min)	PESO (g)	PESO (g)	PESO (g)	PESO (g)	PESO (g)		
0:15:00	5,701	5,473	5,19	4,777	4,701		
0:20:00	5,174	5,005	5,100	4,151	4,107		
0:25:00	5,741	5,517	5,766	5,524	5,783		
0:30:00	5,264	5,121	5,525	5,105	5,301		
0:35:00	4,803	4,405	4,942	4,805	4,873		
0:40:00	4,506	4,251	4,601	4,533	4,596		
0:45:00	4,120	3,942	4,333	4,118	4,370		
0:50:00	3,789	3,511	3,836	3,630	3,911		
0:55:00	3,31	3,000	3,400	3,433	3,573		
1:00:00	3,010	2,94	3,100	3,000	3,174		
1:05:00	2,661	2,507	2,720	2,602	2,894		
1:10:00	2,282	2,084	2,304	2,300	2,400		
1:15:00	2,019	1,811	2,011	2,008	2,020		
TIEMPO USADO (min)	75	75	75	75	75		
AGUA EVAPORADA	5,871	5,862	5,878	5,873	5,867		

Tabla 5 Pesos y Tiempos durante el proceso de secado de algodón. Parte 2

BAMBÚ	7,995 gr		CANTIDAD DE AGUA POR SECAR: 5,32				
	HUMEDAD:						
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PRUEBA 4	PRUEBA 5		
TIEMPO (min)	PESO (g)	PESO (g)	PESO (g)	PESO (g)	PESO (g)		
0:15:00	6,513	6,761	6,795	6,780	6,801		
0:20:00	6,547	6,516	6,568	6,535	6,535		
0:25:00	6,31	6,290	6,327	6,197	6,104		
0:30:00	6,051	6,016	6,41	6,029	6,017		
0:35:00	5,817	5,771	5,76	5,783	5,804		
0:40:00	5,572	5,513	5,585	5,501	5,578		
0:45:00	5,322	5,344	5,389	5,312	5,364		
0:50:00	5,001	4,954	4,978	4,919	5		
0:55:00	4,852	4,614	4,635	4,605	4,763		
1:00:00	4,603	3,904	4,078	3,888	4,327		
1:05:00	3,865	3,664	3,798	3,663	4,065		
1:10:00	3,785	3,374	3,582	3,318	3,810		
1:15:00	3,484	3,064	3,175	3,044	3,347		
1:20:00	3,147	2,754	2,804	2,748	2,875		
1:25:00	2,827	2,444	2,470	2,413	2,403		
1:30:00	2,501	2,174	2,184	2,183	2,187		
1:35:00	2,181						
TIEMPO USADO (min)	95	95	95	95	95		
AGUA EVAPORADA	5,324	5,331	5,321	5,342	5,318		

Tabla 6 Pesos y Tiempos durante el proceso de secado del bambú. Parte 2.

### 3.1 Análisis y evaluación de análisis.

El análisis de los valores obtenidos se realizó mediante la estadística descriptiva, con medidas de tendencia central y de dispersión, a través de un análisis comparativo entre los valores del índice de absorción y los índices de expulsión de humedad entre el algodón y bambú.

#### 3.1.1 Normalidad de datos obtenidos

Con la finalidad de establecer si los valores obtenidos tanto en el proceso de absorción de humedad y la prueba de tiempo de secado se distribuyen normalmente y si los datos se pueden someter a un análisis estadístico, se someten los datos al test de normalidad. Así, en la tabla 7, 8, 9 y 10 indica los valores de p(normal) obtenidos en las pruebas Shapiro-Wilk W, Anderson-Darling A y Jarque-Bera JB, a la que fueron sometidos todos los valores obtenidos tanto en la prueba de absorción vertical como en la prueba de tiempo de secado de humedad.

	Algodón	Bambú
N	5	5
Shapiro-Wilk W	0,881	0,803
p(normal)	0,314	0,08569
Anderson-Darling A	0,3644	0,4834
p(normal)	0,2732	0,1173
p (Monte Carlo)	0,3105	0,1332
Jarque-Bera JB	0,3754	0,6902
p(normal)	0,8289	0,7081
p (Monte Carlo)	0,7512	0,2483

Tabla 7 Normalidad de los valores en la distancia de absorción de humedad vertical. Prueba 1

	Algodón	Bambú
N	5	5
Shapiro-Wilk W	0,5522	0,684
p(normal)	0,000131	0,00647
Anderson-Darling A	1,205	0,7995
p(normal)	0,0007517	0,01293
p(Monte Carlo)	0,0001	0,0106
Jarque-Bera JB	1,888	0,8391
p(normal)	0,3891	0,6573
p(Monte Carlo)	0,0001	0,1285

Tabla 8 Normalidad de los valores del índice de absorción de humedad vertical. Prueba 1

NORMALIDAD DATOS TIEMPOS USADOS CO-BAMBU		
	ALGODÓN	BAMBU
N	5	5
Shapiro-Wilk W	0,5522	0,5522
p(normal)	0,000131	0,000131
Anderson-Darling A	1,205	1,205
p(normal)	0,0007517	0,0007517
p(Monte Carlo)	0,0001	0,0001
Jarque-Bera JB	1,888	1,888
p(normal)	0,3891	0,3891
p(Monte Carlo)	0,0001	0,0001

Tabla 9 Normalidad del tiempo total usado en la prueba de secado de humedad. Prueba #2. Tiempo de secado

NORMALIDAD DATOS AGUA EVAPORADA CO/BAMBU		
	ALGODÓN	BAMBU
N	5	5
Shapiro-Wilk W	0,9794	0,9195
p(normal)	0,9315	0,5267
Anderson-Darling A	0,1563	0,2795
p(normal)	0,8933	0,4814
p(Monte Carlo)	0,9652	0,5508
Jarque-Bera JB	0,3707	0,5891
p(normal)	0,8308	0,7449
p(Monte Carlo)	0,7636	0,3905

Tabla 10 Normalidad de datos de la cantidad de agua (ml) evaporada en el proceso de secado en Algodón y Bambú. Prueba #2

Con la prueba de Jarque-Bera JB en donde  $p$ (normal) es superior a 0,05 existe una distribución normal en todos los parámetros de los dos tipos de casos; por lo que, se puede continuar con el análisis utilizando todos los datos tabulados. Según esta prueba de referencia el nivel de confianza de todos los parámetros es superior a 0,05%.

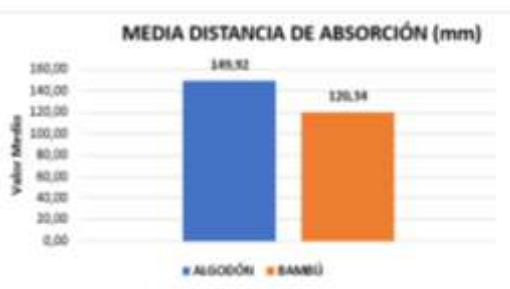
### 3.1.2 Análisis de resultados mediante estadística descriptiva.

#### a. Absorción Vertical de Humedad

MEDIDAS ESTADÍSTICAS	PRUEBAS PRACTICADAS	ALGODÓN	BAMBÚ
MEDIA	DISTANCIA ABS.	149,92	120,34
	IND. ABSORCIÓN	8,328	6,684
COEFICIENTE DE VARIACIÓN %	DISTANCIA ABS.	0,056	0,126
	IND. ABSORCIÓN	0,054%	0,082%

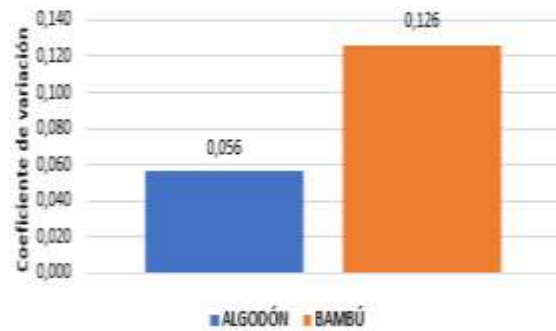
**Tabla 11** Media y coeficiente de variación de la distancia de absorción vertical de humedad en telas de Algodón y Bambú-Parte 1.

Con respecto a la distancia de absorción vertical de humedad mencionamos lo siguiente:



**Figura 2** Valores comparados de la distancia de absorción de humedad en algodón y bambú mediante la media. Prueba #1

El valor de la media de la distancia total absorbida de humedad vertical (figura 2), en la fibra de algodón es mayor que el valor de la media de la fibra de bambú, lo que indica que el valor de absorción de humedad es mejor en un 19,73%.



**Figura 3** Valores comparados de la distancia de absorción de humedad en algodón y bambú mediante el coeficiente de variación. Prueba #1.

El valor del coeficiente de variación (figura 3) en el caso de la fibra de bambú es un poco más disperso que el algodón lo que indica que el bambú es más heterogéneo que el algodón en un 0,07%.



**Figura 4** Valores comparados del índice de absorción de humedad en algodón y bambú mediante la media. Prueba #1.

El valor de la media con respecto al índice de absorción (figura 4) en la fibra de algodón es mayor que el valor de la media de la fibra de bambú, lo que indica que el valor del índice de absorción de humedad es mejor en un 19,74%.



**Figura 5** Valores comparados del índice de absorción de humedad en algodón y bambú mediante la media. Prueba #1.

El valor del coeficiente de variación (figura 5) en el caso de la fibra de bambú es más disperso con una mínima cantidad que el algodón lo que indica que el bambú es más heterogéneo que el algodón en un 0,028%.

## b. Tiempo de Secado – Método analizador

MEDIDAS ESTADÍSTICAS		ALGODÓN	BAMBÚ
MEDIA	TIEMPO	74,00	91,00
	AGUA EVAPORADO	5,87	5,33
COEFICIENTE DE VARIACIÓN %	TIEMPO	3,02	2,46
	AGUA EVAPORADO	0,11	0,18

**Tabla 12** Media y coeficiente de variación del tiempo de secado de humedad en telas de Algodón y Bambú-Parte 2.



**Figura 6** Valores comparados del tiempo total usado durante el proceso de secado en algodón y bambú mediante la media.

El valor de la media del tiempo total usado durante el proceso de secado de humedad en la fibra de algodón (figura 6) es menor que el valor de la media de la fibra de bambú, lo que indica que el tiempo que se usó durante el proceso de secado con respecto al algodón es mejor en un 18,68%.



**Figura 7** Valores comparados del tiempo total usado durante el proceso de secado en algodón y bambú mediante el coeficiente de variación.

El valor del coeficiente de variación (figura 7) en la tela de algodón es más disperso que el bambú lo que quiere decir que existe mayor homogeneidad en el bambú en un 0,56%.



**Figura 8** Valores comparados de la cantidad de agua (ml) evaporada en el proceso de secado en algodón y bambú mediante la media.

El valor de la media con respecto al agua evaporada (figura 8) en la fibra de algodón es mayor que el valor de la media de la fibra de bambú, lo que indica que la cantidad de agua evaporada en el algodón fue más eficiente en un 9,25%.



**Figura 9** Valores comparados de la cantidad de agua evaporada en el proceso de secado en algodón y bambú mediante el coeficiente de variación.

El valor del coeficiente de variación (figura 9) en el caso de la fibra de bambú es más disperso con una mínima cantidad que el algodón lo que indica que el bambú es más heterogéneo que el algodón en un 0,07%.

### 3.1.3 Relación entre el índice de absorción de humedad (Parte #1) vs el índice de expulsión de humedad (Parte #2) en las fibras de algodón.

	ALGODÓN	
	% ABSORCIÓN DE HUMEDAD	% EXPULSIÓN DE HUMEDAD
PRUEBA 1	8,33	5,871
PRUEBA 2	8,33	5,862
PRUEBA 3	8,33	5,875
PRUEBA 4	8,33	5,878
PRUEBA 5	8,32	5,867

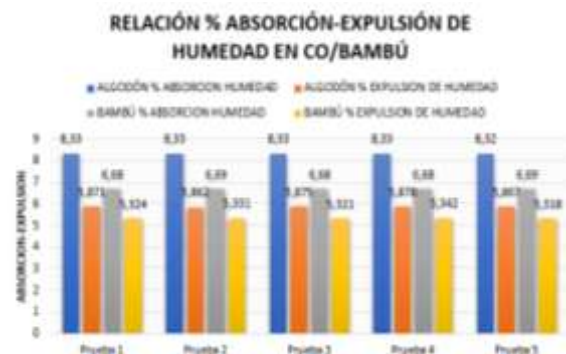


**Figura 10** Relación % de absorción de humedad Vs. % de expulsión de humedad en fibras de Algodón.

Podemos observar en la figura 10 que el algodón absorbe de acuerdo con su media un 99,97% de humedad y expulsa la humedad con respecto a su media el 70,47 % de humedad.

### 3.1.4 Relación entre el índice de absorción de humedad (Parte #1) vs el índice de expulsión de humedad (Parte #2) en las fibras de algodón y bambú.

	ALGODÓN		BAMBÚ	
	% ABSORCIÓN HUMEDAD	% EXPULSIÓN DE HUMEDAD	% ABSORCIÓN HUMEDAD	% EXPULSIÓN DE HUMEDAD
Prueba 1	8,33	5,871	6,68	5,324
Prueba 2	8,33	5,862	6,69	5,331
Prueba 3	8,33	5,875	6,68	5,321
Prueba 4	8,33	5,878	6,68	5,342
Prueba 5	8,32	5,867	6,69	5,318



**Figura 12** Relación % de absorción de humedad Vs. % de expulsión de humedad en fibras de Algodón vs. Bambú.

	BAMBÚ	
	% ABSORCIÓN HUMEDAD	% EXPULSIÓN DE HUMEDAD
Prueba 1	6,68	5,324
Prueba 2	6,69	5,331
Prueba 3	6,68	5,321
Prueba 4	6,68	5,342
Prueba 5	6,69	5,318

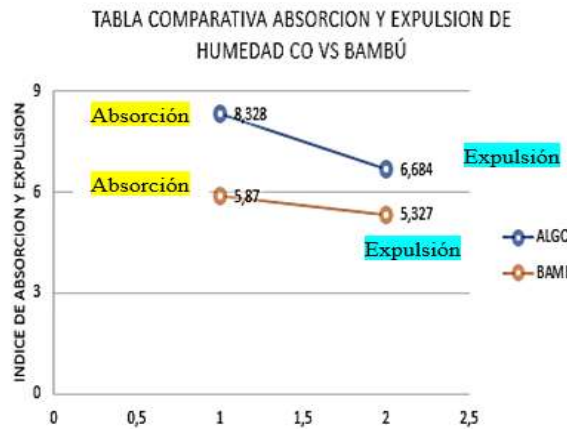


**Figura 11** Relación % de absorción de humedad Vs. % de expulsión de humedad en fibras de Bambú.

Podemos observar en la figura 11 que el bambú de acuerdo con su media absorbe humedad un 80,26% en relación con el algodón y que a su vez expulsa humedad un 79,67%.

	MEDIA (Norma 197 – 199)	
	% ABSORCIÓN	% EXPULSION
ALGODÓN	8,328	6,684
BAMBÚ	5,87	5,327

**Tabla 13** Índice de absorción y expulsión de humedad con respecto a sus medias.



**Figura 13** Cuadro comparativo de medias del índice de absorción y expulsión de humedad de algodón y bambú

Las comparaciones con los índices tanto de absorción como de expulsión de humedad en las fibras de algodón y bambú permitieron establecer que, la fibra de algodón tiene una mejor capacidad de absorción de humedad que el bambú y a su vez la fibra de algodón tiene la capacidad de expulsar humedad en menor tiempo que el bambú. Por lo que se puede decir al unir estos dos datos que el algodón tiene mejor transpirabilidad que el bambú en un 19,69% lo que se refiere a absorción y un 9,25% en cuando la expulsión de humedad.

## 4. Conclusiones y Recomendaciones

### 4.1 Conclusiones

De acuerdo con las condiciones en las cuales se desarrolló de esta investigación, así como, los datos obtenidos mediante las pruebas realizadas para el estudio de la transpirabilidad, en este caso en dos partes, la primera que correspondió en la absorción vertical de textiles y la segunda en el tiempo de secado (método analizador de humedad), en las fibras de bambú y algodón, se llegó a establecer las siguientes conclusiones:

Mediante este trabajo elaborado exitosamente se logró realizar un análisis comparativo tanto el porcentaje del índice de absorción de humedad como el porcentaje del índice de expulsión de humedad entre las fibras de bambú y algodón, teniendo como base en la primera prueba la Norma AATCC 197- ABSORCIÓN VERTICAL DE TEXTILES, y en la segunda prueba la Norma AATCC 199-TIEMPO DE SECADO (Método analizador de humedad), tal y como se detalla en tabla 13. Haciendo una comparación entre las dos fibras, y uniendo los resultados expulsados en estas pruebas realizadas, se revelaron que tanto en el índice de absorción de humedad como el índice de expulsión de humedad la fibra de algodón es superior en comparación a la fibra de bambú, por lo que podríamos afirmar que la fibra de algodón tiene mejor transpirabilidad.

Con el test de normalidad a las que fueron sometidos los datos tanto de absorción vertical de humedad como la expulsión de humedad en las muestras de algodón y bambú previamente descrudadas; se comprobó que estos superaron la prueba de Jaque-Bera JB, con valores superiores a 0,05 de  $p(\text{normal})$ ; por lo que, se estableció que los datos obtenidos en las pruebas de absorción y expulsión de humedad tienen una confiabilidad aprobada para someterlos a cualquier análisis estadístico.

Los valores promedios calculados a partir de las medias de cada uno de los datos obtenidos en las pruebas de absorción y expulsión de humedad y a su vez los porcentajes de índice de absorción y expulsión en cada una de las dos fibras analizadas se concluye que:

En el caso de la primera parte del estudio de la transpirabilidad, se procedió a realizar pruebas de absorción de humedad en sentido vertical en las fibras de bambú y algodón, muestras las cuales estaban descrudadas con lo que se concluyó a lo siguiente:

- Con respecto a la media de la distancia de absorción (mm), la fibra de algodón tiene el valor de 149,92 mm, mientras que en la fibra de bambú 120,34 mm, lo que significa que el algodón logro absorber mayor cantidad de agua, ambas fibras sometidas a 30 min de prueba cada una, tiempo establecido según la Norma AATCC 197.
- En cuanto al coeficiente de variación, la cual expresa cuan disperso están los datos de su media es, para la fibra de algodón 0,056% y para el bambú un 0,126%. Estos datos demuestran que la dispersión de la distancia de absorción de humedad en las fibras de algodón es más homogénea con respecto a las fibras de bambú en un 0,07 %.
- Con respecto al segundo dato obtenido en esta primera prueba, la media del índice de absorción de humedad, la fibra de algodón tiene el valor de 8,328% y la fibra de bambú un 6,684% lo que significa que las fibras de algodón tienen mayor índice de absorción en un 19,74%.
- En cuando a su coeficiente de variación, que expresa la dispersión de los valores obtenidos, es del 0,054% para la fibra de algodón y 0,082% para la fibra de bambú. Esto demuestra que el índice de absorción de humedad en el algodón es más homogéneo que la fibra de bambú en un 0,028%.

En el caso de la segunda parte del estudio de la transpirabilidad, se procedió a realizar pruebas de tiempo de secado de humedad, obteniendo como parámetros el tiempo empleado para el secado, el % de agua evaporada y el peso final en estado seco en las fibras de bambú y algodón, con lo que se concluyó a lo siguiente:

- Con lo que respecta en la media del tiempo empleado en el proceso de secado, el valor para la fibra de algodón es de 74 minutos y para la fibra de bambú un valor de 91 min. Analizando este dato podemos manifestar que, para el proceso de secado de humedad, el tiempo de secado fue menor en las fibras de algodón a comparación del bambú siendo



esto una característica muy importante en el estudio de la transpirabilidad.

- En cuanto a su coeficiente de variación, tenemos para el algodón un 3,02% de dispersión, y para el bambú un 2,46%. Debido a que en esta prueba queremos demostrar en sí, cuál de estas dos fibras ocupa menos tiempo de secado, el valor de la dispersión es inversa, entonces tenemos que, la fibra de algodón es más homogénea que el algodón en un 0,56%.
- Con respecto a la media de la cantidad de agua evaporada tenemos, para la fibra de algodón un valor del 5,87 ml y para el bambú un valor de 5,33 ml. Esto demuestra que la fibra de algodón logra evaporar mayor cantidad de agua en un periodo de tiempo más corto a comparación de la fibra de bambú en un 9,25%.
- Y con respecto a su coeficiente de variación la cual expresa la dispersión de los valores obtenidos, es de 0,11% para la fibra de algodón y 0,18% para la fibra de bambú. Por lo que nos demuestra que existe menor dispersión en los valores del algodón y por ende es más homogéneo en un 0,07%.

Haciendo una relación del porcentaje del índice de absorción y expulsión de humedad en la fibra de algodón y bambú, se establece lo siguiente:

- Las fibras de algodón lograron absorber humedad hasta la distancia señalada (15 cm) y en el tiempo establecido (30 min), y esto ocurrió en las 5 pruebas que se realizó, en comparación con las fibras de bambú. Como apreciamos en nuestra figura 12 la fibra de algodón es superior en cuanto a su % de absorción, pero eso no quiere decir que el bambú no tuvo un excelente % de absorción, al contrario, esta fibra también tuvo % de absorción muy cercano al del algodón.
- Con respecto al % de expulsión de humedad, las fibras de algodón lograron expulsar humedad en un tiempo mínimo al del bambú. Apreciando de igual manera en la figura 38, el % de expulsión de algodón fue superior al % de expulsión del bambú.

Finalmente se concluye que el estudio de la transpirabilidad al ser su principal función la del absorber y expulsar humedad, y gracias a esta investigación podemos afirmar que la fibra de algodón fue superior tanto en la absorción de humedad como en la evaporación de esta con respecto a la fibra de bambú, no en una diferencia enorme, pero si en una mínima que afirma que el algodón tiene mejor transpirabilidad que el bambú.

Por lo que se puede decir al unir estos dos datos que el algodón tiene mejor transpirabilidad que el bambú en un 19,69% lo que se refiere a absorción y un 9,25% en cuando la expulsión de humedad.

## 4.2 Recomendaciones

- Los resultados de este trabajo generan pautas para realizar otras investigaciones; como, por ejemplo, el uso de agua distinto al agua desionizada o con

algún colorante ya que influiría en si la tensión superficial del líquido a usar en los resultados.

- Es recomendable realizar este proceso con muestras descruadas, ya que en una muestra sin descruar podría afectar varios factores como es la presencia de grasa propia de la fibra e incluso de maquinarias posteriores, basura, polvo entre otras las cuales afectan en cierto modo el proceso alterando sus resultados.
- Para que los resultados no tengan una variación brusca se recomienda realizar el mismo proceso en las dos fibras, por ejemplo, si se va a realizar el proceso de descruar se recomienda que se realicen en el mismo baño puesto que puede variar factores importantes. De la misma manera se recomienda que tanto el proceso de absorción y expulsión de humedad las dos fibras a analizar tengan las mismas condiciones de trabajo.
- Asegurarse que las fibras a analizar sea 100% puras, es decir 100% algodón y 100% bambú ya que si son fibras con algún tipo de mezclas con fibras diferentes podría alterar los resultados.
- En cuanto al proceso de secado se recomienda mantener la temperatura establecida por la norma base, ya que si se aumenta o disminuye podría alterar los valores dando como resultados datos totalmente falsos.

## Referencias bibliográficas.

1. Acequilabs Ltda. (2007). *Acequilabs Ltda.* Obtenido de <https://acequilabs.com.co>
2. Alonso, F. J. (2015). *Manual Control de Calidad en Productos Textiles y Afines.* Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Ingeniería Química Industrial y Medio Ambiente, Madrid.
3. Angela, G. S. (s.f). *STUDYLIB.* Obtenido de <http://studylib.es/doc/7783881/fibras-textiles---universidad-tecnol%C3%B3gica-del-per%C3%BA>
4. Anónimo. (s.f). *Propiedades Físicas. OEIDRUS Baja California*, 5.
5. Araiza, C. (11 de junio de 2013). *Urban Bamboo.* Recuperado el 26 de mayo de 2017, de <http://urban-bamboo.blogspot.com/>
6. ATI Corporation. (s.f.). *ATI Advanced Testing Instruments.* Obtenido de James Heal.
7. Bamboo Clothing Ltd. (2005). *BAM Bamboo Clothing Ltd.* Obtenido de Datos del bambú: <https://bambooclothing.co.uk>
8. Bambro Textile Co., L. (2003). *Bambro Textile Co., Ltd.* Obtenido de <http://www.bambrotex.com>
9. BambroTex. (2007). *BambroTex.* Obtenido de La fibra de bambú De BambroTex: [http://www.bambrotex.com/showroom\\_fiber.htm](http://www.bambrotex.com/showroom_fiber.htm)
10. Biotactex Sociedad Limitada. (s.f). *Biotactex Sociedad Limitada.* (Biotactex, Productor) Recuperado el 26 de Mayo de 2017, de <http://www.biotactex.com>
11. Carrera, G. E. (2015). *Caracterización de tejidos. Principales ensayos físicos para evaluar* (Vol. 1). Terrassa: Creative Commons.

12. Carrillo, D. (Junio de 2010). *Diagnóstico del Sector Textil y de la Confeción*. Instituto Nacional de Estadística y Censo. Recuperado el 14 de junio de 2017, de <http://www.uasb.edu.ec/UserFiles/381/File/TEX TIL.pdf>
13. COMITE CONSULTIVO INTERNACIONAL DEL ALGODON. (20 de noviembre de 2012). *Configurando la Sostenibilidad en la Cadena de Valor Algodonera*. Obtenido de <http://icac.org>.
14. Cortés, R. G. (2012). Fibras naturales y fibras artificiales de bambú. *Bio Bambú*, 1-3. Obtenido de <http://www.bambumex.org>
15. Cotton Usa. (24 de Enero de 2016). *Blog Cotton - Fashion*. Recuperado el 26 de Mayo de 2017, de Beneficios de la ropa deportiva en algodón: <http://www.cottonusalatino.com>
16. Fuentes, G. I., Moreno, F. M., Peña, T. C., & Tarazona, V. L. (2016). *El bambú, innovación en el sector textil peruano*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Negocios. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/618276>
17. Gil Solís, A. (2011). *Fibras textiles*. Lima-Perú, Perú: Imprenta Grupo IDAT.
18. González, D. (23 de Febrero de 2015). *Taconeras Trends*. Recuperado el 26 de mayo de 2017, de Moda-Los beneficios del algodón en tu ropa interior: <http://trends.taconeras.net/>
19. Gutiérrez Gonzales, M. (2011). *Factor de corrección por contenido de humedad para la resistencia a tensión paralela a la fibra de la guadua Angustifolia Kunth*. Maestría en Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ingeniería Departamento de ingeniera civil y agrícola, Bogotá-Colombia.
20. IDEAS. Iniciativas de Economía Alternativa y Solidaria. (Mayo de 2005). El sector del algodón y la industria textil. *El sector del algodón y la industria textil*, 57. Córdoba: IDEAS. Recuperado el 21 de Junio de 2017
21. Lockúan, F. (2013). *La Industria Textil y su Control de Calidad. Fibras Textiles*. Obtenido de [https://ia801708.us.archive.org/21/items/II.LITY SCDC\\_201305/II.%20La%20industria%20textil%20y%20su%20control%20de%20calidad.pdf](https://ia801708.us.archive.org/21/items/II.LITY SCDC_201305/II.%20La%20industria%20textil%20y%20su%20control%20de%20calidad.pdf)
22. Londoño, X., & Clark, L. (2004). *DISTRIBUCION, MORFOLOGIA, TAXONOMIA, ANATOMIA, SILVICULTURA Y USOS DE LOS BAMBUES DEL NUEVO MUNDO*. En *DISTRIBUCION, MORFOLOGIA, TAXONOMIA, ANATOMIA, SILVICULTURA Y USOS DE LOS BAMBUES DEL NUEVO MUNDO*. Popayan.
23. López, L. F., & Correal, J. F. (16 de febrero de 2009). ESTUDIO EXPLORATORIO DE LOS LAMINADOS DE BAMBÚ GUADUA ANGUSTIFOLIA COMO MATERIAL ESTRUCTURAL. *Maderas, Ciencia y Tecnología*, XI(3), 171-182. Recuperado el 15 de Junio de 2017
24. Loza, G. M. (2013). *Argentina Bambú Tex S.A Proyecto productivo ecológico*. Proyecto Profesional, Universidad de Palermo, Facultad de Diseño y Comunicación, Buenos Aires-Argentina. Recuperado el 14 de Junio de 2017, de [http://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/proyectog raduacion/archivos/2405.pdf](http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/proyectog raduacion/archivos/2405.pdf)
25. Lucena, M. P., Suarez, A., & Zamudio, I. (29 de julio de 2009). Desarrollo de un material compuesto a base de fibra de bambú para aplicaciones aeronáuticas. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales (RLMM)*, S1(3), 1105-1114. Obtenido de [www.polimeros.labb.usb.ve/RLMM/home.html](http://www.polimeros.labb.usb.ve/RLMM/home.html)
26. Martínez, G. M. (2015). *Bambú como material estructural: Generalidades, Aplicaciones, y Modelización de una Estructura Tipo*. Universitat Politècnica de València, ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA. Valencia: Universitat Politècnica de València.
27. Mejía, A. F. (1980). *Blogger*. Recuperado el 23 de mayo de 2017, de Textiles Inteligentes - Prendas para todos los climas: <http://programadetextilizacion.blogspot.com/2016/02/capitulo-15-textiles-inteligentes.html>
28. Mercedes, J. R. (2006). *Guía Técnica Cultivo del Bambú*. Santo Domingo. República Dominicana.
29. Moreno L, E., Trujillo, E. E., & Osorio, L. R. (Mayo de 2007). Estudio de las características físicas de haces de fibra de guadua angustifolia. *Scientia et Technica Año X(34)*, 613-617.
30. Norma, H., Jane, S., & L., L. A. (1990). *Manual de los Textiles*. México D.F: Ciencia y Tecnología.
31. Programa Algodón. (1999). *La Clasificación del Algodón*. Departamento de Agricultura de los EE.UU, Washintong D.C. Recuperado el 15 de Junio de 2017
32. Quintero, L., Cruz, J., García, A., Londoño, A., & Negrete, J. (s.f). *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de*.
33. Suzhou Shenboo Textile Co., L. (2007). *Suzhou Shenboo Textile Co., Ltd*. Obtenido de <http://www.kongfi.com/new2.htm>
34. Toasa Tapia, F. M. (2010). *Reorganización Del Proceso de Producción y Seguridad Industrial en el Área de Tejeduría de la Fábrica Textil "La Internacional"*. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Riobamba. Recuperado el 15 de Junio de 2017
35. Villegas Pita, S. E. (2012). *OPTIMIZACIÓN DE LA FASE DE JABONADO EN LA TINTURA DE ALGODÓN 100% CON COLORANTES REACTIVOS MEDIANTE LA EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE UNA FÓRMULA TÉCNICAMENTE DESARROLADA*. Tesis pre-grado, Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Ibarra. Recuperado el 15 de Junio de 2017
36. Zurita, L. M. (2012). *Desarrollo de textiles técnicos en laboratorio con características adecuadas para utilizar en la elaboración de zapatos de lona, en la fábrica textiles industriales s.a*. Tesis pregrado, Universidad Técnica del

Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias  
Aplicadas, Ibarra

## **Sobre el autor**

Autor-Pacarina VISARREA estudiante de pregrado de la carrera de Ingeniería Textil, bachiller en la especialidad de Físico Matemático en la Unidad Educativa “Jacinto Collahuazo” de la ciudad de Otavalo. Autor del tema de investigación y artículo de revisión titulado: “ESTUDIO COMPARATIVO DEL GRADO DE TRANSPIRABILIDAD DE FIBRAS DE BAMBÚ Y ALGODÓN”