

ISSN N°1850-4086  
N°1621 Septiembre 2024

# Determinación de la Calidad de Fibra de Algodón

Mondino, Mario Hugo

Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero

INTA | Ediciones

Colección  
Divulgación



## Determinación de la calidad de fibra del algodón

*Ing. Agr. (M.Sc.) Mario Mondino*  
[mondino.mario@inta.gob.ar](mailto:mondino.mario@inta.gob.ar)  
Septiembre 2024

Anatómicamente, una fibra de algodón es un pelo, una única célula hiper elongada que surge de la capa externa del tegumento de la semilla. Como todas las células vegetales vivas, las fibras de algodón en desarrollo responden individualmente a las fluctuaciones del macro y microambiente. Por lo tanto, las fibras de una sola semilla constituyen un continuo de longitud, forma, espesor de la pared celular y madurez física de las fibras. Las variaciones ambientales dentro de la canopia vegetal, entre plantas individuales y dentro y entre los campos, aseguran que la población de fibras en cada cápsula, de hecho en cada semilla, abarque una amplia gama de valores de las propiedades de la fibra y en consecuencia, que cada fardo de algodón contenga una población altamente variable de fibras en su interior (Bradow *et al.*, 1997).

Para la producción, el comercio y el procesamiento del algodón, incluyendo una estimación del rendimiento y la calidad del producto final, es importante conocer la calidad de las fibras. Conocer esta calidad del algodón significa cosas muy diferentes según sea un productor o un procesador de fibra de algodón:

- a) Los productores que venden algodón en bruto piensan en esas palabras cuando el clasificador de la desmotadora les da una letra mayúscula, a veces seguida de una fracción numérica y el porcentaje de desmote lo que determina el precio final obtenido;
- b) para los productores que venden fibra, además de los datos anteriores, los análisis de los laboratorios les dice la calidad de los fardos producidos para varias propiedades de la fibra, así como también, si los promedios del lote caen en el rango adecuado o bien pueden sufrir algún descuento;
- c) Los industriales textiles piensan en esas palabras cuando deben decidir las mezclas y la disposición de los fardos para la obtención de un determinado tipo de hilo para la confección de una tela a fin de evitar las costosas interrupciones en los procesos cuando aparecen defectos debidos a deficiencias en la calidad.

Pero dos hechos son unánimes para todos:

- luego de la cosecha, ni los productores ni los industriales disponen de mecanismos o equipos que puedan mejorar la calidad intrínseca de la fibra.



- Con una muestra tan pequeña, de apenas 100 g que representa el 0,05 % del peso final del fardo de fibra, los promedios de las propiedades de la fibra de los fardos obtenidos en el laboratorio no describen plenamente la variabilidad de calidad de la fibra que pueden ocurrir dentro de las fardos.

## **Clasificación de la fibra de algodón**

El término “clasificación del algodón” se refiere a la aplicación de procedimientos estandarizados desarrollados para la medición de aquellos atributos físicos de la fibra de algodón que definen la calidad.

Las especificaciones ideales de calidad de fibra preferidas por los procesadores de fibra tradicionalmente se han resumido así: “Tan blanco como la nieve, tan largo como la lana, tan fuerte como el acero, tan fino como la seda y tan barato como se pueda”.

Coexisten en el mercado argentino de fibra de algodón dos sistemas de clasificación de cada fardo de fibra.

- 1) Clasificación Comercial por patrones oficiales de calidad de fibra.
- 2) Clasificación Tecnológica por instrumental en laboratorios habilitados.

### **1) Clasificación Comercial por Patrones Oficiales**

La clasificación comercial del algodón es una metodología de cotejo comparativo subjetivo, en modo visual y táctil que describe la calidad de fibra en cuanto a su grado, utilizando como referencia los Patrones Oficiales de Calidad Comercial de Fibra de Algodón Argentino, vigente en la República Argentina, según la Res. N°-332-2017-SENASA (2017).

Los Patrones oficiales físicos están compuestos por seis (6) grados de calidad denominados: B (mejor calidad), C, C ½ (grado medio argentino), D, E y F (peor calidad). El grado comercial A se retiró de la clasificación.

Como elementos adicionales para determinar la finura y madurez, se utiliza el instrumento micronaire y para determinar la longitud, tablas con muestrarios.

La tarea es realizada en las desmotadoras por un Técnico Clasificador, habilitado por el Centro de Clasificadores Comerciales de la Cámara Algodonera Argentina



Patrones C y C-1/2 de calidad del algodón argentino.

Para caracterizar a cada uno de los patrones de grados comerciales, se describen distintos factores constitutivos como color, materias extrañas y preparación los que pueden apreciarse en la tabla adjunta.

Grado	B	C	C1/2	D	D1/2	E	F
<b>Color</b>	Blanco	Blanco ligeramente apagado	Blanco ligeramente apagado	3 panes grisáceos y 3 panes ligeramente amarillentos	3 panes grisáceos y 3 panes ligeramente amarillentos opacos	3 panes grisáceos y 3 panes ligeramente amarillentos apagados	Amarillentos intensos
<b>Manchas</b>	No Tiene	Pocas Tenues y	Pocas Tenues y	Algunas	Bastantes	Bastantes e Intensas	Abundantes
<b>Impurezas</b>	Escasas	Pocas	Algunas	Algunas	Bastantes	Bastantes	Abundantes
<b>Hojas</b>	Chicas: escasas Grandes: no tiene	Chicas: escasas Grandes: no tiene	Chicas: escasas Grandes: no tiene	Chicas: bastantes Grandes: algunas	Chicas: bastantes Grandes: algunas	Chicas: abundantes Grandes: abundantes	Chicas: abundantes Grandes: abundantes
<b>Trozos de carpelos y ramitas</b>	No tiene	No tiene	No tiene	No tiene	No tiene	No tiene	Algunas ramitas
<b>Motas</b>	No tiene	No tiene	No tiene	No tiene	No tiene	No tiene	No tiene
<b>Fibras inmaduras</b>	No tiene	No tiene	No tiene	No tiene	Bastantes	Bastantes	Muy Abundante
<b>Neps</b>	No tiene	Pocas	Pocas	Pocas	Bastantes	Bastantes	Muy Abundante
<b>Hilachas</b>	No tiene	No tiene	No tiene	No tiene	No tiene	No tiene	No tiene
<b>Preparación</b>	Buena	Buena	Buena Normal <sup>a</sup>	Normal	Regular	Regular	Regular





Materia extraña es cualquier sustancia presente en el algodón que no sea fibra u hoja. Ejemplos de materia extraña son corteza, hierba, fragmentos de tegumento, polvo, aceite y plástico. El clasificador anota el tipo de materia extraña y una indicación de la cantidad, ligera o pesada, como una observación en el documento de clasificación.

Otro factor anotado en el registro de clasificación es la preparación. El término “Preparación” describe el grado de suavidad o rugosidad de la fibra de algodón desmotada. Diversos métodos de cosecha, manipulación y desmotado del algodón producen diferencias en la rugosidad o suavidad de la preparación que a veces son bastante evidentes. La preparación anormal del algodón Upland ha disminuido considerablemente en los últimos años como resultado de las prácticas mejoradas de cosecha y desmotado, y ahora ocurre en menos de la mitad del uno por ciento del cultivo (Cotton Incorporated, 2020).

## **2) Clasificación tecnológica de las fibras por instrumental**

Las pruebas instrumentales ofrecen la oportunidad de medir rápidamente y de manera objetiva, las características más importantes de cada fardo individual de algodón.

La importancia de la determinación de las propiedades tecnológicas de la fibra radica en tres aspectos fundamentales que hacen a la rentabilidad del producto final que son:

- a) Requerimientos específicos para la confección de un determinado hilo.
- b) Eficiencia en los procesos de la hilandería.
- c) Implicancias en los costos del hilo.

La clasificación tecnológica de la fibra de algodón se basa en especificaciones del Programa de Algodón del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA por sus siglas en inglés) que establece una serie de mediciones objetivas que deben ser realizadas mediante instrumentos que determinan en forma automática y con muy poca intervención humana los valores de las propiedades tecnológicas. Es importante aclarar que la definición de estas determinaciones no se limita a un fabricante, modelo o tecnología que se relacione específicamente con un instrumento y no depende de la velocidad de prueba del instrumento (USDA, 2001).

Los parámetros tecnológicos que definen la calidad de fibra son micronaire, longitud, uniformidad de la longitud, resistencia, color, contenido de hoja, materias extrañas, madurez y contenido de fibra corta (ASTM, 1995). Y algunos equipos infieren una serie



de propiedades como el índice de Madurez (MI), el grado de color, el grado de materia extraña y el índice de hilabilidad (SCI).

### **Micronaire (MIC)**

Esta propiedad mide tanto la finura como la maduración de la fibra de algodón. Según Bradow y Davidonis (2000) el micronaire, proporciona una combinación empírica entre la sección transversal de la fibra y el engrosamiento relativo de las capas de celulosa depositadas en la pared secundaria de la fibra.

El valor del micronaire se interpreta también como una medida de madurez de la fibra. Valores bajos de esta variable son usualmente un indicativo de fibras inmaduras, aunque se debe tener cuidado ya que existen variedades e inclusive especies (*G. barbadense*) que presentan fibras naturalmente finas. Valores altos indican fibras sobremaduras. Para una misma variedad, las variaciones en el micronaire reflejan variaciones en la maduración (Lana *et al.*, 2014).

El engrosamiento de las fibras (deposición de capas de celulosa hacia el interior de la

<b>Guía para interpretar las mediciones del índice micronaire de la fibra</b>	
<b>≤ 2,9</b>	<b>Muy Fina</b>
<b>3,0 – 3,6</b>	<b>Fina</b>
<b>3,7 – 4,7</b>	<b>Promedio</b>
<b>4,8 – 5,4</b>	<b>Gruesa</b>
<b>≥ 5,5</b>	<b>Muy Gruesa</b>

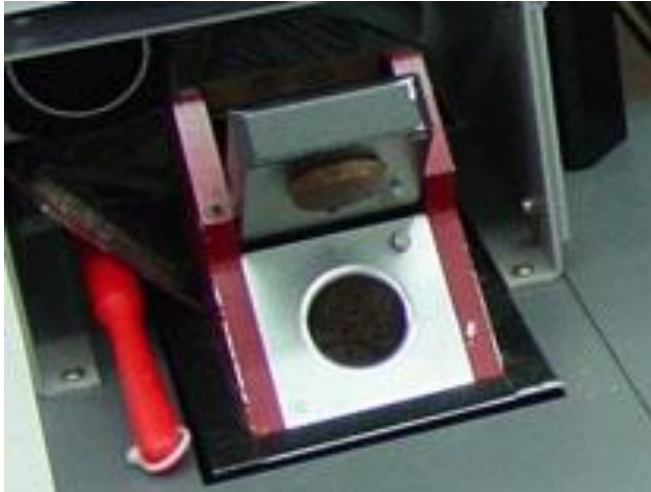
fibra) se produce entre los 25 a 30 días de iniciada la misma y debido a que el micronaire es la propiedad de la fibra más influenciada por las condiciones ambientales durante el ciclo productivo, sus valores pueden ser afectados durante dicho período por la combinación de altas y/o bajas temperaturas, falta de luz solar, humedad y disponibilidad de nutrientes (Ricciardi y Pasich, 1999; CottonWorks, 2024).

En Argentina, la Cámara Algodonera Argentina (2024) en sus publicaciones semanales de los valores de fibra para el mercado argentino, establece los siguientes descuentos para los valores de micronaire:

<b>Descuentos en la comercialización de fibra por valores de micronaire</b>								
<b>2,6 – 2,7</b>	<b>2,8 – 2,9</b>	<b>3,0</b>	<b>3,1 – 3,2</b>	<b>3,3 – 3,4</b>	<b>3,5 – 4,9</b>	<b>5,0 – 5,1</b>	<b>5,2 – 5,3</b>	<b>5,4 – 5,5</b>
<b>- 12 %</b>	<b>- 9 %</b>	<b>- 6 %</b>	<b>- 4 %</b>	<b>- 2 %</b>	<b>0</b>	<b>- 2 %</b>	<b>- 4 %</b>	<b>- 6 %</b>



**Principio de la medición:** esencialmente el instrumento realiza una medición



neumática dentro de una cámara de volumen conocido en cuyo interior, se coloca una muestra de fibra de algodón de peso conocido (10 g) y se lo somete a un pasaje de aire de igual caudal, tiempo y presión. Esta propiedad es una medida indirecta de la permeabilidad al aire de una muestra de fibra de masa conocida,

encerrada en un recipiente de dimensiones fijas (Uster, 2024).

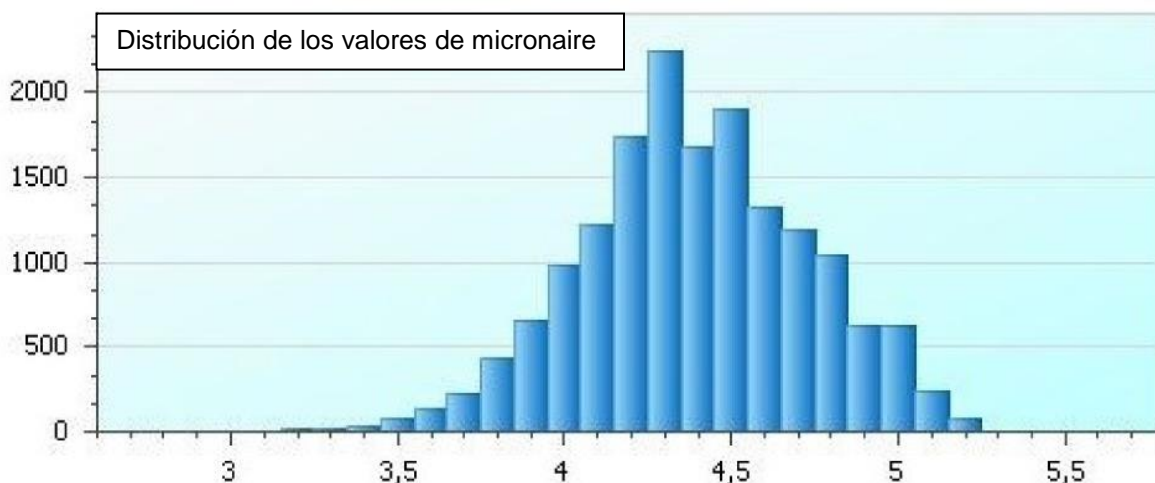
¿Como puede haber diferencias entre dos muestras si ambas están sometidas a igual peso, igual volumen, igual caudal de aire?. El problema comienza a revelarse cuando se realiza la pesada de la fibra: como se debe colocar el mismo peso de muestra que es 10,00 g, si una fibra es más pesada que la otra, se necesita un menor número de fibras para alcanzar el mismo peso, por lo que los espacios entre fibras serán mayores y el aire circulará más fácilmente. Si se tiene una fibra inmadura (con pocas capas de celulosa) la fibra será muy deforme y será necesario una mayor cantidad de fibras para alcanzar los 10 g de peso, ya que, al colocarlas en la cámara con un determinado volumen, las fibras deberán comprimirse más, por lo que el pasaje de una corriente de aire de caudal y presión conocida dará valores muy bajos del índice de micronaire. En realidad, es la oposición de las fibras al flujo del aire lo que origina un valor diferencial de presión que es convertido a unidades de micronaire.

**Importancia en el proceso textil:** el micronaire afecta el comportamiento del proceso y la calidad del producto final en varias formas. En los procesos de apertura, limpieza y cardado, algodones de bajo micronaire, requieren velocidades de proceso más bajas para prevenir el daño a las fibras (Cotton Incorporated, 2020). Hilados confeccionados con fibras más finas resultan en más fibras por sección transversal, lo que a su vez producen hilados más resistentes (Ricciardi y Pasich, 1999).

El diámetro de la fibra es fundamental para el título o calibre de los hilos; las fibras finas (micronaire bajos) se utilizan para la elaboración de hilos delgados, y las fibras ásperas (micronaire altos), para la elaboración de hilos gruesos.



También la cantidad y calidad de las capas de celulosa presentes en la fibra son determinantes para la absorción del colorante en las diferentes etapas del proceso textil; a más cantidad de celulosa mayor y mejor será la absorción del colorante y la retención de los tintes (Cotton Incorporated, 2020).



### Longitud de Fibra (UHML)

Se refiere a la longitud promedio de la mitad más larga de las fibras de una muestra de algodón. Es por ello que su verdadero nombre es “longitud media de la mitad superior” (Upper Half Mean Length en inglés o UHML) según USDA (2001).

La longitud está determinada en gran medida por la especie y dentro de la especie, por la variedad de algodón y es afectada negativamente por la exposición de la planta a las condiciones ambientales especialmente por la temperaturas extremas, la disponibilidad de humedad deficiente o en exceso y por factores nutricionales, especialmente la deficiencia de nutrientes como potasio y nitrógeno (Cotton Incorporated, 2020; CottonWorks, 2024).

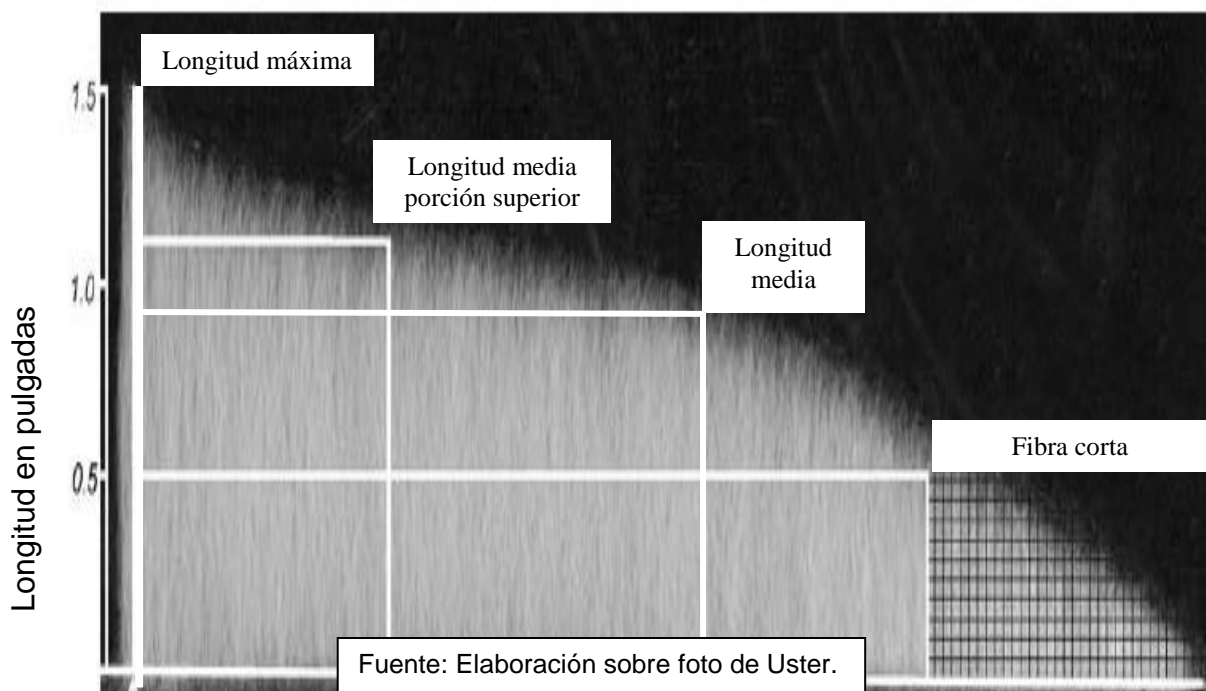
En el proceso de desmote del algodón en bruto se debe tener especial control en las etapas de limpieza y desmotado propiamente dicho, ya que si ambos procesos son excesivos se puede acortar la fibra (Méndez Orbegoso, 2008; Cotton Incorporated, 2020).

**Principio de la Medición:** un mechón de fibras tomadas aleatoriamente se presiona por uno de los extremos con una abrazadera; luego se peinan para que sus fibras queden rectas y paralelas, para posteriormente realizar un escaneo óptico de la longitud de cada una de las fibras con un haz lumínico. Con los valores obtenidos el





equipo construye una curva de frecuencias denominada fibrograma, en donde las fibras se ordenan por longitud empezando por las más cortas, siguiendo por las intermedias y finalizando por las más largas, del cual se derivan la longitud máxima, la longitud media de la mitad superior, la longitud media y el porcentaje de fibras cuya longitud es inferior a 12,25 mm.



Los valores de planilla que emite el HVI puede ser en milímetros (mm), en centésimas de pulgadas y en 32 avos de pulgada.

Longitud en mm	Longitud en pulgadas	Calificación
Inferior a 21,4 mm	Inferior a 0,84	EXTRA CORTA
de 21,5 a 25,4 mm	0,846 a 1,00	CORTA
de 25,4 a 27,0 mm	1,00 a 1,06	MEDIA CORTA
de 27,1 a 29,0	1,07 a 1,14	MEDIA LARGA
de 29,1 a 32,8 mm	1,14 a 1,29	LARGA
Superior a 32,8 mm	Superior a 1,29	EXTRA LARGA



TABLA DE CONVERSIÓN DE LONGITUD UPLAND						
Pulgadas	32 avos	mm		Pulgadas	32 avos	mm
≤ 0.79	24/32	≤ 20,1		1.11 - 1.13	36/32	28,2 - 28,7
0.80 - 0.85	26/32	20,3 - 21,6		1.14 - 1.17	37/32	29,0 - 29,7
0.86 - 0.89	28/32	21,8 - 22,6		1.18 - 1.20	38/32	30,0 - 30,5
0.90 - 0.92	29/32	22,9 - 23,4		1.21 - 1.23	39/32	30,7 - 31,2
0.93 - 0.95	30/32	23,6 - 24,1		1.24 - 1.26	40/32	31,5 - 32,0
0.96 - 0.98	31/32	24,4 - 24,9		1.27 - 1.29	41/32	32,3 - 32,8
0.99 - 1.01	32/32	25,2 - 25,7		1.30 - 1.32	42/32	33,0 - 33,5
1.02 - 1.04	33/32	25,9 - 26,4		1.33 - 1.36	43/32	33,8 - 34,8
1.05 - 1.07	34/32	26,7 - 27,2		1.37 - 1.39	44/32	34,9 - 35,5
1.08 - 1.10	35/32	27,4 - 27,9		≥ 1.40	≥ 45/32	≥ 35,6

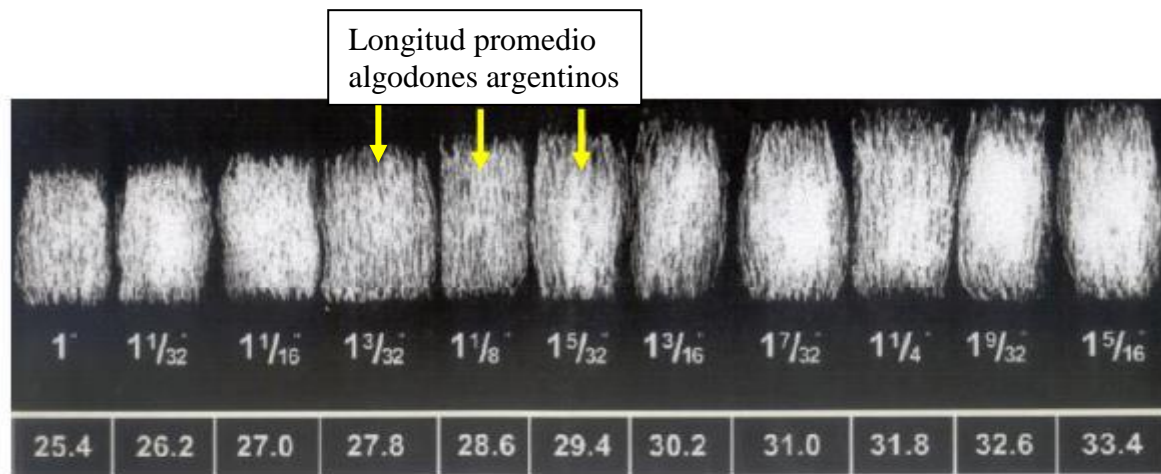


Foto: Zellweger Uster, 2010

**Importancia en el proceso textil:** Fibras más largas también significan que es necesario aplicar menos torsión en el hilo, lo que se traduce en la posibilidad de aumentar las velocidades de producción (Lima, 2014). Además, una fibra más larga permite aumentar la resistencia del hilo, mejora su regularidad y permite hilar títulos de hilos más finos (Mendez Orbegoso, 2008; Bange *et al.*, 2018).

### Uniformidad de la Longitud (UI)

El índice de uniformidad de una muestra de fibras se determina en forma conjunta con la longitud y expresa el cociente entre la longitud promedio y la longitud promedio de la mitad superior y se expresa en porcentaje

$$UI(\%) = \text{Long. Media} / \text{UHML} * 100$$

Si todas las fibras en el fardo fueran de la misma longitud, la longitud media y la longitud media de la mitad superior serían iguales y el índice de uniformidad sería de



100. Sin embargo, siempre existe una variación natural por lo que el valor de UI siempre será menor a 100 (Ricciardi y Pasich, 1999)

**Principio de la medición:** se determina en el proceso de medición de la longitud de

<b>Guía para interpretar las mediciones de uniformidad de longitud de fibra de algodón</b>	
<b>Uniformidad (%)</b>	<b>Calificación</b>
≤ 76	Muy Baja
77 -79	Baja
80 - 82	Promedio/Regular
83 - 85	Alta
≥ 86	Muy Alta

la fibra y su distribución en el fibrograma.

**Importancia en el proceso textil:** el algodón con un índice de uniformidad de la longitud bajo tiende a incluir un porcentaje alto de fibras cortas lo que afecta la uniformidad, resistencia y apariencia de los hilos.

Por ejemplo, hilos cardados que han sido elaborados con fibras cuyos valores de uniformidad son bajos, se caracterizan por ser hilos desuniformes y de apariencia pilosa.

### Índice de Fibras Cortas (SFI)

<b>Guía para interpretar las mediciones del Índice de Fibras Cortas</b>	
<b>SFI</b>	<b>Apreciación</b>
≤ 5	Muy Baja
6 - 9	Baja
10 -13	Regular
14 -17	Alta
> 18	Muy Alta

Para establecer el índice de fibras cortas se usa un algoritmo sofisticado: la distribución de la longitud de fibras del fibrograma es matemáticamente convertido a una curva de distribución de la longitud de mayor a menor.

El SFI indica la cantidad de fibras presentes en la muestra que tienen una longitud menor a 0,5 pulgadas (12,7 milímetros), expresándose los valores en porcentaje.

**Importancia en el proceso textil:** el exceso en el contenido de fibras cortas ocasiona roturas de la fibra, nudos (neps), aumenta el desperdicio en la fábrica (mayor contaminación fabril), reduce la resistencia del hilo y puede causar imperfecciones y mala apariencia de los hilos (excesiva pilosidad) (Lima, 2014; Bange *et al.*, 2018).



## Resistencia de la Fibra (Str)

Se define como la resistencia que oponen las fibras al someterlas a una tensión, y se expresa en miles de libras por pulgada cuadrada o bien, en gramos por tex (USDA, 2001). Una unidad tex es igual al peso en gramos de 1000 m de fibra (Taylor, 1994), por lo que la resistencia informada es la fuerza en gramos requerida para romper un mechón de fibras de un tex de tamaño (USDA, 2004).

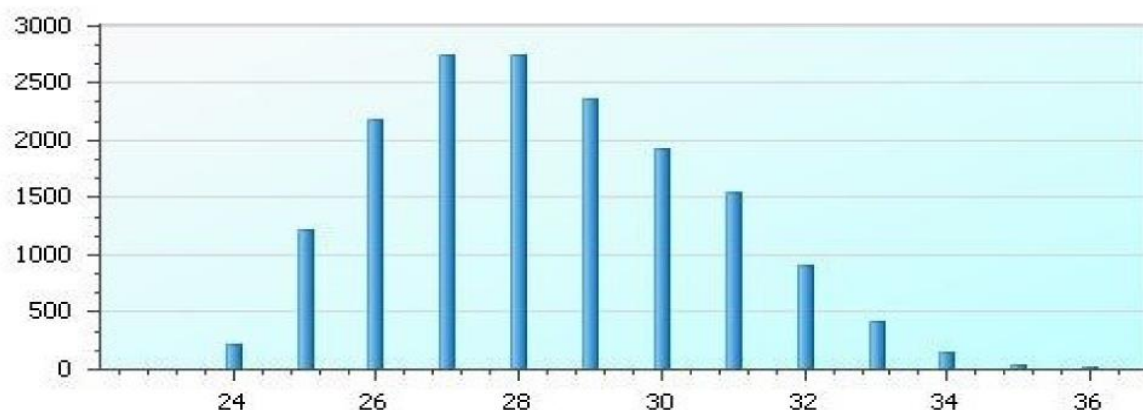
La resistencia de la fibra está determinada en gran medida por la variedad; sin embargo, también se puede afectar por diferencias en la nutrición de la planta y por las condiciones climatológicas (Ricciardi y Pasich, 1999).

**Principio de la Medición:** el mechón de fibras usada para la medición de longitud,

<b>Guía para interpretar las mediciones de resistencia de la fibra</b>	
<b>Resistencia (g/tex)</b>	<b>Calificación</b>
≤ 21	Muy Débil
22 - 24	Débil
25 - 27	Promedio
28 - 30	Resistente
≥ 31	Muy Resistente

ahora se presiona entre dos grampas, una fija y otra móvil separadas inicialmente a una distancia de 1/8 de pulgadas y se procede a aplicar un estiramiento a una tasa constante (CRE = índice constante de extensión). El valor de resistencia que reporta el equipo representa la fuerza necesaria para romper el conjunto de fibras. Unos de los

principales motivos por el cual se necesitan condiciones adecuadas del ambiente del laboratorio (21°C + 65% HR) es porque la humedad influye fuertemente los resultados de la resistencia, pudiendo elevarla hasta un 10%.







**Importancia en el proceso textil:** existe una correlación importante entre la resistencia de la fibra y la resistencia al hilado. El algodón con resistencia alta soportará mejor las tensiones a que es sometido durante el proceso de hilado, lo que disminuirá las roturas y permitirá la fabricación de hilos más uniformes (Lima, 2014). Los algodones con buena resistencia se pueden hilar más rápido y normalmente causan menos problemas durante el procesamiento. A su vez, un hilo fuerte mejora la resistencia y durabilidad del tejido (Bange *et al.*, 2018).

### **Elongación (Elg)**

La fibra de algodón es flexible y se puede estirar. El aumento de longitud o deformación de la fibra antes de que se rompa como resultado del estiramiento se llama elongación o alargamiento.

**Principio de la medición:** La elongación es una medida del comportamiento elástico

<b>Guía para interpretar la mediciones de elongación de fibra de algodón</b>	
<b>Valores (%)</b>	<b>Calificación</b>
≤ 4,9	Muy Bajo
5,0 – 5,8	Bajo
5,9 – 6,7	Medio
6,8 – 7,6	Alto
≥ 7.7	Muy Alto

de las fibras durante la medición de la resistencia a la tracción. Mide la distancia que recorren las fibras que son estiradas antes de producirse la rotura del mechón de fibras. Se realiza en el mismo proceso de medición de la resistencia y se expresa como % de aumento sobre su longitud original.

**Importancia en el proceso textil:** el algodón con buena elongación soporta las tensiones a las que se somete durante el proceso de

hilado y, por lo tanto, se presentan menos roturas.

### **Grado de Color (GC)**

Aunque las fibras de algodón americano o *upland* (*Gossypium hirsutum* L.) son naturalmente de color blanco a blanco cremoso, la exposición de los capullos al ambiente previo a la cosecha y la acción microbiana puede hacer que las fibras se oscurezcan y pierdan brillo. También puede ser afectada tanto antes como después del desmotado por factores ambientales y biológicos como lluvias, heladas, insectos, hongos, manchas debidas al contacto con el suelo, exceso de humedad y las altas temperatura durante el período de almacenamiento (Perkins *et al.*, 1984).

El grado de color del algodón queda determinado por dos mediciones:



**Reflectancia (Rd):** expresa la brillantez o apagado de la blancura de la luz que reflejan las fibras del algodón y corresponde al valor de reflexión representada en la escala vertical del diagrama de color de Nickerson/Hunter. Se expresa en % Rd y cuanto mayor sea el valor, más blanco será el algodón (Nickerson, 1946).

**Amarillez (+b):** desarrollado por Hunter, indica el grado de pigmentación de las fibras y expresa la amarillez de la luz que reflejan las fibras del algodón. Se determina mediante el empleo de filtros de color y corresponde al valor de +b representado en la escala horizontal del diagrama de Nickerson/Hunter (Nickerson, 1946).

**Principio de la medición:** La determinación se hacen por el destello de una luz de xenón dual sobre una muestra de fibra de buen grosor, comprimida contra una ventana de cristal del equipo de 10 pulgadas cuadradas de superficie. Las dos fuentes de luz están ubicadas a 45° con respecto al ángulo de visión para evitar el componente de reflexión especular. El colorímetro del instrumento HVI evalúa la cantidad de luz reflejada por las fibras de algodón en varias longitudes de onda, lo que genera un valor numérico para ambas variables indicativas del color (Matusiak y Walawska, 2010).

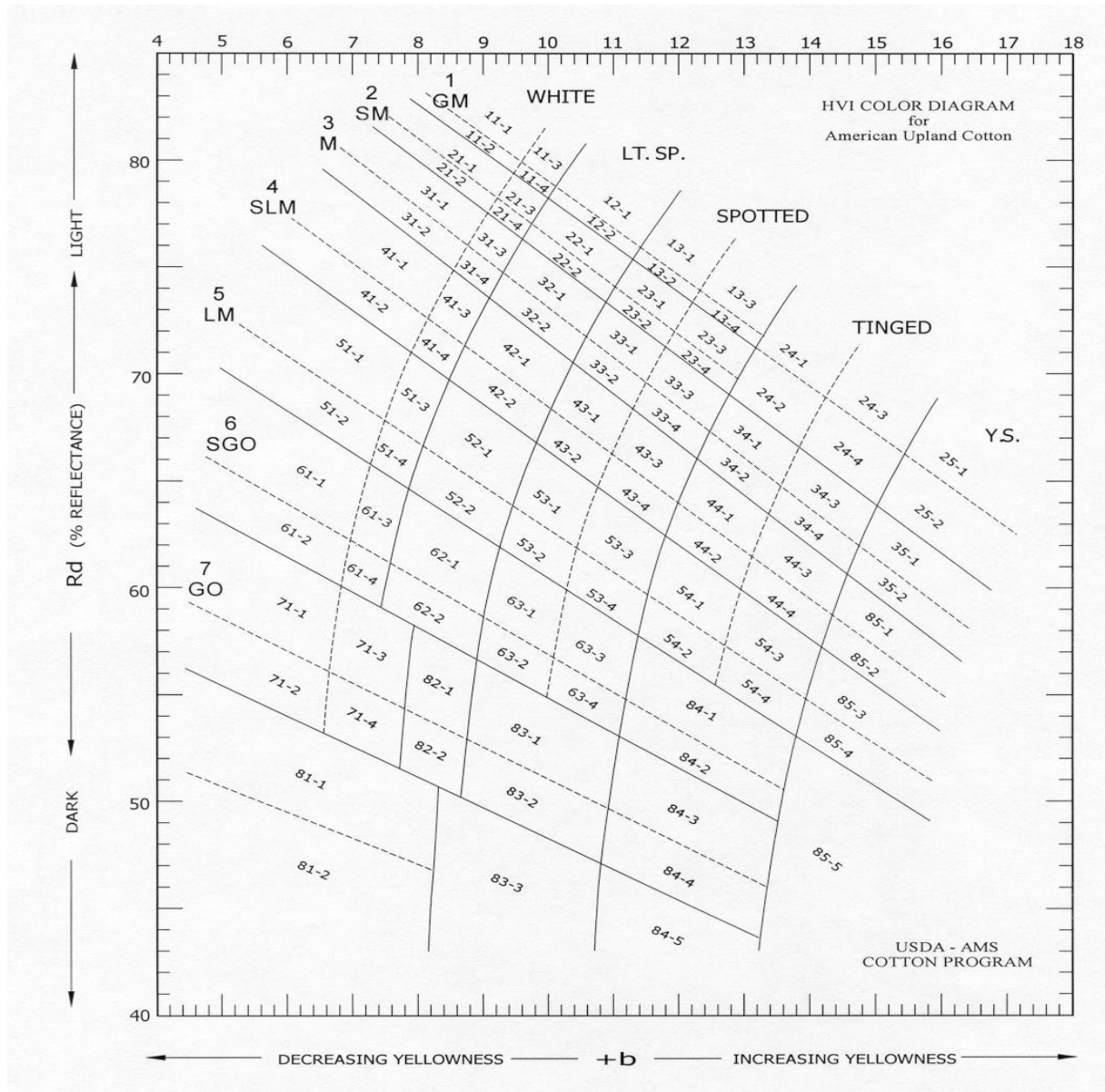
En la siguiente tabla se pueden apreciar en el eje vertical las categorías del tipo visual que están en función de los padrones físicos universales (grado); mientras que el eje horizontal representa el color.

<b>Guía para interpretar la clasificación de la fibra por el grado de color</b>					
Categoría	Blanco	Manchado Ligerito	Manchado	Teñido	Teñido Amarillo
Good Midding	11*	12	13	-	-
Strict Midding	21*	22	23*	24	25
Midding	31*	32	33*	34*	35
Strict Low Midding	41*	42	43*	44*	-
Low Midding	51*	52	53*	54*	-
Strict Good Ordinary	61*	62	63*	-	-
Good Ordinary	71*	-	-	-	-
Below Grade	81	82	83	84	85
<b>* Son los que presentan patrones físicos (el resto es solo descriptivo)</b>					



Para determinar el grado de color se utiliza la combinación de valores de la reflectancia ( $R_d$ ) conjuntamente con la amarillez ( $+b$ ) medido por el instrumento (Perkins *et al.*, 1984). Este método fue desarrollado por Nickerson-Hunter. El código de color se determina localizando el punto en que interceptan los valores de  $R_d$  y  $+b$  en el diagrama de color para el algodón tipo Upland que es el que se realiza en el país. El grado de color está representado por un código de 2 dígitos, que representa el código del tipo de color del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

El siguiente diagrama, también conocido como diagrama de color de Nickerson-Hunter es una forma de representación de los grados de color basado en el Sistema Munsell, en el que los colores se clasifican en familias por notación numérica.





El eje horizontal del diagrama representa un incremento numérico en el amarillamiento (+b) hacia la derecha, representando los valores más altos de "b", amarillos más brillantes y saturados, mientras que los valores menores representan amarillos más opacos, grisáceos y menos saturados. Típicamente, los valores del rango "b" van de 4 a 18, siendo preferidos los menores a 8 (Cotton Incorporated, 2000).

El eje vertical representa tanto la brillantez total como el valor de "agrisado" de la muestra. Este se representa numéricamente por el reflejo de la muestra "Rd". Las áreas en la parte superior de la escala tienen mucha reflectancia y son más "luminosas". Los valores del rango "Rd" se ubican entre un 40 al 85% de reflectancia, prefiriéndose valores superiores a 70% (Cotton Incorporated, 2000).

Por ejemplo, una muestra de fibra con  $Rd = 77,7$  y  $+b = 8,5$  caería en la intersección del color "white" (blanco) y el grado "middling" (medio) lo que proporciona al observar el diagrama, un código de dos números (en este caso 31), el primero para el grado (3) y el segundo para el color (1). Para describir con mayor precisión la intersección de los vectores Rd y +b en el diagrama de grados del USDA (2004), cada una de estas combinaciones puede subdividirse en dos o cuatro subáreas, por lo que al número anterior (31) se le agrega un tercer número (del 1 a 4) separado por un guion, en nuestro ejemplo 31-1. Este número de tres dígitos indica una determinada superficie en el diagrama de intersección de las lecturas Rd y +b.

**Importancia del color en el proceso textil:** a medida que el color del algodón se deteriora debido a las condiciones ambientales, es probable que aumente la ineficiencia en el proceso de hilado. El deterioro del color también afecta la capacidad de las fibras para absorber y retener tintes y acabados textiles (Ricciardi y Pasich, 1999).

### **Impurezas o Materias Extrañas (TRASH)**

Son los elementos extraños en el algodón representado por las partículas de hojas, tallos, semillas, excrementos o polvo. Por ello también se lo menciona como "material no fibroso". Este índice mide la cantidad de material que no es fibra en una muestra de algodón y que, por ser un desperdicio, no es hilable. La medición de impurezas (trash) del HVI no forma parte de la clasificación oficial del algodón del USDA, pero se proporciona como información adicional.





**Trash Count (TC):** el **conteo de las impurezas** se hace en la ventana de cristal del equipo al mismo tiempo que se mide el grado de color. La muestra se ilumina por debajo de la ventana y una cámara fotográfica, en blanco y negro, analiza los puntos oscuros mayores a 0,25 mm en los pixeles. Las partículas en la ventana de cristal se cuentan una por una, y los resultados se expresan en cantidad de partículas de impurezas por superficie de área.

**Trash Area (TA):** mide el **área cubierta por las impurezas** en relación a la superficie de la ventana. Las superficies de cada partícula se adicionan como una sola y el resultado de dicha suma se expresa en referencia al área total de la ventana como "porcentaje del área".

Existe una relación entre ambos valores. Por ejemplo, un pequeño número de partículas de residuos puede resultar en altos valores de porcentaje del área, lo que estaría indicando que las impurezas presentes son grandes. Por el contrario, si el número de impurezas es alto y el porcentaje del área es bajo, indica que los residuos son de pequeño tamaño, conocidos con el nombre de "pimienta" (Sestren y de Lima, 2015). Estas últimas son altamente indeseables, porque son más difíciles de eliminar de la fibra de algodón para la fábrica que las partículas de impurezas más grandes (Cotton Incorporated, 2020).

**Trash Cod (T):** en realidad es una propiedad inferida relacionada con el código de hoja que realiza el clasificador. Este código de impurezas de la hoja de algodón se determina con la calibración del equipo HVI respecto a una muestra estándar de impurezas (Trash). El código se enumera del 1 al 7, siendo el número 1, la menor cantidad de impurezas y a medida que se acerca al número 7 aumenta la cantidad de impurezas o materias extrañas. También se lo suele llamar "leaf grade".

**Importancia en el proceso textil:** la presencia de partículas extrañas en el algodón ocasiona roturas de los hilos en las diferentes etapas del proceso textil; desmejora la apariencia de las telas y afecta el teñido.

La presencia de materias extrañas en el algodón en bruto es un problema para el desmotador, mientras que la basura en el fardo de fibra es un problema del hilandero; sin embargo, las soluciones para el desmotador no siempre son las mejores soluciones para el hilandero. En la desmotadora, una mayor limpieza puede significar más roturas de fibra, lo que lleva a un mayor contenido de fibra corta y más neps. Con



un número cada vez mayor de impurezas como cáscaras, hojas, tallos y fragmentos de cubiertas de semillas, la tendencia a una calidad inferior del hilo puede aumentar si la línea de apertura y limpieza instalada en una fábrica no puede hacer frente a ello. La eliminación de la basura es un costo directo para una hilandería y puede causar un deterioro en el rendimiento del hilado y la calidad del hilo. Por lo tanto, es imperativo que una hilandería sepa cuál es la eficiencia de limpieza de su línea de limpieza para garantizar que pueda hacer frente al contenido de basura en la fibra de algodón, especialmente para el hilado con rotor y con chorro de aire (Bange *et al.*, 2018).

### **Grado de hoja (Leaf)**

El grado de hoja es una estimación visual de la cantidad de partículas supuestamente de hojas de una muestra de algodón. Antiguamente el clasificador determinaba este parámetro que el instrumento lo determina como grado de impureza (Trash Code). Si bien no son lo mismo, existe una correlación entre ambos como se muestra en la siguiente tabla en donde se aprecian 7 grados de hoja, los cuales tienen patrones físicos representativos.

El contenido de hoja es afectado por la variedad de algodón (pilosidad), métodos de cosecha (stripper > picker) y condiciones de cosecha. La cantidad de hojas remanentes en la fibra después del desmote depende de la cantidad presente antes del desmote y del tipo y cantidad de equipos de limpieza y etapas de secado usados; pero y aún con los métodos más cuidadosos, siempre quedara una pequeña cantidad de hojas en el algodón, ya que las partículas muy pequeñas son normalmente muy difíciles de extraer (Riciardi y Pasich, 1999).

<b>Relación entre grado de impurezas y grado de hoja del clasificador</b>	
<b>Medición de impurezas (% del área)</b>	<b>Grado de hoja del clasificador</b>
<b>0,12</b>	<b>1</b>
<b>0,20</b>	<b>2</b>
<b>0,33</b>	<b>3</b>
<b>0,50</b>	<b>4</b>
<b>0,68</b>	<b>5</b>
<b>0,92</b>	<b>6</b>
<b>1,21</b>	<b>7</b>

Para el hiladero, el contenido de hoja no es fibra, por lo que técnicamente es un desperdicio y además representa un costo asociado a su extracción (Cotton Incorporated, 2020).

asociado a su extracción (Cotton Incorporated, 2020).



## **Índice de Madurez (MAT)**

El índice de madurez es un valor relativo al desarrollo de la fibra y está directamente relacionado con el Micronaire. Indica el espesor de la pared de celulosa dentro de una muestra de algodón y se expresa en porcentaje. Desde el punto de vista fisiológico y físico, generalmente se acepta que la madurez de la fibra es el grado (cantidad) de engrosamiento de la pared celular secundaria de la fibra en relación con el diámetro o la finura de la fibra (Perkins et al., 1984; Munro, 1987).

<b>Guía para interpretar las mediciones de madurez de la fibra</b>	
<b>Madurez</b>	<b>Apreciación</b>
< 75	Muy Inmaduro
75 - 85	Inmaduro
86 - 95	Maduro
> 95	Muy Maduro

**Principio de la medición:** se calcula a partir de un sofisticado algoritmo que incluye parámetros determinados por el equipo HVI como micronaire, resistencia y elongación.

**Importancia en el proceso textil:** la madurez del algodón es determinante para la calidad del teñido, la absorción y la fijación del color.

## **Humedad de la Muestra (HUM)**

Mide, en porcentaje, la cantidad de agua presente en la muestra de fibra al momento de su análisis. La humedad de la muestra varía con el tiempo de ambientación, la temperatura y la humedad relativa del medio ambiente en el cual ha permanecido.

<b>Guía para interpretar las mediciones de la humedad de la fibra</b>	
<b>% de Humedad</b>	<b>Apreciación</b>
< 4,5	Muy Bajo
4,5 - 6,5	Bajo
6,5 – 8,0	Medio
8,0 – 10,0	Alto
> 10,0	Muy Alto

En condiciones de temperatura y humedad relativa constantes, la humedad de la muestra no varía significativamente, lo que permite que una muestra pueda ser analizada varias veces y sus resultados no varíen más allá de los rangos establecidos.

**Importancia en el proceso textil:** el algodón es una fibra higroscópica; esto significa que mientras más agua absorbe aumenta su resistencia por lo que, la humedad incide directamente en la



resistencia de la fibra durante su procesamiento; las fibras muy secas tienden a romperse y las fibras con alto contenido de humedad ocasionan “atoramientos” de la maquinaria; en ambos casos generando “paradas” en la producción.

### **Índice de Hilabilidad (SCI)**

También conocido como Índice de Consistencia del hilado, el SCI es una ecuación de regresión que utiliza la mayoría de los resultados individuales de las mediciones del HVI para predecir la calidad del hilo y su potencial de hilabilidad (Uster, 2024).

$$\text{SCI} = -414,67 + 2,9 * (\text{STR}) - 9,32 * (\text{MIC}) + 49,17 * (\text{LENG}) + 4,74 * (\text{UNIF}) + 0,65 * (\text{Rd}) + 0,36 * (+b)$$

El principal beneficio que trae el SCI es la simplificación en la selección de los fardos para realizar una determinada mezcla de fibras, por lo que las contribuciones individuales de cada característica de la fibra se ajustarán a las especificaciones de uso establecidas por el usuario. En general, entre más alto es el índice, más alta es la calidad del hilo y mejor es la hilabilidad total de la fibra (Uster, 2024).

### **Instrumentos de medición**

El aumento en la producción mundial de algodón motivó la necesidad de desarrollar instrumentos que procesen una gran cantidad de muestras de forma rápida, económica y precisa para determinar las propiedades tecnológicas de la fibra. Estos equipos son conocidos comúnmente por sus siglas en inglés, como HVI (High Volume Instruments).

Sin duda, la prueba HVI del algodón es el mejor sistema y supera ampliamente a la clasificación tradicional del algodón, en términos de proporcionar una descripción más precisa y objetiva de la calidad textil del algodón (Kiron, 2012). Según Hunter (1998) las propiedades determinadas por HVI explican del 80 al 90% de la variación en la eficiencia del hilado y del tejido, del 60 al 80% de la uniformidad del hilo, del 80 al 90% de la resistencia del hilo y del 70 al 80% de la resistencia del tejido.

Los procedimientos de calibración de equipos, el mantenimiento de condiciones constantes de humedad y temperatura en el laboratorio, las prácticas de acondicionamiento de las muestras y las mediciones estandarizadas de los parámetros de calidad permiten a todos los usuarios de sistemas HVI lograr niveles de resultados de prueba comunes para cada propiedad determinada.

A continuación, se muestran los principales equipos HVI disponibles a nivel mundial



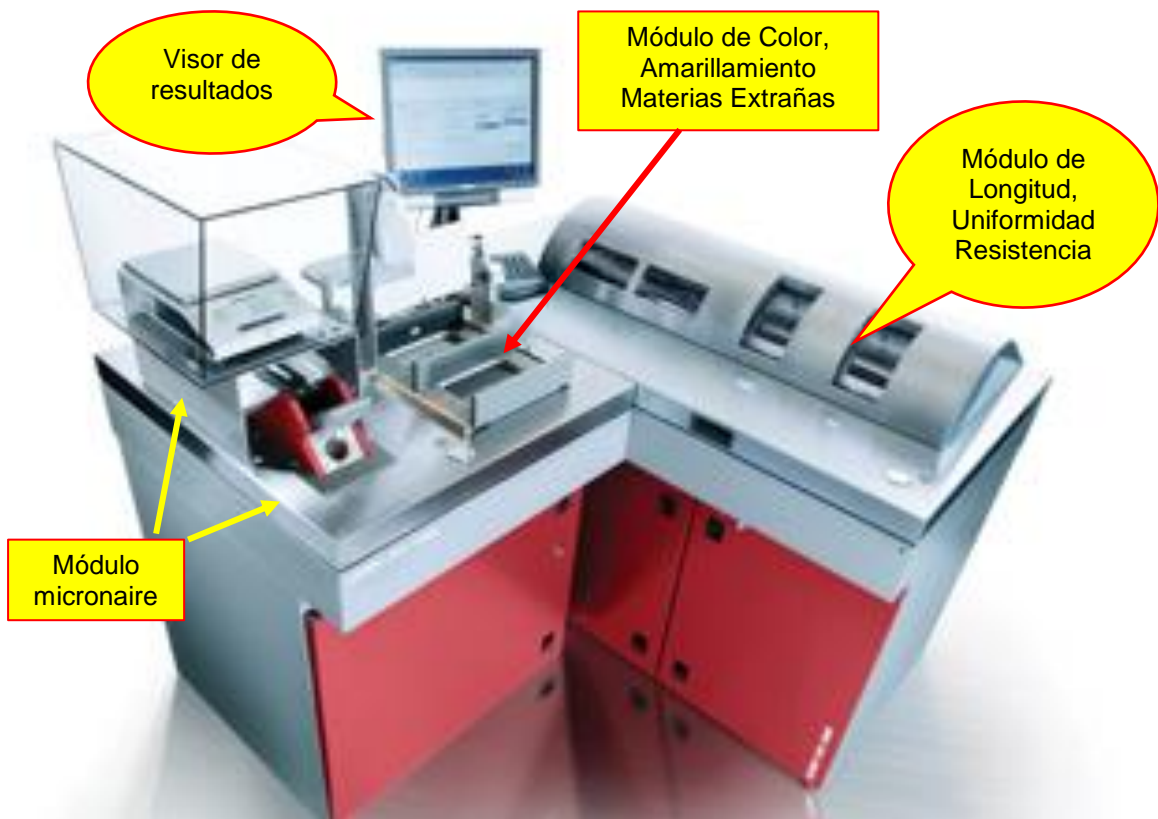


Foto: USTER, modelo HVI1000



Foto: STARTEX, modelo 230 V Vegam 3



Foto: PREMIER. Modelo ART3 High Volume Cotton Tester

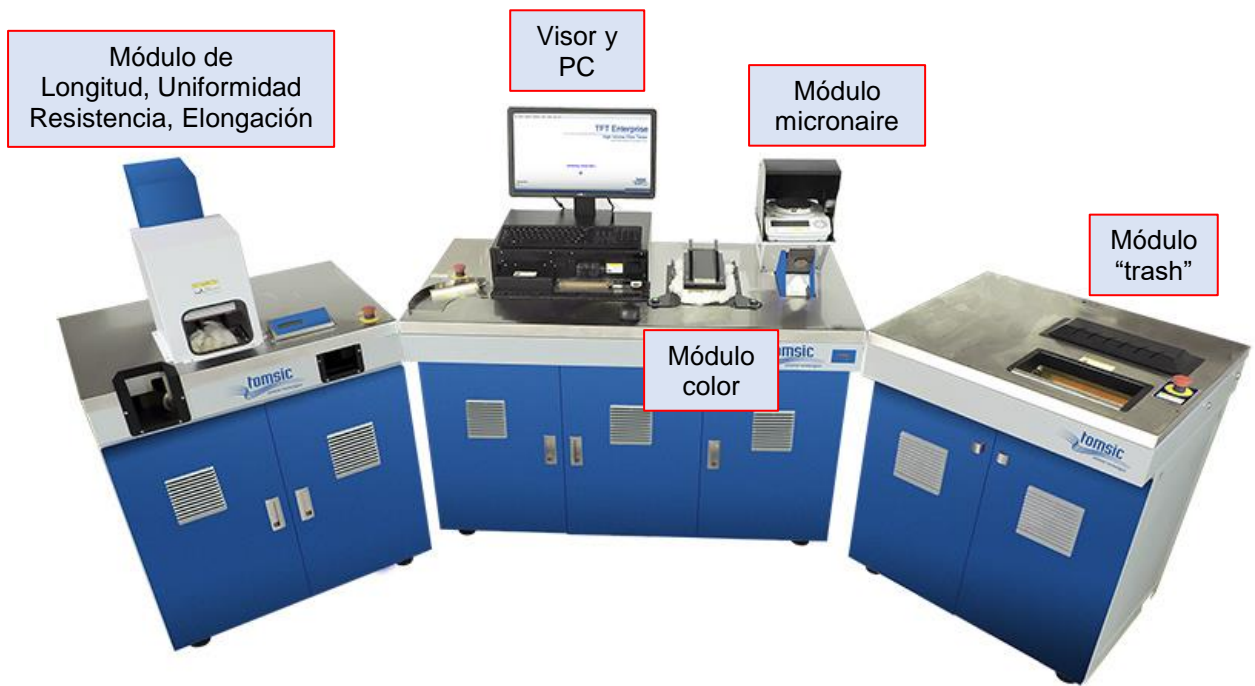


Foto: TOMSIC. Modelo TFT (Tomsic Fiber Testing)



## **Bibliografía**

- ASTM, American Society for Testing and Materials. 1995. Designation: D 5867-95: Standard Test Methods for Measurement of Physical Properties of Cotton Fibers by High Volume Instruments, 9 pág. United States of America.
- Bange M.P., Constable G.A., Gordon S.G., Long R.L., Naylor G.R.S., Sluijs M.H.J. van der. 2018. FIBREpak: from seeds to good shirts. A Guide to Improving Australian Cotton Fibre Quality, Second Edition. Issue 6: Importance of Quality Fibre, pag. 30-42. The Cotton Catchment Communities Cooperative Research Centre. Disponible en: [https://cottoninfo.com.au/sites/default/files/documents/FibrePak\\_%202nd%20edition%20web\\_0.pdf](https://cottoninfo.com.au/sites/default/files/documents/FibrePak_%202nd%20edition%20web_0.pdf)
- Bradow J.M. y Davidonis G.H. 2000. Quantitation of Fiber Quality and the Cotton Production-Processing Interface: A Physiologist's Perspective. The *Journal of Cotton Science* 4:34-64. The Cotton Foundation. Disponible en <http://journal.cotton.org>
- Bradow, J.M., P.J. Bauer, O. Hinojosa, and G.F. Sassenrath-Cole. 1997. Quantitation of cotton fibre-quality variations arising from boll and plant growth environments. *Eur. J. Agron.* 6:191–204.
- CAA, Cámara Algodonera Argentina. 2024. Informes semanales Bonificaciones y descuentos para arbitraje de fibra de algodón, por bajo o alto micronaire. Disponible en: <https://camaraalgodonera.com.ar/precios-de-referencia/semanal-2/>
- Cotton Incorporated. 2000. Explicación del diagrama de color del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) para el algodón “Upland”. Breviario Técnico del Algodón FQR 1003. Cotton Incorporated.
- Cotton Incorporated. 2020. The classification of cotton. Disponible en: <https://cottonworks.com/wp-content/uploads/2020/04/Cotton-Classing-Book.pdf>
- CottonWorks. 2024. Cotton Fiber Qualities & Evaluation. Disponible en: <https://cottonworks.com/en/topics/sourcing-manufacturing/fiber-science/cotton-fiber-qualities-and-evaluation/#:~:text=Cotton%20fiber%20quality%20has%20a,each%20batch%20of%20ginned%20fiber.>
- Hunter L. 1998. HVI: The System that has Revolutionised the Testing of Cotton Fiber Quality. Proceedings of the World Cotton Research Conference -2. Athens, Greece, September 6-12, 1998. pp.999-1002.



- Kiron M.I. 2012. High Volume Instrument (HVI) in Textile Testing: Principle, Uses and Advantages. Disponible en: <https://textilelearner.net/high-volume-instrument-hvi/>
- Lana V., Ribas P.V. y Chanselme J-L. 2014. A classificação do algodão. In: Manual de Beneficiamento do Algodão, IMAmt (Ed.), Edição 2. Capítulo 15, pág. 299-314. Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMAmt). ISBN 978-85-66457-02-5.
- Lima J.J. 2014. A industria textil e a qualidade da fibra de algodão. In: Manual de Beneficiamento do Algodão, IMAmt (Ed.), Edição 2. Capítulo 16, pág. 315-338. Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMAmt). ISBN 978-85-66457-02-5.
- Matusiak M. y Walawska A. 2010. Important aspects of cotton colour measurement. *Fibres and Textiles in Eastern Europe* 18(3):17-23.
- Munro J.M. 1987. *Cotton* (2nd edition). 436 pages. Harlow: Longman. ISBN 0-582-46346-7.
- Méndez Orbegoso J. 2008. Clasificación del algodón en USA. Disponible en: <https://javier-mendez-o.blogspot.com/2008/05/clasificacion-del-algodon-en-usa-por-el.html>
- Nickerson D. 1946. Color Measurements of Standards for Grades of Cotton. *Textile Research Journal*. 1946;16(9):441-449. doi:[10.1177/004051754601600904](https://doi.org/10.1177/004051754601600904)
- Perkins, H.H. Jr., D.E. Ethridge, and C.K. Bragg. 1984. Fiber. p. 437–509. In R.J. Kohel and C.F. Lewis (ed.) *Cotton*. ASA, Madison, WI.
- Premier. 2024. Modelo ART3 High Volume Cotton Tester. Disponible en: <https://pdf.indiamart.com/impdf/23831569373/MY-27884700/premier-art3-high-volume-cotton-tester.pdf>
- Ricciardi A.A. y Pasich L. 1999. La clasificación del algodón. Traducción del Manual de Agricultura 566, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). 28 pág. INTA.
- Sestren J.A. y Lima J.J. de. 2015. Características e classificação da fibra de algodão. Cap 19, pag 653-749. En: *Algodão no cerrado do Brasil*, 3ª edição revisada e ampliada. Curvelo Freire E. (editor técnico). ABRAPA, Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. Gráfica e Editora Positiva. ISBN 978-85-61960-04-9





- SENASA, Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. 2017. Resolución N°-332-2017. Patrones oficiales de Calidad Comercial de la fibra del algodón argentino. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-332-2017-274903>
- STARTEX Electronics. 2024. Modelo 230 V Veguam 3 Fully Automatic High Volume Instrument. Disponible en: <https://www.indiamart.com/proddetail/veguam-3-fully-automatic-high-volume-instrument-2850040625988.html>
- Taylor, R.A. 1994. High speed measurements of strength and elongation. p. 268-273. In G.A. Constable and N.W. Forrester (ed.) Challenging the future. Proc. World Cotton Res. Conf. I. 14–17 Feb. 1994, Brisbane, Australia. CSIRO, Australia.
- Tomsic. 2024. Modelo TFT. Disponible en <https://www.tomsic.it/products-item/tft-tomsic-fiber-tester-2/>
- USDA, United State Department of Agriculture. 2001. Cotton Processing: a fiber evaluation, pag 66-71. In: Cotton Fiber Developing and Processing: an illustration overview, Seagull R. y Alspaugh M. (Eds.). International Textile Center, Texas Tech University and Cotton Incorporated ISBN 9704182-0-5.
- USDA, United State Department of Agriculture. 2004. Cotton classification, understanding the data. Cotton Program, Agriculture Marketing Service, United States Department of Agriculture. 13 pág.
- Uster Technologies. 2008. USTER HVI 1000, Instruction Manual. Disponible en: [https://csitc.org/sitecontent/RTCEA/internal\\_ea/02\\_RTC\\_Content/022\\_Training/0222\\_Training\\_documents/02225\\_USTER/USTER%20HVI%20Instruction/0222523\\_MILL\\_HVI1000\\_INSTR\\_01210.pdf](https://csitc.org/sitecontent/RTCEA/internal_ea/02_RTC_Content/022_Training/0222_Training_documents/02225_USTER/USTER%20HVI%20Instruction/0222523_MILL_HVI1000_INSTR_01210.pdf)
- Uster Technologies. 2024. Disponible en: <https://www.uster.com/products/cotton-classing/uster-hvi/>