

MEDICIÓN DE CARACTERÍSTICAS  
DE LA CALIDAD DE FIBRA CON  
BASE EN H.V.I.

# MEDICIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE LA CALIDAD DE FIBRA CON BASE EN H.V.I.

Carlos Enrique Salazar<sup>1</sup>

## INTRODUCCIÓN

En 1907, un grupo internacional de representantes de la industria algodonera se reunió en Atlanta, - Georgia, para tratar los serios problemas que se habían desarrollado en la comercialización del algodón. Fue aprobada una resolución que recomendaba el establecimiento de estándares de algodón uniformes a fin de "eliminar diferencias de precios entre mercados, proveer un medio de resolver disputas, hacer que el agricultor conozca mejor el valor de su producto y, por lo tanto, ponerlo en una mejor posición de negociación, y en general ser de gran beneficio al comercio del algodón". En respuesta a éste y similares requeri-

mientos de acción en los siguientes años, fueron aprobadas leyes autorizando al Departamento de Agricultura de los EEUU (U.S.D.A.) a desarrollar estándares de grados de algodón y ofrecer servicios de clasificación de algodón.

Así comenzó una relación industria - gobierno que se mantiene fuerte y viable hasta el presente. Esta sociedad de larga data demuestra cómo el gobierno y la industria pueden trabajar conjuntamente, cada uno respetuoso del rol del otro, para producir continuos resultados beneficiosos para la nación y para sus clientes extranjeros.

## GENERALIDADES

### Naturaleza del Algodón

Botánicamente, hay tres grupos principales de algodón que son de importancia comercial. El primero (*Gossypium hirsutum*) es nativo de México y América Central y ha sido desarrollado para uso extensivo en los Estados Unidos, representando más del 95% de la producción norteamericana. Este grupo es conocido en los Estados Unidos como algodón Upland Americano y varía en longitud desde alrededor de 7/8" (22.2 mm) hasta 1 5/16" (33.3 mm).

Un segundo grupo botánico (*G. barbadense*) que cierra el balance de la producción norteamericana es de primiti-

vo origen en América del Sur. Varía en longitud desde 1 1/4" (31.75 mm) hasta 1 9/16" (39.7 mm). Es conocido en Estados Unidos como Pima Americano, pero también es comúnmente referido como algodón de Fibra Extra Larga (Extra Long Staple ó ELS).

Un tercer grupo (*G. herbaceum* y *G. arboreum*) comprende algodones de longitud más corta, 1/2" (12.7 mm) a 1" (25.4 mm), que son nativos de la India y Asia del Este. Ninguno de este grupo es cultivado en los Estados Unidos.

En una libra (0.4536 kg) de fibra de algodón puede haber 100 millones o más de fibras individuales. Cada fibra es el crecimiento

<sup>1</sup> Ingeniero Civil. Corporación Distribuidora de Algodón Nacional - DIAGONAL.

hacia fuera de una célula que se desarrolla en la capa superficial de la semilla de algodón. Durante las primeras etapas de su crecimiento, la fibra se alarga hasta su plena longitud como un tubo de pared delgada. A medida que madura, la pared de

la fibra es engrosada por depósitos de celulosa dentro del tubo, dejando un área hueca en el centro. Cuando finaliza el período de crecimiento y muere el material vivo, la fibra se pliega y enrolla alrededor de su propio eje.

## CLASIFICACIÓN

La expresión "*clasificación del algodón*" se refiere en esta publicación, a la aplicación de procedimientos estandarizados desarrollados por el USDA para la medición de aquellos atributos físicos de la fibra de algodón que afectan la calidad del producto terminado y/o la eficiencia manufacturera. La clasificación del USDA corrientemente

consiste en determinaciones de longitud de fibra, uniformidad de la longitud, resistencia, Micronaire, color, preparación, hojas y materias extrañas. Continúa la investigación y desarrollo de la tecnología para medir rápidamente otras importantes características de la fibra, tales como madurez, pegajosidad y contenido de fibra corta.

## I. CLASIFICACION DEL ALGODON «UPLAND»<sup>2</sup>

### A. DETERMINACIONES POR INSTRUMENTOS.

Mediciones para los siguientes factores de calidad son realizadas por instrumentos de precisión de alto volumen, comúnmente referido como clasificación «H.V.I.» («High Volume Instruments»). Todos los análisis se basan en las recomendaciones para el uso de tales instrumentos proveídos por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos "USDA".

### Longitud de Fibra

La longitud de la fibra es la longitud promedio de la mitad de las fibras más largas (longitud media de la mitad superior). La misma es informada en centésimas y 32 avos de pulgada (ver tabla de conversión). Se mide pasando un «mechón» de fibras paralelas a través de un punto de detección. El mechón es formado cuando las fibras de una muestra de algodón son tomadas por una mordaza, después peinadas y cepilladas para enderezar y paralelizar las fibras.

TABLA DE CONVERSIÓN DE LONGITUD UPLAND					
PULGADAS	32 AVOS	mm	PULGADAS	32 AVOS	mm
0,79 y más corta	24	20,1 y más corta	1,11 - 1,13	36	28,2-28,7
0,80 - 0,85	26	20,3-21,6	1,14 - 1,17	37	29,0-29,7
0,86 - 0,89	28	21,8-22,6	1,18 - 1,20	38	30,0-30,5
0,90 - 0,92	29	22,9-23,4	1,21 - 1,23	39	30,7-31,2
0,93 - 0,95	30	23,6-24,1	1,24 - 1,26	40	31,5-32,0
0,96 - 0,98	31	24,4-24,9	1,27 - 1,29	41	32,3-32,8
0,99 - 1,01	32	25,2-25,7	1,30 - 1,32	42	33,0-33,5
1,02 - 1,04	33	25,9-26,4	1,33 - 1,35	43	33,8-34,3
1,05 - 1,07	34	26,7-27,2	1,36 y más larga	44 y más larga	34,5 y más larga
1,08 - 1,10	35	27,4-27,9			

<sup>2</sup> Traducción parcial del Manual No. 566 publicado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

La longitud de la fibra es fundamentalmente determinada por la variedad, pero la exposición de las plantas de algodón a temperaturas extremas, deficiencias de agua o de nutrientes, puede acortar la longitud. Una limpieza y/o un secado excesivos en la desmotadora pueden también acortar la longitud de la fibra.

La longitud de la fibra afecta la resistencia del hilado, la regularidad del hilado y la eficiencia del proceso de hilatura. La finura del hilado que puede ser exitosamente producida a partir de determinadas fibras, es también influenciada por la longitud de la fibra.

### Uniformidad de la Longitud

La uniformidad de la longitud es la relación entre la longitud media del total y la longitud media de la mitad superior de las fibras y se expresa como un porcentaje. Si todas las fibras en la paca fueran de la misma longitud, la longitud media del total y la longitud media de la mitad superior, serían iguales, y el índice de la uniformidad sería 100. Sin embargo, hay una variación natural en la longitud de las fibras del algodón, de manera que la uniformidad de la longitud será siempre menos que 100. La siguiente tabla puede ser usada como una guía en la interpretación de las mediciones de la uniformidad de la longitud.

GRADO DE UNIFORMIDAD	ÍNDICE DE UNIFORMIDAD DE LA LONGITUD HVI (%)
Muy alta	Arriba de 85
Alta	83 85
Intermedia	80 82
Baja	77 79
Muy Baja	Debajo de 77

La uniformidad de la longitud afecta la regularidad y la resistencia del hilado y la eficiencia del proceso de hilatura. Está relacionada también con el contenido de fibra corta (fibra más corta que media pulgada). El algodón con un bajo índice de uniformidad probablemente tiene un alto porcentaje de fibras cortas. Tal algodón puede ser dificultoso de procesar y probablemente producirá hilados de baja calidad.

### Elongación

La elongación es una medición del comportamiento elástico del mechón

de fibras. El haz de fibras es sujetado a una distancia de 1/8 de pulgada entre las mordazas. El primer par de mordazas es estacionario, y el par trasero de mordazas es jalonado a una rata constante. La distancia a la que se extienden las fibras hasta antes de romperse es registrada como la elongación y se expresa en porcentaje. Por ejemplo, si se fuera a medir el 50% de elongación, las fibras se hubieran extendido 1/16 de pulgada antes de su ruptura. A continuación se presenta una tabla que describe los valores reales de elongación en las fibras de algodón.

ELONGACIÓN	DESCRIPCIÓN
Menor a 5.0	Muy baja
5.0 a 5.8	Baja
5.9 a 6.7	Media
6.8 a 7.6	Alta
7.7 y mayor	Muy alta

### Resistencia de Fibra

Las mediciones de resistencia son informadas en términos de gramos por tex. Una unidad tex es igual al peso en gramos de 1.000 metros de fibra. Por lo tanto, la resistencia informada es la fuerza en gramos re-

querida para romper una cinta de fibra de un tex de tamaño. La siguiente tabla puede ser usada como guía en la interpretación de las mediciones de la resistencia de fibra.

GRADO DE RESISTENCIA	RESISTENCIA DE H.V.I. (GRAMOS POR TEX)
Muy resistente	31 o más
Resistente	29 - 30
Promedio	26 - 28
Intermedio	24 - 25
Débil	23 menos

Las mediciones de resistencia se hacen sobre el mismo mechón de algodón usado para la medición de longitud y de *elongación de fibra*. Con este procedimiento se determina la cantidad de fuerza requerida para romper las fibras. La resistencia de la fibra está fundamentalmente determinada por la variedad. Sin embargo, puede ser afectada por deficiencia de nutrientes en la planta y por exposición a la intemperie.

resistencia de fibra probablemente tenga menos ruptura durante el proceso manufacturero.

### Micronaire

El Micronaire es una medida de finura y madurez de la fibra. Un instrumento de corriente de aire es usado para medir la permeabilidad del aire de una masa constante de fibras de algodón comprimidas a un volumen determinado. La tabla siguiente puede ser usada como guía en la interpretación de las mediciones de Micronaire.

RELACIÓN DE LECTURAS MICRONAIRE A VALOR DE MERCADO				
3,4 e inferior	3,5 - 3,6	3,7 - 4,2	4,3 - 4,9	5,0 y superior
.....	XXXXXXXXXXXX	Rango de premio	XXXXXXXXXXXX	.....
.....	XXXXXXXXXXXX	Rango de base	XXXXXXXXXXXX	.....
.....	.....	Rango de descuento:	.....	.....

Las mediciones de Micronaire pueden ser influenciadas durante el período de crecimiento por condiciones ambientales tales como humedad, temperatura, luz solar, nutrientes de la planta y extremos en poblaciones de plantas o capullos.

La finura de la fibra 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, o fibra fina, requieren velocidades de proceso más bajas para prevenir daño a las fibras. Hilados confeccionados con fibras más finas resultan en más fibras por sección transversal, lo que a su vez produce hilados más resistentes.

## Madurez

El Índice de Madurez es un valor relativo que se calcula usando un algoritmo sofisticado que incluye las mediciones HVI de Micronaire, Resistencia y Elongación. Éste indica el grado de espesor de la pared celulósica de una muestra de algodón. El índice de madurez se correlaciona muy bien con la relación de madurez del Afis y el método de referencia por microscopio.

La retención y absorbencia de tintura varían con la madurez de las fibras. Cuanto mayor la madurez, mejor la absorbencia y retención. La retención y absorbencia de tintura varían con la madurez de las fibras. Cuanto mayor la madurez, mejor la absorbencia y retención.

ÍNDICE DE MADUREZ	DESCRIPCIÓN
Menor 0.70	Poco común
0.70 a 0.85	Inmaduro
0.86 a 1.00	Maduro
Mayor a 1.00	Muy maduro

## Color

El color del algodón es determinado por el grado de reflectancia (Rd) y amarillez (+b). La reflectancia indica cuánto brillo o apagamiento tiene una muestra y la amarillez indica el grado de pigmentación de color. Se expresa mediante un código de color de tres dígitos. El código de color está determinado por la localización del punto en el cual intersectan los valores Rd y +b sobre el diagrama para algodón Upland del colorímetro de algodón Nickerson - Hunter.

El color de las fibras de algodón puede ser afectado por lluvias, heladas, insectos y hongos, y por manchado a través del contacto con el suelo, pastos, u hojas de la planta de algodón. El color también puede ser afectado por niveles excesivos

de humedad y temperatura mientras el algodón está siendo almacenado, antes y después del desmote.

A medida que el color del algodón se deteriora debido a condiciones ambientales, aumenta la probabilidad de reducir la eficiencia del proceso. El deterioro del color también afecta la capacidad de las fibras para absorber y retener tinturas y acabados.

## Impureza

La impureza es una medida de la cantidad de otros materiales que no sean fibra en el algodón, tales como hoja y corteza provenientes de la planta de algodón. La superficie de la muestra de

algodón es explorada por una videocámara y el porcentaje de la superficie del área ocupada por partículas de impurezas es calculada. Aunque la de-

terminación de impurezas y el grado de hoja del clasificador no son lo mismo, existe una correlación entre ambos como se muestra en la siguiente tabla.

RELACIÓN DE MEDICIONES DE IMPUREZA CON GRADO DE HOJA DEL CLASIFICADOR	
Medición de impureza (Promedio 4 años) (% área)	Grado de hoja del clasificador
0,12	1
0,20	2
0,33	3
0,50	4
0,68	5
0,92	6
1,21	7

## B. DETERMINACIONES DEL CLASIFICADOR

A pesar de que el USDA provee mediciones de color e impureza por instrumentos, el método tradicional del clasificador para la determinación del color, hoja y materias extrañas, se mantiene útil para la industria del algodón y continúa siendo incluido como parte de la clasificación oficial del USDA.

### Grado de Color

Hay 25 grados de color oficiales para algodón Upland Americano, más cinco categorías debajo de grado de color, como se muestra en la tabla siguiente. El USDA mantiene los estándares físicos para 15 de los grados de color. Los otros son estándares descriptivos.

GRADOS DE COLOR DEL ALGODÓN UPLAND VIGENTE 1993					
	BLANCO	MANCHADO LIGERO	MANCHADO	TEÑIDO	TEÑIDO AMARILLO
Good Middling	11 *	12	13	-	-
Strict Middling	21 *	22	23 *	24	25
Middling	31 *	32	33 *	34 *	35
Strict Low Middling	41 *	42	43 *	44 *	-
Low Middling	51 *	52	53 *	54 *	-
StrictGood Ordinary	61 *	62	63 *	-	-
Good Ordinary	71 *	-	-	-	-
Below Grade	81	82	83	84	85

(\*) estándares físicos. Todos los otros son descriptivos

## Grado de Hoja

El grado de hoja del clasificador es una estimación visual de la cantidad de partículas de hoja de la planta en el algodón. Hay siete grados de hoja, designados como grado de hoja «1» hasta «7», y todos están representados por estándares físicos. Además, hay una designación «debajo de grado» que es descriptiva.

El contenido de hoja es afectado por la variedad de algodón, métodos de cosecha y condiciones de cosecha. La cantidad de hojas remanente en la fibra después del desmote depende de la cantidad presente en el algodón previo al desmote y del tipo y cantidad de equipo de limpieza y secado que se use. Aún con los métodos más cuidadosos de cosecha y desmote, una pequeña cantidad de hojas queda en la fibra de algodón.

Desde el punto de vista manufacturero, todo el contenido de hoja es desperdicio, y hay un factor de costo asociado con su extracción. También, partículas pequeñas no pueden siempre ser exitosamente extraídas y esas partículas pueden disminuir la calidad de la tela terminada.

## Preparación

La preparación es un término usado para describir el grado de suavidad o aspereza con los que es desmotada la fibra. Distintos métodos de cosecha, manejo y desmote del algodón, producen diferencias en aspereza o suavidad de la preparación que algunas veces son muy aparentes.

## Materias Extrañas

Las materias extrañas son cualquier sustancia en el algodón que no sea fibra u hoja. Ejemplos de materias extrañas son corteza, pasto, retorcido de púas, fragmentos de tegumento de semilla, polvo, y aceite. El tipo de materias extrañas y una indicación de la cantidad (liviana o pesada), son señaladas por el clasificador en el documento de clasificación.

## II. CONTROL DE CALIDAD

### Especificaciones del Comportamiento del Equipo

Las especificaciones del comportamiento mínimo del equipo de clasificación incluyen las siguientes tolerancias máximas permisibles para seguridad y precisión.

PROPIEDAD DE FIBRA	SEGURIDAD	PRECISIÓN
	(+/-)	(+/-)
Longitud (pulg.)	0,018	0,012
Uniformidad (por ciento)	1,200	0,800
Resistencia (g/tex)	1,500	1,000
Micronaire (unidades)	0,150	0,100
Color (Rd) (unidades)	1,000	0,700
Color (+b) (unidades)	0,500	0,300
Impureza (% de área)	0,100	0,040

El término «seguridad» se refiere a cómo mide un instrumento una determinada propiedad con relación a su verdadero valor. El término «precisión» se refiere a la capacidad de un instrumento para producir el mismo resultado de medición en todo momento.

### Acondicionamiento del Laboratorio

Las condiciones atmosféricas influyen en las mediciones de las propiedades de la fibra de algodón. Por lo tanto, la temperatura y humedad del laboratorio de clasificación deben ser firmemente controladas. La temperatura es mantenida a 70° F (21°C), más o menos 1°, y la humedad relativa es mantenida a 65 %, más o menos 2 %.

### Acondicionamiento de la Muestra

Las muestras son acondicionadas para llevar el contenido de humedad a equilibrio con las condiciones atmosféricas aprobadas. Las muestras acondicionadas deben tener un contenido de humedad entre 6,75% y 8,25% (base peso seco). Las muestras son colocadas en capas individuales en bandejas que tienen las bases perforadas para permitir

la libre circulación del aire. Las muestras deben ser expuestas a la atmósfera aprobada hasta que sea alcanzado el nivel de humedad especificado, que puede ser de 24 horas, siendo recomendable ejecutar el proceso por 48 horas.

El contenido de humedad de las muestras acondicionadas es controlado para verificar que el contenido de humedad apropiado ha sido alcanzado. El contenido de humedad de las muestras a ser probadas no debería variar en más de 1% del contenido de humedad de los algodones de calibración.

### Calibración de Instrumentos

Los instrumentos son calibrados para longitud, uniformidad de la longitud, Micronaire y resistencia, usando algodones de calibración. Para calibrar mediciones de color e impureza se usan azulejos. Además de la calibración, las muestras de valores conocidos son probadas en cada instrumento varias veces en cada turno de ocho horas. Si el valor de prueba se desvía del valor conocido más que los límites de tolerancia especificados, se toman acciones correctivas. Las tolerancias de calibración son:

TOLERANCIA PARA FACTORES DE CALIDAD	
	(+/-)
Micronaire (unidades)	0,100
Color Rd (unidades)	0,400
Color +b (unidades)	0,400
Impureza (% de área)	0,050
Longitud (pulgadas)	0,007
Uniformidad (%)	0,700
Resistencia (gramos/tex)	0,500