

BAC

MODULO DIGITAL



El documento fuente se encuentra en
La Biblioteca Agropecuaria de Colombia

ELEMENTOS BIBLIOGRAFICOS

AUTOR (ES): Barrero de Lozano, B.E.

TITULO: La melaza y la pegajosidad en el algodónero

LUGAR DE PUBLICACION: Santafé de Bogotá (Colombia)

EDITORIAL: Instituto Colombiano Agropecuario

AÑO DE PUBLICACION: 1991

PAGINAS: 62 p.

SUBGERENCIA DE INVESTIGACION

División Producción de Cultivos
Sección Industriales Especiales

18 OCT. 1981

Laboratorio Tecnológico de fibras

LA MELAZA Y LA PEGAJOSIDAD EN EL ALGODONERO



15693

1000

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO-ICA
SUBGERENCIA DE INVESTIGACION
DIVISION PRODUCCION DE CULTIVOS
SECCION INDUSTRIALES ESPECIALES
LABORATORIO TECNOLOGICO DE FIBRAS

ANALIZADO

LA MELAZA Y LA PEGAJOSIDAD
EN EL ALGODONERO

Por
Blanca Elena Barrero de Lozano

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
INSTITUTO COLOMBIANO
DE AGROPECUARIA

Santafé de Bogotá, D.C. - Agosto de 1991

PROLOGO

La **presencia de sustancias pegajosas en la fibra de algodón es un problema serio en la industria algodonera mundial. Si bien no es nuevo y desde 1950 se encuentran referencias de investigaciones tendientes a detectar la pegajosidad causada por el llamado "rocío de miel", que se encuentra tanto en las secreciones de ciertas plagas como en la misma planta, hoy se considera un fenómeno mucho más perturbador que antes.**

En primer lugar, la mosca blanca y los áfidos, dos insectos que por sus secreciones causan pegajosidad, se han presentado en los últimos años con mayor intensidad en todas las regiones algodoneras del mundo, sin que hasta el presente se encuentren productos verdaderamente eficaces para su control. En segundo lugar, las nuevas tecnologías en el procesamiento de la fibra, la automatización, las mayores velocidades en la hilatura, las mezclas de fibras finas, el uso del rotor, han incrementado la sensibilidad de la industria textil a la pegajosidad.

Blanca E. Barrero de Lozano, exponente sobresaliente de ese grupo de técnicos agrícolas que trabajan en el I.C.A. en forma silenciosa con escaso apoyo oficial y privado, ha realizado una excelente investigación sobre el tema. Su monografía, "LA MELAZA Y LA PEGAJOSIDAD EN EL ALGODONERO", describe un método sencillo, de fácil aplicación, para detectar el contenido de azúcares reductibles en las pacas de algodón.

La pegajosidad, en el Sudán y en otros países del medio oriente, es una verdadera calamidad; en Arizona, en California, y en muchos estados americanos, la mosca blanca se ha convertido, en los últimos años, en la principal plaga del algodonero; en Colombia y en otros países de América Latina y del Africa, la presencia de melaza en la fibra se ha intensificado en el último lustro; igual fenómeno ocurre en la India y en Pakistán. De allí que en la pasada reunión del Comité Internacional del Algodón de Montpellier, Francia, en septiembre de 1990, la pegajosidad fue el tema central de la conferencia.

La discusión hoy no se centra tanto en la existencia de melaza y sus efectos perturbadores, sino en su control y en el manejo en el proceso textil. Son dos las causas: los azúcares reductibles contenidos en los exudados de la savia de la planta y las secreciones de ciertas plagas, especialmente los áfidos y la mosca blanca.

El Dr. Henry H. Perkins, químico investigador del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, en el centro de experimentación de Clemson, sostiene que los azúcares de la planta, por lo general "causan más problemas sutiles, tales como acumulación de residuos de linters y nudillos. Este tipo de pegajosidad puede causar más deficiencias en la calidad que la pegajosidad derivada de la melaza, porque los residuos de "linter" que se acumulan sobre los "rodillos" y otras partes de la maquinaria textil se rompen y entran en el proceso generando imperfecciones en la hilara. Este tipo de pegajosidad ha sido frecuente en los sistemas "open end" en los últimos años.

En estos casos, cuando el problema de la pegajosidad se origina en la misma planta textil, las opciones no son muchas, y apenas ahora se están iniciando investigaciones al respecto. desde los más diversos ángulos.

Cuando la causa es la presencia de mosca blanca y de áfidos, las opciones agronómicas tampoco son muchas en la actualidad. Una vez detectado el problema en el campo, al momento de la recolección, se recomienda la defoliación. En Israel, por ejemplo, se han hecho experimentos defoliando y aplicando dos pulgadas de agua con surtidores gigantes.

Como lo sugiere la Dra. Blanca Borrero, las soluciones deben indagarse particularmente después del desmote, en el almacenamiento y en el procesamiento industrial.

El Dr. Perkins en una intervención en el foro "BELTWIDE COTTON CONFERENCES", reunida en San Antonio, Texas, a comienzos del año, explicó el uso de lavados de la fibra y otros métodos que se están experimentando en todo el mundo. Llamó especialmente la atención el uso de bacterias y de condiciones ambientales que descomponen los azúcares que hoy se están utilizando por más de cien hilanderías en la India,

La alternativa más frecuente y práctica, ha sido la de mezclas de fibras con bajo contenido de melaza. Aquí radica la importancia del trabajo de la Dra. Barrero: determinar un método que especifique el contenido de melaza y que le permita al textilero programar las mezclas que faciliten el procesamiento industrial.

Como la Dra. Barrero explica, ningún método es perfecto en la actualidad. Todos tienen sus ventajas y sus desventajas. Es más, el contenido de azúcar no es un indicador perfecto de la pegajosidad. De todas maneras su determinación es de una gran ayuda en el proceso textil.

En el mundo algodonero los cultivadores han sido renuentes a aceptar este factor como causa de castigo en los precios de la fibra. La dificultad en distinguir los azúcares derivados de la misma planta y los de las plagas tiene mucho que ver con esta actitud.

Lo único cierto es que la pegajosidad existe y que todavía se requiere mucha investigación.

Por último, no nos cabe sino el reconocimiento a la Dra. Blanca Barrero de Lozano por su contribución al desarrollo de la industria algodonera.



GUSTAVO CASTRO GUERRERO
Confederación Colombiana de Algodón
Presidente Ejecutivo

PRESENTACION

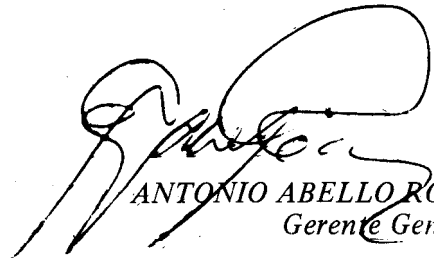
La contaminación de la fibra de algodón por “pegajosidad”, debida al azúcar del algodón, constituye uno de los principales problemas de calidad, que afectan su proceso industrial.

Esta publicación contribuye a establecer las causas que originan la “pegajosidad” en la fibra y los métodos disponibles para su evaluación.

También se refiere a los sistemas que se utilizan para disminuir los efectos nocivos que ella produce durante todas las etapas de la producción del hilado: Cardas manuales, mecheras e hilaturas tanto de anillo como de rotor.

El problema es de tal magnitud que el “Comité Consultivo Internacional del Algodón”, lo ha seleccionado como tema de discusión en las dos últimas reuniones plenarias.

La Federación Nacional de Algodoneros, consciente de la importancia del tema, ha contribuido a la publicación de esta obra, que será de gran ayuda para todas las personas e instituciones vinculadas al algodón en todo su proceso productivo.



ANTONIO ABELLO ROCA
Gerente General

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

1. INTRODUCCION

En Colombia el cultivo del algodón constituyó uno de los renglones agrícolas de mayor importancia económica.

Como productor de fibra no solamente abastece el consumo interno, sino que deja excedentes exportables de consideración.

Problemas ocurren frecuentemente en la industria textil algodónera cuando el algodón en rama es contaminado con sustancias pegajosas. La pegajosidad debida al azúcar del algodón es causa de serias preocupaciones en todo el mundo, el cual ha aumentado, principalmente a causa de la difusión de la mosca blanca en más zonas de cultivo del algodón. El azúcar del algodón está considerado como un grave problema para la calidad de la industria textil, causante de importantes inconvenientes en todas las etapas de la producción del hilado: Cardas, manuales, mecheras e hilaturas tanto de anillo como de rotor, por el incremento de las velocidades y de los nuevos sistemas de procesado, debiéndose tener en cuenta que una sola paca de algodón contaminada con azúcar puede ser causa del mayor colapso de la producción.

La pegajosidad puede ser debida a la cera excesiva del algodón o a los químicos aplicados durante el crecimiento cosecha y desmotado.

Sin embargo, la causa más importante es la de un material referido frecuentemente con el nombre "Honeydew" o "rocío de miel". Esta sustancia incluye una gran proporción de azúcares reductibles y está contenida en los exudados de la savia de la planta y más importantemente en las secreciones de los insectos plagas; tales como los "Aphidos" y la mosca blanca. Problemas de procesamiento son encontrados en la mayoría de las veces con algodón contenido un exceso del 0.3% de azúcar reductible. El almacenaje de algodón pegajoso a una alta humedad relativa por varios meses después de la cosecha, para permitir que las bacterias se presenten en las fibras para descomponer los azúcares ha sido sugerido como una solución al problema. Otras recomendaciones son las de suavizar pequeñas cantidades de algodón pegajoso con algodón no pegajoso; y por la naturaleza higroscópica del Honeydew o rocío de miel para bajar la humedad relativa y aumentar la temperatura durante el procesamiento. La detección temprana y medidas del Honeydew o rocío de miel es por consiguiente claramente ventajosa ya que proveen de medidas preventivas para tomarse antes de que ocurran problemas en la fábrica textil.

Esta investigación describe un método el cual es ideal para la prueba rutinaria de muestras de pacas, por operadores con poco entrenamiento usando

aparatos simples. Un estimativo semicuantitativo del contenido de azúcar reductibles puede ser obtenido aún para los algodones manchados.

El objeto fundamental de este trabajo es lograr cierta información respecto al problema general de la pegajosidad de los algodones, investigando las causas de la misma, la forma de detectar los algodones causantes de las complicaciones y la obtención de unas conclusiones orientadoras sobre la forma de actuar con estas fibras.

II. REVISION DE LITERATURA

1. Definición del Problema

Para solucionar el problema de la pegajosidad del algodón es indispensable realizar una definición crítica de las causas principales.

1.1. Constituyentes no celulósicos

La fibra de algodón madura está compuesta de aproximadamente un 93-95% de celulosa en base de peso seco. Una representación típica de la cantidad de los componentes naturales no celulósicos incluidos en la fibra de algodón madura es como sigue:

Constituyentes no celulósicos	Porcentaje*
Proteínas (Nitrógeno X 6.25)	1.3
Sustancias Pépticas	0.9
Cenizas	1.2
Ceras	0.6
Acidos orgánicos	0.8
<u>Azúcares</u>	0.3
Otras sustancias varias	0.9
‡	
En seco	

Aparte de estos materiales siempre presentes en el algodón, de vez en cuando, aparecen otros productos no celulósicos como resultado de contaminación. Esta contaminación puede proceder de orígenes naturales, tales como insectos, el ataque microbiológico o, como ya señalamos por introducción deliberada o accidental de agentes sintéticos en la fibra. Con frecuencia se encuentran residuos de pulverizaciones de productos químicos aplicados como coadyuvantes del cultivo, la cosecha o bien aditivos para el desmote. También es frecuente, y esto representa una seria contaminación, la presencia de hidrocarburos a causa del mal uso de aceites y lubricantes.

1.2. Orígenes y Variaciones

Los componentes no celulósicos normales son productos formados como resultado del proceso normal de crecimiento de la planta. La variación en las cantidades relativas de estos productos depende de factores tales como la variedad o especie de fibra, clima y ambiente, tipos de suelo, envejecimiento

de las fibras, método y tiempo de cosecha, actividad microbiológica y otros. Algunos investigadores han demostrado que la porción principal de los constituyentes no celulósicos de la fibra de algodón están presentes en la pared primaria de la fibra o muy cerca de ella. Por consiguiente, los algodones que tienen una relación alta de área superficial por unidad de peso, tienden a poseer un mayor contenido no celulósico.

En términos generales hay dos clases de algodones que se adaptan a esta condición: a) las variedades genéticamente finas que bajo condiciones normales de crecimiento tienen diámetro o perímetro de la fibra pequeño, y b) aquellos que por alguna razón no maduran adecuadamente. Las variedades genéticamente finas pueden ser clasificadas, como aquellas que bajo buenas condiciones de crecimiento y cosecha tienen valores micronaire no superiores a 4.0. Por definición, fibras maduras son aquellas que cuando se hinchan por efecto de una impregnación de hidróxido de sodio al 18% combinan espesores de pared mayores que los espesores de lumen.

En condiciones normales, la fibra de algodón crece hasta alcanzar casi toda su longitud a manera de un tubo hueco, y antes de formarse la pared secundaria de celulosa. Una vez que la fibra ha alcanzado toda su longitud, la celulosa se va depositando diariamente sobre esta pared interior hasta que en el caso ya de una fibra madura, el tubo aparece prácticamente lleno. La inmadurez se presenta cuando intervienen factores que interrumpen o detienen el desarrollo de la fibra. Estos factores pueden ser: a) Período de crecimiento breve, debido a muchas causas. b) Bajas temperaturas nocturnas, c) Métodos y épocas de cosechado. La deposición de celulosa se ve notablemente reducida o interrumpida cuando la temperatura baja de 21 grados centígrados. Por tanto se pueden producir algodones inmaduros en una época caracterizada por muchas noches frías, aunque la época de crecimiento sea suficientemente larga para que los algodones hubieran madurado del todo.

La celulosa depositada durante la noche parece diferir en densidad de la que se deposita durante el día. Esta es la causa de los anillos de crecimiento que pueden observarse en una sección de fibras hinchadas. La falta de humedad y ciertas enfermedades retrasan también el desarrollo de la pared secundaria de celulosa.

Los métodos y la época de cosecha tienen efectos pronunciados sobre la madurez final del algodón recolectado. La recolección manual y por huso durante las primeras o medianas semanas de la cosecha originan la máxima madurez posible puesto que solamente se cosechan los copos relativamente bien abiertos y maduros. La recolección de finales de temporada sobre campos parcialmente ya recolectados, producen algodones de menor madurez puesto que las cápsulas últimamente desarrolladas, hacia la parte superior de la planta, con frecuencia no llegan a madurar del todo debido al tiempo limitado de crecimiento. Cuando la cosecha se recoge de una sola vez se obtienen algodones de madurez intermedia por combinación de algodones con fibras completamente maduras y otras en menor grado de desarrollo.

La relación normal entre el elevado contenido no celulósico y la baja madurez de tipos genéticamente finos a veces se altera por el clima, el envejecimiento y la actividad microbiológica. Si el algodón recibe una cantidad significativa de lluvias o permanece a la intemperie cierto tiempo una vez que se han abierto las cápsulas, antes de la cosecha, una gran parte de los componentes de los **celulósicos** solubles en agua, tales como azúcares, resultarían eliminados de las fibras y, por tanto se reduce el contenido no celulósico. La actividad microbiológica puede alterar el contenido no celulósico tanto cualitativa como cuantitativamente, puesto que los microorganismos consumen los diferentes productos no **celulósicos** de manera distinta. La actividad microbiológica es mayor en las siguientes condiciones: 1) crecimiento exuberante de la planta. 2) envejecimiento en el campo de cultivo durante ciertos períodos de tiempo y 3) almacenamiento de los algodones desmotados en zonas expuestas a la humedad.

Actualmente en los Estados Unidos, la contaminación de los algodones d'ebido a los insectos resulta mínima comparada con el pasado, a causa del empleo controlado de insecticidas. En cambio, los algodones de otros países suelen encontrarse muy contaminados con "ligamaza" o con azúcares como resultado de haber sido infectados por aphidos o mosca blanca.

Los contaminantes generalmente encontrados en los algodones estadounidenses se deben a insecticidas, defoliantes, desecantes, aditivos de desmote y lubricantes. El mal uso de los aditivos químicos por parte de los desmotadores pueden provocar una seria contaminación de algodón. Otra forma muy frecuente de contaminación se debe a los lubricantes procedentes de las máquinas recolectoras a causa de una falta de cuidado en el funcionamiento y conservación de las mismas.

1.3. Problemas en el Procesamiento y en la Calidad

Tales problemas causados por irregularidades en el contenido no celulósico del algodón, se pueden clasificar en varias categorías:

- a. Pegajosidad general de la fibra que causa acumulaciones sobre los rodillos y otras piezas de las máquinas.
- b. Pegajosidad principalmente en los rodillos aplastadores de la carda y en la mechera y continua.
- c. Revestimiento y acumulación de borra sobre los rodillos, principalmente en hilatura.
- d. Arrollamiento en la mechera y continua.
- e. Dificultades generales.

El origen de estos problemas es variado. La pegajosidad general durante el proceso está relacionada con los elevados niveles de productos no celulósicos naturales o gran contenido de azúcar o con importantes contaminaciones debidas a lubricantes.

La pegajosidad apreciada principalmente en los rodillos aplastadores de la carda se deben con frecuencia a semillas rotas y fragmentos de las mismas. Cuando se pasa la fina napa de fibra a través de los rodillos aplastadores, estas partículas de semillas se aplastan y el aceite de algodón exprimido impregna inmediatamente los rodillos aplastadores y arrastra un mechón de fibras de algodón arrancándolo del velo de carda. De esta forma este mechón será recogido por la cuchilla raspadora, o bien se plegará sobre el velo y entrará pasando a la cinta de carda y formando una irregularidad en tramo grueso.

Los pequeños manojos del tamaño de una cabeza de alfiler formados por fibras inmaduras son otra fuente de problemas en los rodillos aplastadores de las cardas. Estos manojos cuando se observan al microscopio, aparecen como una masa entrelazada de finas fibras. Poseen un elevado contenido de azúcar. La masa de fibras se pegará a los rodillos aplastadores y empujará un mechón de fibras desde el velo, de igual forma que los fragmentos de semillas. Cuando se acumulan suficientes fibras sobre la cuchilla sucede que estas fibras se ven arrastradas por el velo y provocan una ruptura.

Los fragmentos aceitosos de semillas se encuentran principalmente en las variedades de algodón Acala y Pima procedentes del Suroeste de los Estados Unidos y particularmente en algodones desmotados con rodillos. Estos fragmentos aceitosos se enganchan fuertemente durante la apertura, batanado y cardado y aún se mantienen presentes en la napa de fibras que llega a los rodillos aplastadores. El elevado contenido de cáscara de semilla de por sí no resulta un problema ya que estas partículas conteniendo muy poca molla o aceite de la semilla se verán eliminadas antes de que la fibra llegue a los rodillos aplastadores.

Los haces de fibras inmaduras proceden principalmente de algodones con bajo índice micronaire, pero pueden estar presentes en algodones de valores micronaire muy reducido (2.5 - 3.0) puede resultar caro ya que en muchos casos estas pocas pacas mezcladas serán suficientes para causar un sinnúmero de problemas en los rodillos aplastadores.

La fijación de los pequeños haces de fibras sobre el rodillo superior de la mechera y continua se debe al resultado de haces de fibras inmaduras en el algodón. En este caso el problema mayor es de limpieza a causa de que los hilos rotos pueden llegara enrollarse y se acumulan muchas de estas partículas. La limpieza es difícil puesto que estas partículas se adhieren en forma muy fuerte a los rodillos.

El revestimiento de los rodillos con unos residuos blandos de aceite y la carga de fibras en la carda son generalmente signos de contaminación con lubricantes hidrocarbonados. Los enrollamientos de fibras en la continua suceden frecuentemente como resultados de esta contaminación.

Los problemas de tipo general en el proceso debido a la pegajosidad y otro comportamiento anormal pueden estar relacionados con los algodones

de nueva cosecha especialmente aquellos que proceden del distrito 6 de los Estados Unidos. Con mucha frecuencia ocurren problemas con estos algodones durante seis meses después de la cosecha y luego desaparecen. No se sabe exactamente que ocurre, pero quizá los haces de fibras inmaduras de hoja verde se seque al cabo de un período de tiempo. Pueden ocurrir ciertos cambios químicos tales como oxidaciones en los productos no celulósicos y reducirse por ello la pegajosidad.

Los algodones de bajo índice micronaire son más difíciles de procesar que los otros debido al elevado nivel general de productos no celulósicos y en muchos casos a fibras inmaduras. Las fibras finas tienden también a seguir el contorno de los rodillos y formar arrollamientos. La apariencia de los hilos es peor con los algodones más finos.

También pueden ocurrir importantes problemas en la tintura puesto que las fibras inmaduras absorben una menor intensidad de color que las fibras maduras. Los neps o botones y las fibras inmaduras nunca se entremezclan en el proceso de manufacturado del hilo y con frecuencia quedan casi totalmente blancos tras la tintura. Esto da al tejido un aspecto picado e irregular. Los colorantes tienen mala afinidad por estas fibras de pared fina debido a que pueden difundirse por las fibras muy rápidamente ya que hay poca cantidad de celulosa en la pared secundaria para retener la molécula colorante.

1.4. Detección y Ensayos

El examen visual de las muestras de las pacas es la primera etapa para examinar un algodón en cuanto a su potencial de problemas de este género. Si se observan manchas sucias, zonas húmedas verdosas o cierta cantidad de fragmentos y cascarillas de semillas, entonces pueden tenerse problemas en el proceso.

Sobre los algodones se realizan análisis cuantitativos de tipo general y en forma rutinaria con diversos objetivos.

1.4.1. Contenido de Ceras

La cera es un componente importante de los productos no celulósicos presentes en el algodón. La cera lubrica la fibra y sin ella el algodón resultaría muy difícil de elaborar para convertirlo en hilo, cuando se elimina la cera o se reduce su cantidad antes de la hilatura, es necesario añadir cierto aceite o ensimaje a la fibra para que se pueda procesar.

La mayor proporción de cera se encuentra en la superficie de la fibra. Por lo tanto, el contenido de cera en el algodón varía directamente con la finura de la fibra definida según el valor micronaire, de tal manera que cuanto más fina es la fibra mayor será el contenido de cera. Esta configuración puede alterarse notablemente por envejecimiento o ataque microbiológico del algodón. Marsh y sus colaboradores demostraron que un grupo de algodones no envejecidos ofrecían un coeficiente de correlación de -0.94 cuando se

relacionaba el contenido de cera con los valores micronaire, lo cual implica que el 88% de la variación en el contenido de cera estaba relacionada con las variaciones en las lecturas de micronaire.

El contenido de cera es frecuentemente muy importante para proveer la calidad del algodón en su hilatura. Si el contenido de cera es anormalmente elevado, hay buenas probabilidades de que exista cierto tipo de contaminación y que se produzcan apelmamientos de fibras. Cuando el contenido de ceras de toda una serie de muestras es generalmente elevado, pueden producirse acumulaciones de fibras en los rodillos. La textura de la cera es un indicador importante sobre la posibilidad de que en algodón cause problemas por pegajosidad. El contenido normal de cera junto con los productos extractables con alcohol y el contenido de azúcar de ciertos tipos de algodones diferentes, se presentan en la Tabla 1.

1.4.2. Productos del Extracto Alcohólico

Los productos del extracto alcohólico son aquellos materiales eliminados de la fibra del algodón mediante una extracción en alcohol etílico del 95% en instalación Soxhlet durante seis horas. El alcohol elimina cantidades significativas y ofrece resultados útiles. Una elevada cifra de productos en el extracto alcohólico indica que puede producirse una pegajosidad de las fibras y acumulación de depósitos.

Tabla 1. Cantidades normales de productos no celulósicos encontrados en varios tipos de algodón

Algodón	Contenido de cera %	Extractables con alcohol %	Contenido de Azúcar %
Pima (A-E)	0.4 - 0.8	1.2 - 2.0	0.1 - 0.3
Acala 442 (SJ- 1)	0.5 - 0.8	2.0 - 2.7	0.2 - 0.4
Acala 1517	0.5 - 0.8	1.7 - 2.7	0.2 - 0.4
Memphis	0.4 - 0.7	0.8 - 2.2	0.0 - 0.3
Ecastern	0.4 - 0.7	1.0 - 2.2	0.0 - 0.3

1.4.3. Sustancias Reductoras (Azúcares)

La cantidad de sustancias reductoras presentes en la fibra de algodón se determina mediante comparación de la capacidad reductora del extracto en agua caliente del algodón con el de la sustancia normal reductora: glucosa.

Los análisis químicos de estos extractos indican la presencia, entre otros, de varios azúcares tales como glucosa, sacarosa, melecitosa, etc.

La cantidad de tales sustancias puede variar considerablemente de un algodón de determinada procedencia a otro de procedencia distinta; algunos tienen porcentaje relativamente elevado de tales azúcares hasta 500 a 600 mg por 100 g de fibras, mientras que otros muestran sólo indicios.

La glucosa y la fructuosa pertenecen a la categoría de “azúcares reductibles”, los cuales pueden ser detectados y cuantificados mediante el sencillo análisis utilizado por los laboratorios farmacéuticos para medir la glucosa en la orina.

Esta técnica de medición de “azúcares reductibles” por una cocción de fibras en agua caliente ha sido ampliamente adoptado y llevada a cabo por varios métodos diferentes. Piensan muchos que por encima de un cierto porcentaje de azúcares reductibles, por 100 g de fibra, puede esperarse que habrá un riesgo importante de pegajosidad. Se conoce por uno de los siguientes:

- Test de Fehling – Massat
- Test de Benedict
- Test de Folin
- Método Perkins (Ferrocianuro de Potasio)
- Método Clinitest

Es un método extremadamente simple y da resultados exactos y reproducibles. El carácter de este método reside en la sencillez del procedimiento de extracción mediante el empleo de una centrífuga.

El contenido de azúcar reductora calculado para un algodón determinado depende hasta cierto punto de la fortaleza del agente oxidante; cuanto más fuerte sea el agente oxidante mayor el contenido de azúcar.

En determinaciones de azúcar utilizando el ferrocianuro de potasio como agente oxidante, reacciona más vigorosamente que el sulfato de cobre y, por tanto, da valores más altos del contenido de azúcar desde aproximadamente 0.05 % a más de 1%.

La siguiente tabla compara los resultados entre el método de ferrocianuro de potasio y el método clinitest.

Tabla 2. Comparación de los resultados entre el método del Ferrocianuro de Potasio y el método “Clinitest” para la determinación de azúcares reductibles en el algodón

Muestra	Contenido de Azúcar	
	Método Ferrocianuro de Potasio %	Método Clinitest %
32	0.83	0.50
17	0.61	
34	0.53	0.05
40	0.43	0.25
22	0.29	Negativo
48	0.26	Negativo
42	0.21	Negativo
24	0.15	Negativo
38	0.11	Negativo
No descifrado		

Perkins, dice que el problema de la pegajosidad del algodón está diseminado a través de las áreas donde se produce algodón. Los objetivos originales del Comité Internacional del Algodón fueron identificar o desarrollar métodos de evaluación de azúcar y de Honeydew útiles para el proceso del algodón y métodos que puedan ser utilizados en el mercadeo del algodón.

En los últimos 6 años una amplia revisión de literatura, encuestas en las fábricas textiles y test internacionales han sido trabajados para reunir hechos de los métodos de ensayo y los problemas generales de contaminación de Honeydew .

Los hallazgos generales son:

1. Que los métodos disponibles reductores de azúcar son buenos y son útiles para identificar algodones de moderado a altamente contaminantes, teniendo contenidos de azúcar reductor sobre 0.5 %. Es necesario trabajar para desarrollar un método rápido con el fin de evaluar estos azúcares para uso potencial en el sistema de mercado del algodón.
2. El procedimiento de la minicarda y posiblemente otras pruebas físicas identifican satisfactoriamente la contaminación al azar del Honeydew, asociada con aphidos o moscas blancas que no son siempre detectadas por los métodos de azúcar reductora.

Los miembros del grupo de trabajo de Honeydew y otros investigadores han estado muy activos en los últimos dos años como se han evidenciado, por las numerosas publicaciones que describen ambos métodos de ensayo y procedimiento para ayudar en el proceso de los algodones contaminados con Honeydew.

Varios de los métodos del proceso incluyen la destrucción de los azúcares por levaduras o microorganismos. Otros métodos incluyen el lavado del algodón para remover la contaminación o el uso de un aditivo aceitoso para prevenir la adhesión del algodón en los rodillos y otras partes de la máquina.

Los objetivos desde 1984 son:

1. Suplir con algodones pegajosos a los miembros del Comité con Proyectos activos, y
2. Estandarizar condiciones de prueba para el procedimiento del ensayo de la minicarda. Una cantidad limitada de algodones pegajosos se suministró a varios laboratorios y se establecieron las condiciones atmosféricas, tamaño de la muestra y velocidad de la prueba para el test de la minicarda.

Elsner trabajó, en un método de azúcar y Honeydew basado en el caféado (cambio de color o amorenamiento del algodón) durante el calentamiento. El incremento del amarillamiento o amorenamiento del algodón durante el calentamiento puede ser causado por las reacciones de caramelización o por las reacciones de Maillard, que es la reacción entre azúcares y aminoácidos y proteínas. Concluyó que la reacción de Maillard es la reacción

dominante. Cree que la reacción de calor es potencialmente muy útil porque las manchas de alta concentración de azúcar son visibles y el método tiene el potencial de automatizarse por el uso de un conductor para transportar el algodón hacia una zona de calentamiento. El grado o distribución del amorenamiento se puede evaluar ya sea mediante observación o con un colorímetro. En respuesta a esta pregunta se enfatizó que la madurez del algodón no alteraba significativamente los resultados de la prueba. Las melanoidinas (productos de la reacción Maillard) son en su mayoría solubles en agua y el método sugerido hace dos años por el Doctor S.M. Milnera, para medir el color del agua extraída del algodón calentado, podría ser empleado como una medida del contenido de azúcar. Ellos han evaluado más de 400 muestras y han encontrado una buena correlación con el actual proceso de pegajosidad. Schenek dijo que ellos habían usado el método de calentamiento para evaluar muestras comerciales y en algunos casos el método funcionó pero en otros casos no. Considera que el método requiere mayor desarrollo y mejoramiento antes de que pueda ser aceptado como un método de prueba práctica. Elsner continuará su trabajo en este método interesante. Además reportó sobre el desarrollo continuado y la evaluación del método de la pegajosidad Shenker. Baryecheschel y Gad Alon son los investigadores primarios de este método de prueba. El test consiste de pasadas rápidas y repetidas de una bien abierta muestra de algodón de 60 gramos a través de una serie de rodillos (drafting) y observando la pegajosidad del algodón sobre los rodillos. Una muestra se puede procesar en cerca de 2 minutos. La correlación de los resultados con actual pegajosidad en las fábricas de hilatura comerciales ha sido buena.

Preston Sasser reportó que elevando la humedad relativa se podría hacer el método muy sensitivo aún para algodones marginalmente pegajosos. Curran dice que la técnica podría ser útil para establecer justamente que condiciones atmosféricas son las más conducentes a pegajosidad en el proceso textil de la fábrica.

Justin Gutknecht reportó sobre su investigación que incluye la influencia del contenido de agua y la temperatura del aire sobre la pegajosidad de la fibra cuando se mide con una minicarda. Encontraron una alta correlación positiva entre el contenido de agua (humedad absoluta) y la pegajosidad del algodón. La temperatura se encontró ligeramente correlacionada en forma negativa con la pegajosidad. La humedad relativa que es una combinación del contenido de agua y la temperatura, tiene un efecto directo sobre la pegajosidad y es la condición que puede ser fácilmente medida y controlada. En las pruebas de la minicarda, la humedad relativa no debe ser muy baja o aún con algodones relativamente pegajosos no ocurrirá pegajosidad y viceversa, la humedad relativa no debe estar por encima del 60% o aún los algodones relativamente no pegajosos presentarán una tendencia a pegarse. Ellos consideran que una humedad relativa de cerca del 55 % es la mejor para hacer las pruebas con minicarda.

Karel Meert sostuvo que han tenido experiencias bajo las actuales condiciones de las fábricas textiles, en que las fibras de algodón eran muy pegajosas bajo un grupo de condiciones y esencialmente no pegajosas bajo otras

condiciones. También aseguró que una humedad relativa irregular causada por boquillas de aspersión, causan a menudo dificultades en las condiciones de las fábricas. Bill Naarding concluyó que la humedad relativa era muy importante en el procesamiento de fibras de algodón pegajoso y también que las fibras finas y los hilos finos fueron más aptos para ser asociados con pegajosidad que las fibras gruesas e hilos gruesos.

Schenek reportó sobre algunas de sus investigaciones en relación con pruebas de melaza y pegajosidad con resultados de procesos comerciales. La prueba con minicarda fue el único ensayo que predijo exactamente la pegajosidad en los procesos comerciales. Su "Prueba de Melaza Bremen" basada sobre la determinación del contenido total de azúcares, usando 3,5 dihidroxitohena, y otros métodos que medían solamente los azúcares reducidos, no predijeron satisfactoriamente la pegajosidad en algunos casos. Estableció que probablemente entre el 85 y 90% de los problemas relacionados con pegajosidad de las fibras estaban relacionados con altos contenidos de azúcar asociados con infestaciones de aphidos y moscas blancas.

Reporte sobre la Prueba de la Minicarda

Se enviaron muestras a nueve laboratorios y cada uno de ellos hizo la prueba, (un laboratorio empleó un probador mecánico diferente de la minicarda). Los resultados de los ensayos se muestran en el apéndice. El ensayo fue exitoso en aquellas fibras de algodón cuyos rangos estaban en el orden correcto de pegajosidad de acuerdo con la mayor parte de los laboratorios. Las muestras B y E fueron muy pegajosas, las muestras A y D fueron ligeramente o moderadamente pegajosas y las muestras C no mostraron pegajosidad. Algunos participantes establecieron que las muestras B y E eran las más pegajosas que ellos habían probado. Los contenidos reducidos de azúcar de las cuatro pegajosas estuvieron todos por encima de 0.5%. Así la prueba del contenido de azúcares reducidos podría haber mostrado que estas fibras eran potencialmente pegajosas, pero no podrían haber dado la diferenciación más precisa que la prueba con minicarda había dado. Basándose en los resultados de esta prueba múltiple y de una conducida hace dos años, el procesamiento con 'la minicarda ha probado ser un método efectivo para determinar la pegajosidad de las fibras.

Massat discutió los resultados de algunas pruebas con minicarda que el IRCT había conducido en Africa. Ellos probaron algodones en el desmote y agruparon las fibras en cuatro categorías de pegajosidad:

- 0 — No pegajoso
- 1 — Ligeramente pegajoso
- 2 — Moderadamente pegajoso
- 3 — Altamente pegajoso

Se procesaron muestras (de 25 kilos) de cada una de las categorías de pegajosidad, procesadas en una fábrica de hilados y evaluadas por pegajosidad.

La correlación entre el grado de pegajosidad en minicarda y el grado de pegajosidad en el hilado fue muy buena. Las muestras correspondientes al grado 0 no mostraron pegajosidad. Las correspondientes al grado 1 mostraron ligera pegajosidad en los rollos aplastadores de la carda y tuvieron ligeras irregularidades en el enrollamiento. Las muestras correspondientes al grado 2 presentaron dificultad o imposibilidad en ser procesadas, a causa de severa pegajosidad en los rollos aplastadores de la carda y en el enrollamiento. Las muestras del grado 3 fueron virtualmente imposibles de procesar después de 1 minuto de cardado. Solamente 10 gramos de fibra fueron probados en la minicarda, ya que los resultados de ensayos repetidos estuvieron muy correlacionados con los resultados originales. Otto sostuvo que las pruebas estadísticas de las pacas podrían presentar exactamente el nivel de contaminación en toda el área. Massat aseguró que los algodones provenientes del mismo lote del cultivo o de la misma área o pueblo eran marcadamente similares en sus niveles de pegajosidad. Sin embargo, podrían existir diferencias en los niveles de pegajosidad existentes entre compradores o entre localidades, debido a que las prácticas de cosecha o los niveles de infestación de mosca blanca 'son diferentes.

Bragg enfatizó acerca de los procedimientos para limpiar la minicarda durante una serie de pruebas. Los rollos de entrega de la carda se limpian con agua después de cada muestra. Las partes planas y el cilindro se limpian después de cada 10 muestras o más a menudo si una muestra unta visiblemente las cardas. Es muy importante que los rollos de entrega permanezcan limpios.

En respuesta a un interrogante acerca de los efectos del almacenamiento de algodones contaminados con pegajosidad de melaza, Massat dice que han conducido un estudio sobre almacenamiento de algunos de los algodones que habían observado en el experimento anterior. Las muestras fueron nuevamente probadas después de 5 meses, de nuevo después de 12 meses de almacenamiento. Los grados de pegajosidad fueron los mismos después de ambos períodos de almacenamiento y sus niveles permanecieron como eran originalmente. Piensa él que el más alto grado de pegajosidad, asociado con melaza causada por mosca blanca no disminuye bajo condiciones de almacenamiento normal dentro del período de 1 año. Perkins estableció que en un experimento llevado a cabo en su laboratorio, muestras de fibras contaminadas por mosca blanca mostraron ligeramente pegajosidad después de ser almacenadas durante dos años. Sin embargo, otros algodones que eran pegajosos debido a sus altos contenidos de "azúcares naturales" fueron mucho menos pegajosos después de 4 meses de almacenamiento. Especialistas textiles han encontrado que si el algodón es removido de la paca y abierto a la circulación de aire libre o aún calentado ligeramente, la pegajosidad disminuirá significativamente después de permanecer así entre 1 a 7 días.

Gillham dice, ¿la práctica de cosechar un solo pase o el uso de químicos para acelerar o forzar la apertura de las cápsulas podrían tener un efecto sobre la pegajosidad? No existe información sobre esto ni se han hecho averiguaciones directas acerca de la pegajosidad en estas fibras de algodón. Esta es una situación que merece ser vigilada. Sin embargo, Harmon Ramey agrega

que las bajas temperaturas nocturnas previenen o retardan el desarrollo de la celulosa, que resulta en acumulación de azúcares en la planta; así, los algodones con baja maduración podrían presentar altos contenidos de azúcar. Esto es cierto en términos generales, pero muchas variedades de algodones con baja maduración no son pegajosos.

Babiker sugirió acerca de los métodos para evitar los riesgos de la pegajosidad.

Perkins mencionó que han sido usados varios aditivos para tratar los algodones con el fin de controlar la pegajosidad de sus fibras. Lavaduras, bacterias, y enzimas han sido usadas para destruir los azúcares agentes desecantes han sido empleados para dispersar las manchas de pegajosidad; materiales a base de aceite también se han usado para prevenir la adhesión de pacas contaminadas que pueden afectar las diversas partes de la maquinaria. Gillham dice que una organización de Thailandia ha desarrollado planes de trabajo para cultivos buscando lavar las fibras y remover la pegajosidad. También aseguró que en países donde se cosecha a mano y esta práctica es predominante la pegajosidad puede minimizarse si se siguen buenas prácticas agronómicas. Expresó particularmente, que las fibras de algodón pueden cosecharse en intervalos de 14 días, y a menudo esta práctica no se sigue. En estas condiciones el control de la mosca blanca es virtualmente imposible.

Otto estableció que no necesitaron tener necesariamente una correlación de 0.96 – 0.99 entre los resultados de los ensayos y la pegajosidad que se observa actualmente en las fábricas. Un indicador de la pegajosidad, es necesario obtenerlo, del cual algún factor pueda ser usado por la industria algodona para llevarlo al exportador de algodón o aún más lejos hasta los remotos parajes africanos donde se produce la fibra. La industria necesita algo parecido a un inhibidor de la melaza que pueda ser incluido en los contratos de venta de las fibras. Se preguntó cuán lejos estamos de obtener una medida práctica del contenido de melaza de una paca de algodón. Perkins afirmó que no hay método instrumental disponible que pueda ser usado en el sistema de mercadeo actual para obtener un contenido porcentual de azúcares de una paca de algodón, y probablemente se necesitan muchos años antes de que las pacas puedan ser mercadeadas sobre la base de su contenido de azúcares o en su pegajosidad relativa.

Cualquier método de prueba desarrollado para usarse en esa forma, deberá ser sometido a escrutinio, y tal vez, a la crítica de todos los segmentos de la industria. Curran dice que desde el punto de vista de hilatura, métodos de prueba satisfactorios son ya disponibles (prueba de la minicarda o el probador Shenkar), y que Israel realizó sus pruebas a nivel de cada lote de desmote. ¿Podríamos recomendar entonces el uso de la minicarda para la época presente? Bragg afirmó que para propósitos de mercadeo un método instrumental se hace necesario. Pruebas como las de la minicarda no son prácticas para mercadeo pero son valiosas para la industria textil o para experimentación del laboratorio.

Elsner dice que la correlación entre los resultados de la minicarda y los procesos textiles no siempre han sido buenos y él piensa que el probador

Shenkar puede mejorar, porque puede hacer más que una prueba con el fin de asegurar la detección de pegajosidad. Este probador puede ensayar cientos de muestras en un día y puede ser un buen candidato como probador de referencia.

Perkins afirmó que solamente había un probador Shenkar y antes de que recomendemos el método, sería conveniente llevar a cabo pruebas múltiples de laboratorio. También, ya que el probador Shenkar se basa en el principio de marcar sobre un cilindro (carda mecánica), no será muy efectiva la detección de pegajosidad asociada con cilindros aplastadores. La principal razón para el uso de la minicarda con el método físico de prueba en nuestros ensayos múltiples es la posibilidad de efectuar muchas pruebas en numerosas minicardas. No obstante, la investigación con el probador Shenkar y otros métodos físicos deberá continuar especialmente buscando la simplificación de los métodos. Schenek enfatizó que podríamos adoptar un método de referencia para la pegajosidad causada por melaza y recomendó la minicarda. Él piensa que deberíamos concentrar los esfuerzos en un método sencillo para prevenir investigaciones fragmentadas y repetidas. Entonces el comité aprobó adoptar el procedimiento de la minicarda como el método de referencia para obtener la pegajosidad de las fibras en relación con los procesos textiles. Jordán expresó en que los procedimientos para la preparación de la muestra y la estandarización de la técnica debe desarrollarse antes de que cualquier resultado significativo pueda obtenerse a largo plazo. Laurence Hunter, mencionó que podría necesitarse calibrar las fibras. Esto podría ser un problema porque la pegajosidad probablemente cambiará bajo condiciones de almacenamiento.

2. Ensayos para análisis químicos de pegajosidad en fibras y contenido de Melaza

Una serie de determinaciones químicas son llevadas a cabo usualmente para ensayar la identificación de las fibras de algodón pegajosas: Los contenidos de azúcares reductores (Perkins o Fehling-Massat, o en el método de Follin), contenido de azúcares totales utilizando métodos de cromatografía en capas delgadas de polyoles y azúcares totales por cromatografías de sus gases o finalmente por el método de cromatografía de sus fases líquidas. El PH caracteriza la acidez de las fibras, el extracto seco total, nos da la cantidad de materias orgánicas y minerales que impregnan las fibras. El método de **Benedict** localiza directamente las sustancias sacarínicas reductoras situadas sobre las fibras, como puntos amarillos o anaranjados. Muchos de estos métodos son solamente cualitativos. Con el fin de permitir el análisis cuantitativo de los resultados que se obtienen por estos métodos y para hacerlos más objetivos, se debe asignar un valor numérico a cada observación y determinación. La interpretación de todas las informaciones químicas obtenidas mediante estos métodos solamente nos da una orientación de la pegajosidad potencial de las fibras sin darnos ninguna predicción del contenido real en cada muestra durante el proceso de hilatura.

Una fibra de algodón, rica en azúcares y sustancias reducidas es muy probablemente que sea pegajosa. Sin embargo, hay mucha variabilidad y por eso los resultados pueden ser divergentes y contradictorios. Por ejemplo: entre las muestras que han analizado, la muestra número 4 procedente de Israel

(véase Tabla 7) es muy pegajosa aunque virtualmente no contenga ningún azúcar. Lo mismo ocurre para la muestra número 2 procedente de Camerún. Por otra parte, la muestra número 5 procedente de Sudán es tan pegajosa como las anteriores. Es muy rica en azúcares y produce reacciones muy positivas a los métodos Fehling-Massat y Benedict.

Teniendo en cuenta el gran número de muestras procedentes de varios lugares geográficos de Africa, han analizado toda la información química disponible, y después de tratar toda esta información con un computador han logrado establecer una correlación estadística entre los grados de pegajosidad de una muestra tratada en una minicarda, las catalogaron en rangos entre 0 y 6. Cada determinación fue registrada especialmente los contenidos de azúcares y polyoles que fueron determinados por cromatografía de gas y luego ajustados utilizando una columna capilar de vidrio. Este estudio que actualmente se está llevando a cabo en la División Tecnológica del IRCT, incluye más de 60 muestras.

Notamos que existe una correlación positiva entre los grados de pegajosidad y el extracto seco total que incluye los contenidos de glucosa y sacarosa. Pero esta correlación es todavía muy baja.

Para explicar estas observaciones se deben asumir dos puntos de vista:

El primero es que; otras sustancias diferentes de los azúcares están involucradas dentro de la pegajosidad, de la misma manera en que lo están los azúcares.

La segunda hipótesis: La distribución de los azúcares sobre las fibras es el factor decisivo de la pegajosidad.

Cuando la cápsula está recién abierta es contaminada por las secreciones de los insectos y estas sustancias solamente se depositan en las superficies periféricas y externas de la fibra, por lo tanto lo hacen en forma heterogénea. Tres o cuatro gotas grandes de melaza que contenga solamente unos cuantos miligramos de azúcar son suficientes para hacer que una cantidad importante de fibras se vuelvan muy pegajosas. Estas fibras tendrán consecuentemente contenidos de azúcar insignificante. Por lo tanto, la determinación cuantitativa de los azúcares en las fibras, no es suficiente para diferenciar una fibra pegajosa de otra que podrá tener un buen comportamiento durante el proceso de hilatura.

Procesando la muestra a través de una minicarda, es todavía un único método válido para establecer a nivel de laboratorio, si una fibra dada será o no será pegajosa.

Sin embargo, algunos algodones que se procesan normalmente a través de una minicarda, algunas veces causan problemas durante el proceso industrial. Como puede verse en la Tabla 8, una fibra normalmente madura (a), cosechada en el preciso momento de la apertura de la cápsula, contiene 0,270 gramos de azúcares totales y no es pegajosa. La misma fibra cuya muestra sea

lavada en agua destilada, y luego impregnada con soluciones azucaradas estándar y luego secadas al aire, llega a ser ligeramente pegajosa cuando la cantidad de azúcares totales llega a ser 1 gramo por cada 100 gramos de fibra. Estos azúcares se comportan como si fuesen azúcares fisiológicos muy uniformemente distribuidos a lo largo del lumen y en la superficie externa de las fibras.

Consecuentemente se puede admitir que estos azúcares no producen pegajosidad a causa de sus contenidos totales, aunque su contenido total llegue a ser de un gramo por cada 100 gramos de fibra.

Una fibra contaminada por secreciones de azúcar de *Bemisia* o (y) *Aphis*, generalmente contiene pequeñas goticas de melaza. Esta fibra puede ser más o menos pegajosa con contenidos de azúcar que algunas ocasiones pasan de 0.6%. Una contaminación severa localizada de insectos exparse gotas grandes de melaza en un área de fibra relativamente reducida (d). Una distribución uniforme entre un volumen de fibra grande, es causante de una fuerte pegajosidad de la fibra que es cuantitativamente muy pobre en azúcares.

Una fibra comercial típica (e) contiene una mezcla de azúcares fisiológicos y entomológicos, polyoles unidos a materiales orgánicos minerales que son muy diferentes en origen y que contribuyen a la pegajosidad.

Los contenidos de azúcares varían considerablemente de una muestra a otra. Esto produce pegajosidad.

Las observaciones procedentes y la información analítica obtenida por cromatografía de gases con columnas capilares nos permiten reconstruir la secuencia de los depósitos de diferentes carbohidratos sobre las fibras de algodón. Estos carbohidratos y sus depósitos secuenciales se muestran en la Tabla 9.

Hasta el momento de la apertura de las cápsulas, la fructuosa, la glucosa y la sacarosa son los únicos azúcares fisiológicos que están presentes en las fibras. Tres polyoles: Glicerol, el erytritol y el inositol se añaden a estos azúcares.

Después las especies de insectos *Bemisia* o (y) *Aphis* se instalan en los órganos de la planta, principalmente en las hojas, y los azúcares liberados por estos insectos: glucosa, fructuosa y sacarosa se depositan tal como son ellos, sobre la superficie de las fibras o después de una transformación enzimática, se convierte en Melezitosa. Estos azúcares son entomológicos. Después de procesos enzimáticos desarrollados por la acción de las bacterias y los hongos sobre las fibras a expensas de los carbohidratos ya existentes, dan lugar a la trehalosa, Maltosa y Cellobiosa, pero también dan lugar a glicerol, arabitol y Mannitol.

Ninguno de estos carbohidratos tomados en forma separada es causante específico de pegajosidad. Es su asociación entre otros factores químicos y físicos y con sustancias minerales y orgánicas que determinan la pegajosidad o la ausencia de este fenómeno en cualquier fibra.

III. MATERIALES Y METODOS

Este estudio se realizó en el Laboratorio Tecnológico de Fibras del Instituto Colombiano Agropecuario, con el fin de evaluar y estandarizar tres métodos químicos para la determinación de azúcares reductibles presentes en la fibra de algodón.

1. Técnica para determinar el contenido de azúcar en algodón en rama (Método del Ferrocianuro de Potasio)

1.1. Descripción del método

- A. Este ensayo determina el contenido de azúcar basado en un análisis cuantitativo por reducción de azúcares en las fibras de algodón.
- B. La cantidad de material reductible en la fibra de algodón es determinada por comparación de la habilidad de reducción del humectante extraída de la fibra que arrastra la sustancia reductora: Glucosa. El procedimiento consiste en la reacción de la solución extraída del algodón con ferrocianuro de potasio y titulación con sulfato cérico en la presencia de sulfato ferroso 0 Fenaltrolina a un punto final de amarillo verdoso. La cantidad de sulfato cérico requerido es directamente proporcional a la cantidad de azúcares a reducir presentes.

1.2. Equipos y Reactivos

Lista del Equipo

Dos balones volumétricos: 1000 y 500 ml
Dos dispensadores volumétricos de plástico de 5 ml
Dos buretas de 50 ml
Una bureta Standard
Un calentador eléctrico
Dos docenas de beakers de 100 ml
Dos docenas de erlenmeyer de 125 ml
Cuatro pipetas volumétricas de 2, 5, 10 y 20 ml
Una pipeta graduada de 1 ml
Agitadores de vidrio
Un agitador de imán
Una probeta graduada de 50 ml

B. Lista de Reactivos Químicos

- Carbonato de sodio anhidro (Na_2CO_3)
Ácido sulfúrico (50% Solución (H_2SO_4) (Sp) gr 1.84)
- Ferrocianuro de potasio ($\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$) Agente oxidante
- Sulfato Cérico ($\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) Agente reductor
- Sulfato ferroso 0 Phenanthroline. Indicador
- Glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). $4\text{H}_2\text{O}$)
- Triton X - 100 (Rohm-and Hass) Agente humectante.

1.3. Preparación de Reactivos

- A. Solución del ferrocianuro de potasio más el carbonato de sodio:
Pesar 4 grs de Ferrocianuro de potasio ($\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$) + 10 grs de carbonato de sodio (Na_2CO_3) diluir hasta 500 ml con H_2O dismineralizada y "Refrigerar".
- B. Solución del sulfato cérico 0.005 N:
Diluir 30 ml de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4), en 500 ml de H_2O , agregar 2.0627 gr de sulfato cérico $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ y llevar a 1 litro con agua dismineralizada.
- C. Solución 1: 1 de ácido sulfúrico
Añadir 50 ml de H_2SO_4 concentrado a 50 ml de H_2O desmineralizada muy lentamente y con agitación constante. Cuidado: La solución se torna muy caliente.
- D. Indicador de sulfato Ferroso - 0 - Fenantrolina solución 0.025 M. Pesar 0.695 gr $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ + 1.36 gr de Fenantrolina y llevar a un volumen de 100 ml.
- E. Solución Standard de Glucosa
Pesar 0.3299 grs $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ y llevar a 1 litro con agua desmineralizada y refrigerar.

1.4. Procedimiento de Prueba

- A. Procedimiento de titulación para construir la curva de Estandarización

a) Construir la curva Standard utilizando 5, 10, 15 y 20 ml de alícuotas de la solución Standard de glucosa. En un erlenmeyer de 125 ml diluir la alícuota llevando a 20 ml con agua desmineralizada, añadir 10 ml de la solución de Carbonato de sodio y ferrocianuro de potasio. Ebullición lentamente durante 2 minutos.

b) Enfriar la solución con agua corriente por 2 minutos y después añadir 2 ml de la solución de ácido sulfúrico y 2 gotas del indicador de sulfato ferroso o -Fenantrolina. Titular con sulfato cérico. Añadir una tercera gota

del indicador cerca del final de la titulación (la experiencia indicará cuando se debe añadir la tercera gota).

c) El punto final de la reacción es indicado por un visible cambio en el color café original a amarillo verdoso.

d) El procedimiento de titulación es necesario únicamente para valorar la solución inicial de Standard de glucosa, si va a tomar un patrón contra muestras, chequear únicamente el valor de 10 ml.

B. Procedimiento para extracción de la glucosa del algodón

1 - Solución Humectante

Tomar 0.5 ml de Triton x 100 (agente humectante) y llevar a 1 litro con H₂O desmineralizada.

a) Añadir a 1 gramo de muestra de algodón 20 ml de solución humectante en un erlenmeyer de 125 ml; punzar la muestra con una varilla de vidrio hasta que la muestra esté totalmente humedecida.

b) Remover 10 ml de solución y colocarlos en un erlenmeyer de 125 ml, diluir hasta 20 ml con H₂O desmineralizada y entonces añadir 10 ml de la solución de ferrocianuro de potasio y carbonato de sodio: ebullición lentamente durante 2 minutos.

c) Desde este momento, proceder como con el procedimiento para construir la curva de glucosa Standard. Empezar con el enfriamiento de la solución durante dos minutos.

d) La cantidad de azúcar determinada en el procedimiento de titulación debe ser doble para tener una proporción de alícuota.

e) El porcentaje del contenido de azúcar es entonces calculado convirtiendo la cantidad de azúcar de miligramos a gramos, multiplicando por 100 y dividiendo por el peso de la muestra, que es usualmente de 1 gramo.

Ejemplo: Para uso de la curva Standard (Fig. 1):

Si se ha necesitado 10 ml de la solución de sulfato cérico para llegar hasta el punto final de la reacción (cambio de café a amarillo verdoso), la cantidad de glucosa en la muestra será de 3 miligramos (1.5 x 2).

El contenido del porcentaje de azúcar es calculado como sigue:

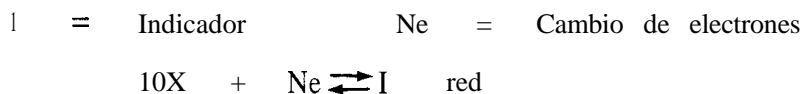
$$\% = \frac{\text{mg} \times 100}{\text{Peso muestra en gramos}} = \frac{3 \times 100}{1} = 0.3$$

1.5. Fundamentos y Características del método

Una reacción en la que ocurre una transferencia de electrones se llama "Reacción de Oxido - Reducción o REDOX", donde la sustancia que se combina con electrones (e^-) se denomina agente oxidante y la sustancia que cede uno o más electrones (e^-) recibe el nombre de agente reductor. Una curva de titulación Potenciométrica representa la variación del potencial de reducción durante el curso de la titulación de un reductor con un oxidante.

1.6. Indicador de Oxido - Reducción

Es una sustancia cuya forma oxidada tiene un color diferente al de la forma reducida. La oxidación y reducción del indicador debe ser reversible.



En general, la acción de un indicador de óxido-reducción no depende de la naturaleza específica del oxidante o reductor titulado, sino de los potenciales de reducción del indicador y del sistema titulado.

1.7. Reactivos

— **Sulfato Cérico:** Se obtiene en estado bastante puro en forma de sal doble, es un agente oxidante poderoso y se usa solamente en medio ácido. La solución tiene un color amarillo intenso. El sulfato cérico tiene la ventaja de estar menos sujeto a descomposición aún por ebullición, sin formar productos intermedios.

— **Ferrocianuro de Potasio:** Esta sal se obtiene fácilmente en estado puro por recristalización en agua. Sus soluciones acuosas no son muy estables, tiene lugar una oxidación al aire y además una descomposición catalizada por la luz. Por lo tanto, es mejor agregar carbonato de sodio 0.2% a la solución recientemente preparada. Si se guarda en una botella oscura y preferiblemente refrigerada es estable por más de un mes. El ferrocianuro de potasio es un patrón valioso para el sulfato cérico.

1.8. Valores Teóricos

Se prepara un Standard en la siguiente forma: 0.5 ml de triton X 100 y se lleva 1 litro con (H_2O) desmineralizada (agente humectante) agregando 0.3 grs de glucosa ($C_6H_{12}O_6$), tomar luego alícuota de 5, 10, 15 y 20 ml de este Standard y llevamos a un volumen de 20 ml con agua (H_2O) desmineralizada

Si en un litro de Standard hay 0.3 grs de glucosa ($C_6H_{12}O_6$) ¿Cuántos mg de ésta hay en cada una de las alícuotas? Convertimos gr a mg y litros a ml.

$$- \quad \begin{array}{cc} 1000 \text{ ml de estandar} & 300 \text{ mg } C_6H_{12}O_6 \\ 5 \text{ ml} & x \end{array}$$

$$x = \frac{5 \text{ ml} \times 300 \text{ mg}}{1000} = \frac{15}{10} = 1.5 \text{ mg } C_6H_{12}O_6$$

$$\begin{array}{cc} 1000 \text{ ml de estandar} & 300 \text{ mg } C_6H_{12}O_6 \\ 10 \text{ ml} & x \end{array}$$

$$x = \frac{10 \text{ ml} \times 300 \text{ mg}}{1000 \text{ ml}} = \frac{3}{1} = 3 \text{ mg } C_6H_{12}O_6$$

$$\begin{array}{cc} 1000 \text{ ml de estandar} & 300 \text{ mg } C_6H_{12}O_6 \\ 15 \text{ ml} & x \end{array}$$

$$, x = \frac{15 \text{ ml} \times 300 \text{ mg}}{1000} = \frac{45}{10} = 4.5 \text{ mg } C_6H_{12}O_6$$

$$- \quad \begin{array}{cc} 1000 \text{ ml de estandar} & 300 \text{ mg } C_6H_{12}O_6 \\ 20 \text{ ml} & x \end{array}$$

$$x = \frac{20 \text{ ml} \times 300 \text{ mg}}{1000} = \frac{6}{1} = 6 \text{ mg } C_6H_{12}O_6$$

La cantidad de glucosa debe ser el doble para tener una proporción de alícuota. Los valores quedan así:

Alícuota	mg $C_6H_{12}O_6$	Doble	% Azúcar
5	1.5	3.0	0.3
10	3.0	6.0	0.6
15	4.5	9.0	0.9
20	6.0	12.0	1.2

Para titular 3 mg glucosa ($C_6H_{12}O_6$) son necesarios 10 ml de sulfato de Cerio $Ce(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$

Entonces:

$$- \quad \begin{array}{cc} 10 \text{ ml } Ce(SO_4)_2 \cdot 4H_2O & 3 \text{ mg } C_6H_{12}O_6 \\ X & 3 \text{ mg} \end{array}$$

$$X = \frac{3 \text{ mg} \times X \text{ ml}}{3 \text{ mg}} \quad X = 10 \text{ ml } Ce(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$$

$$\begin{array}{r} - \quad 10 \text{ ml Ce (SO}_4\text{) 2. 4H}_2\text{O} \\ \quad \quad \quad X \end{array} \qquad \begin{array}{r} 3 \text{ mg C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \\ 6 \text{ mg} \end{array}$$

$$X = \frac{6 \text{ mg} \times 10 \text{ ml}}{3 \text{ mg}} = X = \frac{60}{3} = 20 \text{ ml Ce (SO}_4\text{) 2. 4H}_2\text{O}$$

$$\begin{array}{r} - \quad 10 \text{ ml Ce (SO}_4\text{) 2. 4H}_2\text{O} \\ \quad \quad \quad X \end{array} \qquad \begin{array}{r} 3 \text{ mg C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \\ 9 \text{ mg} \end{array}$$

$$X = \frac{9 \text{ mg} \times 10 \text{ ml}}{3 \text{ mg}} = X = \frac{90}{3} = 30 \text{ ml Ce (SO}_4\text{) 2. 4H}_2\text{O}$$

$$\begin{array}{r} - \quad 10 \text{ ml Ce (SO}_4\text{) 2. 4H}_2\text{O} \\ \quad \quad \quad X \end{array} \qquad \begin{array}{r} 3 \text{ mg C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \\ 12 \text{ mg} \end{array}$$

$$X = \frac{12 \text{ mg} \times 10 \text{ ml}}{3 \text{ mg}} = X = \frac{120}{3} = 40 \text{ ml Ce (SO}_4\text{) 2. 4H}_2\text{O}$$

Teóricamente las cantidades de Ce (SO₄) 2. 4 H₂O para titular cada una de los estándares es :

Alícuota	mg C ₆ H ₁₂ O ₆	m ₁ Ce (SO ₄) 2. 4H ₂ O
Blanco	0	0
5	3	10
10	6	20
15	9	30
20	12	40

Método “Clinitest” ajustado por la Federación Nacional de Algodoneros para valorar el contenido de azúcar en la “Fibra de algodón”

1. Aparatos

Tubos de ensayo

Centrífuga con capacidad para producir 5.000 rpm

Balanza analítica

Vasos de precipitados de 50 ml

Agitadores

Pipetas

Estufa

2. Reactivos

Reactivo de Benedict, comercialmente en forma de tabletas “Clinitest”

Agua destilada

3. Procedimiento

De diferentes puntos de la muestra de laboratorio se toman porciones de fibra hasta completar 1 gramo, teniendo cuidado de que la fibra no contenga materias extrañas. Se coloca en un vaso de precipitados de 50 ml y se impregna con 4 ml de agua destilada a temperatura de ebullición utilizando el agitador, con el fin de disolver la mezcla presente en el algodón.

Luego se coloca la muestra sobre el borde superior de un tubo de ensayo y se somete a centrifugación a 3.000 - 5.000 rpm durante 3 a 5 minutos y en esta forma se precipita la solución al fondo del tubo. De esta sustancia se toma 0.75 ml se vierte en un tubo de ensayo y se le adiciona 0.25 ml de agua destilada para obtener así 1 ml que se somete a la acción de la pastilla clinitest, agregándole una tableta de reactivo de Benedict, en este momento se inicia una reacción efervescente, que en un principio toman un color azul oscuro, cambiando, si hay presencia de melaza, a verde hasta llegar a naranja oscuro, que es la máxima coloración que permite este procedimiento. Una vez terminada la reacción, se espera 15 segundos (este tiempo debe ser exacto), se agita, se compara con la tabla patrón de colores que suministra la casa fabricante del reactivo de Benedict en tabletas y se lee el porcentaje correspondiente.

Cuando el color de la reacción no coincide exactamente con los colores indicados en la tabla, se obtiene el valor correspondiente por interpolación. Igualmente se puede aproximar en un 33% al valor del patrón más próximo, si la lectura esta comprendida entre dos patrones de color. Así, la escala completa de lecturas posibles fue la siguiente:

Entre 0y 0.5%: 0 - 0.08 - 0.17 - 0.25 0.33 - 0.42 y 0.50
Entre 0.5 y 1.0%: 0.50 0.58 0.67 0.75 0.83 0.92 y 1.0
Más de 1%: 1.00 - 1.33 - 1.67 - 2.00 - 2.33

3. Procedimiento modificado del Clinitest para estimar el contenido de azúcar en el algodón (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos).
1. Seleccione muy pequeños y numerosos pellizcos de algodón de todas las partes de la muestra y conforme 1 gramo de muestra.
2. Coloque la muestra en un pequeño tubo de ensayo y añada 4 ml de agua fría que contenga trazas de un agente humectante para ayudar a remojar el algodón. Se puede utilizar unas cuantas gotas de un detergente líquido de platos de buena calidad en un cuarto de litro de agua. También se emplea unas gotas de un agente humectante de laboratorio como el Triton X - 100 en un cuarto de litro de agua.

Para nuestras valoraciones, utilizamos el Triton X-100, el cual trabajó muy bien.

3. Punzar la muestra con una varilla agitando para ayudar a remojar el algodón. Este tiene la facultad de absorber toda el agua. Después de cumplirse el remojado del algodón, exprimir suficientemente la solución para separarla del algodón, tome 1 ml y deposítelo dentro de un tubo de ensayo limpio.
4. Añada la tableta clinitest en el mililitro de la solución. La solución hierve debido a la reacción de la tableta clinitest con el agua. Cuando la ebullición se suspenda, añada poco a poco 3 mililitros de agua al tubo de ensayo para aumentar el volumen, (si el agua extra es añadida antes de adicionar la tableta clinitest, no es suficiente el calor para producir una reacción completa). Compare el color final de la solución con la carta de colores que se encuentra dentro de la caja de las tabletas clinitest y estime el contenido de azúcar.

Una general evaluación es como sigue:

Azul -:	Poco o no azúcar
Azul - Verde --:	Indicios de azúcar
Verde - Amarillo -:	Moderada azúcar
Amarillo - :	Considerable azúcar

Para poder usar la carta de color suministrada con la tableta clinitest, la proporción de 4 mililitros de agua (destilada o desmineralizada) por 1 gramo de algodón debe ser mantenida. La tableta clinitest debe ser adicionada a 1 mililitro de la solución para garantizar que el calor generado es suficiente para producir una reacción completa entre los azúcares y la tableta clinitest.

4. Determinación del potencial de pegajosidad de los algodones con el termodetector

El principio de la termodetección para determinar la pegajosidad es el siguiente:

Se coloca una capa de algodón entre dos hojas de aluminio, luego se pone el conjunto en el plato inferior de una prensa termógena adaptada para este estudio. Con la plancha superior caliente de la prensa, se ejerce una presión durante un tiempo muy corto, algunos segundos, con una temperatura de más de 100 grados. Luego se ejerce una segunda presión, en frío durante un tiempo relativamente largo algunos minutos, dejando por fin descansar la preparación durante una hora; entonces puede empezar la lectura del grado de pegajosidad. Para ello se saca la capa de las hojas de aluminio, permaneciendo solamente en éstas los puntos de pegajosidad que se adhieren fuertemente con algunas fibras. Basta contar estos puntos para conocer la intensidad de la pegajosidad del algodón.

Con el fin de determinar el valor de los resultados proporcionados por la termodetección, se ha establecido la relación entre este método y los resultados conseguidos con el test de la minicarda, que está actualmente reconocido como el más fiable. Este estudio se ha efectuado mediante 5 1 algodones

con potencial de pegajosidad distintos. El mejor ajuste es de tipo $Y = ab \sqrt{x}$, y la ecuación de regresión es:

$$\text{Grado de Pegajosidad minicarda} = 0.324 + 0.80 \sqrt{\text{número de puntos de pegajosidad en el Termodetector.}}$$

El coeficiente de correlación $r = 0.974$, el cual es muy significativo y esta relación explica el 94.8% de la varianza.

Por lo tanto el método de la termodetección se encuentra en excelente correlación con el test efectuado mediante una carda de laboratorio. El test carda es muy costoso y no puede efectuarse sino en una atmósfera perfectamente acondicionada, lo cual no ocurre con la termodetección.

El Instituto de Recherches du Cotton et textiles exótiques (IRCT, France) ha desarrollado este nuevo método de evaluación de la pegajosidad, denominado de termodetección, que por su sencillez y eficacia sustituirá pronto todas las demás pruebas.

4.1. El termodetector IRCT-RF 13

Es necesario al investigador al hilandero, permitiendo detectar los algodones pegajosos y conocer su grado de pegajosidad (Fig. 5).

4.1.1. Fundamento

Debe hacerse la prueba en un local que tenga una humedad relativa de un 55%. Se prepara una capa de 2.5 grs de algodón con un aplicador de algodón F2.

La capa insertada entre dos hojas de aluminio, es colocado en el termodetector; el conjunto experimenta un calor y una presión bien determinados, durante algunos segundos.

-Para conocer el grado de pegajosidad: ligero, mediano o fuerte basta contar los puntos que se adhieren a los soportes de aluminio y llevar el número de los mismos al cuadro de referencias.

Si no existen las condiciones ambientales requeridas, es necesario acondicionar y mantener las muestras de algodón mediante el recinto de acondicionamiento FG 49.

4.1.2. Ventajas

- Prueba rápida, cuantitativa y fiable
- Material de poco bulto y sin mantenimiento
- Se conservan los soportes para lecturas

4.2. Recinto de Acondicionamiento FG 49S

4.2.1. Objetivo

Cuando las pruebas de pegajosidad con el termodetector se realizan en un local donde la humedad relativa es inferior a las normas recomendadas (50% a 65%), resulta imprescindible humedecer previamente las muestras de algodón.

El recinto FG permite llevar y mantener las muestras a la humedad escogida. Este aparato no puede acondicionar para una humedad inferior a la del local donde se halla (Fig. 6).

4.2.2. Principio

Un ventilador ubicado en el extremo del recinto arrastra una circulación de aire humedecido; dos ventiladores adicionales estabilizan la humedad regulada por una sonda electrónica.

Este principio permite un alza de humedad rápidamente, una ventilación permanente y consecuentemente un acondicionamiento acelerado (1 hora) y sin condensación en las paredes.

Dos compartimentos proporcionan un potencial de almacenamiento máximo de 40 muestras.

4.2.3. Ventajas

Acondicionamiento rápido, estable a $\pm 3\%$

- Poco bulto
- Prácticamente exento de mantenimiento
- Muy cómodo

5. Análisis Estadístico

Se efectuó un análisis de correlación para obtener la relación existente entre las técnicas utilizadas. Igualmente se realizó un análisis de varianza para buscar diferencias estadísticas en el contenido de azúcar o melaza debidas al efecto entre los diferentes años y regiones de donde provenían las muestras analizadas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Comparación de los valores de “Melaza” en algodones comerciales, aplicando los tres métodos

Después de numerosas pruebas con las muestras patrones se procedió a analizar algodones comerciales utilizando los tres métodos:

Clinitest 1: (Ajustado por la Federación Nacional de Algodoneros).

Clinitest 2: (Modificado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos).

Ferrocianuro de Potasio: $K_3 Fe (CN)_6$. (Utilizado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos USDA).

Las muestras comerciales analizadas corresponden a la zona aldonera del Tolima, desmotadas en las agencias de: Ambalema, Espinal, Guamo, durante el semestre de 1985A y de Ambalema, Espinal y Girardot en la cosecha de 1986A.

Se hizo una correlación entre Clinit 1, Clinit 2 y Ferro, obteniéndose un $r = 0.76$ ($P < 0.01$) **altamente significativa** entre Clinit 1 y Clinit 2 y de 0.9 ($P < 0.01$) entre Clinit 1 y Ferro. Entre Clinit 2 y Ferro se obtuvo una correlación de 0.79, altamente significativa.

En el año 1985, el análisis de varianza mostró para las variables Clinit 1 y Ferro diferencias significativas ($P < 0.05$) entre regiones. Al comparar los promedios por medio de la prueba de Duncan, se encontró en la región 1 (Ambalema) el mayor promedio seguido de la región 2 (Espinal) y 3 (Guamo). Para la variable Clinit 2 no se encontraron diferencias significativas. Los

Tabla 10. Comparación de promedios, para las variables Clinit 1, Clinit 2 y Ferro en las distintas regiones. Prueba de Duncan.

Promedios para las Variables Clinit 1, Clinit 2 y Ferro en las Regiones de (1) Ambalema, (2) Espinal y (3) Guamo año 1985.			
Región	Clinit 1	Clinit 2	Ferro
1	0.2340 a	1.800 a	0.2760 a
2	0.1936 ab	1.614 a	0.2148 ab
3	0.1150 b	1.600 a	0.1560 b

Promedios con igual letra no son estadísticamente diferentes. $P < 0.05$

promedios para cada una de las regiones y la diferencia estadística por medio de la Prueba de Duncan aparecen en la Tabla 10.

Para el año 1986, se encontró diferencias altamente significativas entre regiones ($P < 0.01$) para la variable Clinit 2. La variable Ferro no mostró diferencias significativas entre regiones.

Los promedios para cada una de las regiones y sus respectivos niveles de significancia por medio de la prueba de Duncan aparecen en la Tabla 11.

Tabla 11. Comparación de promedios, para las variables Clinit 2 y Ferro en las distintas regiones, prueba de Duncan.

Promedios para las Variables Clinit 2 y Ferro en las regiones de: (1) Ambalema, (2) Espinal y (4) Girardot Año 1986.		
Región	Clinit 2	Ferro
1	3.000 a	0.3163 a
2	2.164 b	0.2596 a
4	1.714 b	0.2748 a

Promedios con igual letra no son estadísticamente diferentes. $P < 0.05$

Al efectuar un análisis de varianza de los años 1985 y 1986 en las regiones 1 y 2 se encontraron diferencias significativas entre regiones y años. La interacción región-año fue no significativa para la variable Clinit 2. Para la variable Ferro se encontraron diferencias significativas entre años y región/año.

La comparación de los promedios de año y región para las variables Clinit 2 y Ferro aparecen en la Tabla 12.

En la región 1 con ambas pruebas se encontró un promedio más alto 2.53 y 0.3 respectivamente.

En el año 1986 los promedios fueron superiores a los del año 1985.

Tabla 12. Comparación de promedios, para las variables Clinit 2 y Ferro en las distintas regiones y años. Prueba de Duncan

Promedios para las variables Clinit 2 y Ferro en las Regiones de: (1) Ambalema y (2) Espinal. Años 1985 y 1986.							
Región	Clinit 2			Región	Ferro		
	Valor	Valor	Año		Valor	Valor	Año
1	2.538	1.633	1985	1	0.3008	0.2210	1985
2	1.957	2.247	1986	2	0.2427	0.2652	1986

V. CONCLUSIONES

El método clinitest es más fácil de realizar que el método del Ferrocianuro de Potasio y sólo requiere un equipo sencillo. Los resultados de este método son satisfactorios si la prueba se realiza bien.

El método clinitest modificado por (USDA) debe ser realizado en la forma descrita anteriormente. Si la relación agua a fibra y la solución tomada para el examen no son controlados como se describe en el método, se obtienen resultados erróneos,

El método del ferrocianuro de potasio es más seguro y puede utilizarse para chequear el método clinitest.

Si el azúcar se cristaliza o no en el almacenamiento no se conoce. Sin embargo, el azúcar probablemente sí pierde algo de su exceso de agua y en algunos casos el algodón se vuelve menos pegajoso después de su almacenamiento. Si el contenido de azúcar es alto y si hay presente manchas intensas de pegajosidad debido a aphidos o a contaminación de la mosca blanca el almacenamiento puede no significativamente reducir la pegajosidad hasta después de 1 o más años de almacenamiento. Si la pegajosidad es ligera o moderada o es el resultado de azúcares naturales de la planta, el almacenamiento de algodón entre 3 a 5 meses puede reducir la pegajosidad.

No hay una forma exacta para determinar qué tanto tiempo se puede almacenar el algodón antes de que la pegajosidad disminuya hasta el punto que se pueda procesar fácilmente. Sin embargo, si se abre el algodón antes del proceso y si se le permite que se acondicione a una atmósfera seca por 1 a 7 días la pegajosidad probablemente se reducirá.

No hay descuentos por el contenido de azúcar en el sistema de mercadeo de algodón en los Estados Unidos.

El valor de 0.3% para azúcar está en el rango normal para algodones de Estados Unidos. El rango promedio de contenido de azúcar para esos algodones está desde cerca de 0.1% a cerca de 0.35 %. Cuando el contenido de azúcar está por encima de 0.35 % entonces se presenta riesgo para pegajosidad. Cuando este contenido está por encima de alrededor de 0.5%, entonces el peligro para pegajosidad es mayor.

Nosotros no podemos sugerir qué nivel de azúcar se debería utilizar para penalizar las pacas del productor de algodón que son para consumo nacional. Se necesitaría realizar investigaciones para establecer los niveles que podrían realmente causar problemas en el proceso textil. Por consiguiente podría ser posible establecer un precio justo para los algodones con contenidos de azúcar excesivos.

VI. MEDIDAS RECOMENDADAS

1. Almacenar el algodón cultivado recientemente tanto como sea posible antes de su uso y destapar las pacas antes del tiempo de procesamiento.
2. Mezclar bien en la operación de apertura; un gran número de pacas se pueden rebajar y así se minimiza el efecto de pacas individuales. Mezclas de algodones pegajosos y no pegajosos mejoran las condiciones de hilatura sin ejercer ningún efecto negativo sobre la calidad del hilado.
3. Evitar el uso de algodones de bajo micronaire en una mezcla si se van a usar rodillos cardadores.
4. Evitar el uso de lotes que contienen grandes cantidades de fragmentos de envolturas de semillas, particularmente si se van a usar rodillos condensadores. Estas pacas deben ser combinadas *en* mínima proporción en la mezcla si se van a usar rodillos condensadores.
5. Si ocurre pegajosidad se debe mantener la humedad relativa tan baja como sea posible mientras se mantiene control sobre la electricidad estática. Una humedad relativa del aire por debajo del 55 % en las hilanderías limita las dificultades provocadas por algodones pegajosos durante la elaboración.
6. Las dificultades ocasionadas por la pegajosidad se pueden reducir adicionalmente empleando por ejemplo en la hilatura o preferentemente ya durante el desmotado, el producto químico "X - 78 Protecto Coat" Manufacturado por STOP - SHOCK INC, DALLAS, TEXAS, con el fin de facilitar su desmotado y minimizar el problema en el proceso de hilatura.

Recientemente ha sido remplazado con el compuesto PC - 3.

VII. RESUMEN

La pegajosidad en el algodón relacionada con la mielecilla está en aumento y se experimenta en casi todos los rincones del mundo algodoneero. Actualmente, no se dispone de ninguna prueba confiable y rápida para detectar la pegajosidad. La mayoría de las partes interesadas dependen de una prueba química del azúcar (la cual tiene limitaciones en cuanto a la confiabilidad) o de la prueba de minicardadura (la cual es bastante lenta).

El presidente del grupo de trabajo sobre la pegajosidad, el Dr. Henry Perkins de Clemson, Carolina del Sur, propuso un conjunto de grados descriptivos para clasificar los resultados de la minicardadura, con el objetivo de mejorar la capacidad de comparación de las mediciones obtenidas. En total, se distinguen cuatro grados descriptivos. Dicho protocolo fue aceptado por el Comité.

Los nuevos experimentos con-el Termodetector indican que, en vez de tres repeticiones por muestra, son suficientes dos repeticiones para obtener resultados estables. Además, el operador podría autolimitarse contando los puntos pegajosos sólo en una de las dos caras de papel de aluminio. De ponerse en práctica estas dos medidas, podría reducirse el tiempo total del análisis por muestra de 12 a 8 minutos. Según el Dr. Gutknecht (uno de los que diseñó el método) hay unas veinte máquinas en operación en la actualidad.

Los métodos para reducir la incidencia de la pegajosidad incluyen tecnologías agrícolas para controlar a los insectos secretorios de mielecilla y tratamientos posteriores a la cosecha para limpiar el algodón. Respecto a la primera categoría, hay una aceptación general de que aún no se prevé ninguna solución a corto plazo del problema. Los seleccionadores están logrando avances en el desarrollo de variedades resistentes por medio de la combinación de las características de hojas tipo quimbombó con hojas glabras. En el campo de la protección de las plantas, el interés se ha centrado en los métodos de control biológico, combinado con un uso inteligente de los pesticidas.

Con relación a las formas que permitan aliviar el problema de la pegajosidad después de la recolección, el Instituto Shenkar de Israel informó al Comité sobre los beneficios de someter a vapor al algodón en un autoclave productor de vapor durante el proceso del desmotado. Con esta tecnología la pegajosidad se redujo considerablemente. Las investigaciones ulteriores debieran indicar si esta reducción se obtuvo debido a la dilución o por algún otro efecto desconocido. Otros resultados prometedores se obtuvieron por medio del calentamiento del algodón en la hilandería textil antes del hilado. Se ha planteado la hipótesis de que el calentamiento determina una reacción

química que transforma a los azúcares en productos no pegajosos. Los resultados mejores se obtuvieron con el calentamiento por contacto. Las pruebas indicaron que las propiedades de la fibra no se veían afectadas adversamente con este tipo de calentamiento. Se produce cierta decoloración, pero se logra obtener de nuevo la blancura normal después del lavado y el blanqueo. Esta tecnología ya ha sido patentada. Una tercera vertiente de investigación se concentra en la posibilidad de utilizar microorganismos para eliminar los azúcares mientras el algodón se encuentra en almacenamiento. Se ha demostrado que bajo condiciones húmedas dichos microorganismos son efectivos, pero el nivel de humedad es dañino para otras características de la fibra.

No se presentó ninguna nueva información sobre el método infrarrojo cercano para la medición de la pegajosidad. El grupo de trabajo alentó a aquellos que participan en el desarrollo de esta máquina para que incrementen sus esfuerzos en ese sentido. Se considera que el método tiene un buen potencial para ser utilizado eventualmente en combinación con los IAV o HVI.

El Centro Internacional para la Investigación y el Desarrollo Textil ha realizado una evaluación de la efectividad del producto químico PC-3 en la reducción de los problemas de pegajosidad en las hilanderías textiles. El PC-3 es una sustancia que se utiliza sobre todo como un rociado superficial del algodón con semilla en la desmotadora para mejorar el rendimiento del desmotado. De acuerdo con el fabricante, la Power V. Inc. de Dallas, Texas, el producto permitirá a la desmotadora procesar el algodón a niveles más elevados de humedad (hasta un 9%), reducir la electricidad estática causada por la fricción en el flujo del algodón a lo largo de la desmotadora, y eliminar la pegajosidad causada por fibras inmaduras, la mielecilla y los fragmentos de episperma o tegumento seminal. Dentro del contexto de la última de estas características, el Centro Textil realizó un experimento sobre la producción de hilos utilizando algodón bruto preacondicionado en tres formas: uno fue almacenado por 24 horas bajo 79°F y 55 por ciento de H.R. (algodón seco); el segundo fue almacenado bajo 70°F y 80 por ciento de H.R. (algodón húmedo); y el tercero también fue acondicionado a 70°F y 80 por ciento de H.R., pero fue sometido después a un tratamiento con PC-3 (algodón húmedo tratado). Las muestras utilizadas para cada lote fueron tomadas de un fardo con un alto contenido de azúcar reductora (1,26 por ciento y 1,2 por ciento para el algodón seco y húmedo, respectivamente).

El tamaño de las muestras en los experimentos de cardadura fueron de 50 libras para el algodón seco y húmedo, y de 100 libras para el algodón tratado. En la apertura y la cardadura, el algodón húmedo tratado dio un rendimiento superior a los otros dos, sin dificultad alguna en el procesamiento. El algodón seco causó un bloqueo ("estrangulación") en el acceso a la carda, mientras que el algodón húmedo no tratado causó cuatro bloqueos y determinó que el operador de la carda tuviera que hacer correcciones en seis ocasiones para evitar un colapso del velo de carda. En el subsiguiente proceso de estiramiento no se observaron diferencias de importancia entre las muestras.

En la torcedura del hilo se produjo un total de ocho interrupciones en el proceso con el algodón húmedo no tratado. El algodón seco produjo dos interrupciones a pesar de que se pudo observar algo de pegajosidad. El algodón húmedo tratado se procesó sólo después que una muestra similar de algodón fue procesada para “hacerle el rodaje” al equipo. Esta muestra “de rodaje” (algodón húmedo tratado) causó cinco interrupciones y mostró síntomas severos de pegajosidad. La muestra subsiguiente de cinta húmeda tratada no dio problema alguno de procesamiento. El hilado a anillos (a lo largo de una duración de 4 horas y 45 minutos) pareció ser problemático para el lote “de rodaje” (33 interrupciones, o sea el equivalente de 46,3 por 1.000 horas huso). Sin embargo, el algodón húmedo tratado original fue el que dio el mejor rendimiento (3 interrupciones). Las muestras no tratadas alcanzaron un rendimiento intermedio (19.7 y 10 interrupciones respectivamente para los algodones húmedo y seco). Los hilos a anillo no arrojaron diferencia alguna en la calidad. En el hilado a rotor se observó casi el mismo rendimiento en las etapas de apertura, cardadura y estiramiento que en el hilado anillos. Las muestras se utilizaron para producir un hilo Ne de conteo 10 a 36.000 rpm en 80 horas rotor. El hilo producido a partir del algodón tratado fue “aparentemente más fuerte y más regular” que el hilo de los algodones no tratados. En conclusión, el autor afirma que “pareciera que el rociado superficial tiene una influencia positiva sobre ciertas áreas del procesamiento”. Se recomienda realizar investigaciones adicionales utilizando muestras más grandes y algodones más sucios.

Esta extensa exposición de los muchos aspectos del problema de la pegajosidad en el algodón, nos dará una idea de su complejidad. Si nos referimos a las dificultades que pueden surgir entre un vendedor y un comprador, creemos que es posible afirmar que un algodón es sano, pero por otra parte, la estimación del grado de contaminación de las pacas y los riesgos que presenta su utilización son factores mucho más difíciles de precisar.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en estos estudios se demostró claramente que los ensayos de calentamiento y Benedict clasificaban ordenadamente los algodones según su contenido de azúcar reductor. Hubo una excelente concordancia con los laboratorios que indicaron que los métodos del azúcar reductor corrientes eran adecuados para el ensayo de algodones respecto a estos azúcares. Sin embargo, los ensayos del azúcar reductor y el ensayo de calentamiento no identificaron correctamente las muestras pegajosas. Sólo el procesamiento de la “Minicarda” identificó correctamente las muestras con azúcar de los algodones que eran extremadamente difíciles o imposibles de procesar. Este es un método físico donde se emplea una carda en miniatura que se utiliza para clasificar algodones pegajosos en clases desde 1 (no adhesivo) hasta 5 (de gran adhesividad). Es muy subjetivo pero proporciona a los hilanderos una idea general sobre las dificultades con las que debe contar durante la hilatura de los algodones pegajosos pertinentes.

El IRCT acaba de desarrollar un nuevo método de evaluación de la pegajosidad: La Termodetección, que por su sencillez y eficacia sustituirá pronto todas las demás pruebas.

El Termodetector GRAF/IRCT (STICK COTTON TERMODETECTOR) permite una evaluación rápida y fiable de la tasa de Melaza. Con la utilización del termodetector, se sabe con rapidez la tasa de Melaza de la Materia Prima. No sólo los vendedores de algodón, sino también las hilaturas, aprovecharían las oportunidades de este aparato que permitiría detectar precozmente los algodones pegajosos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BOURELY, J. Essais for Chemical Analysis of Cotton, Strickiness and Honeydew. Laboratoire de Chimie des Plantes Textiles Technology Division I.R.C.T.G.E.R.D.A.T. Montpellier France.
2. CENTRO ALGODONERONACIONAL. Octubre-diciembre 1979. No. 161. pp. 8-15. Barcelona.
3. GÜTKNECHT, J., FRYDRYCG, R. Principales Recherches Effectuees Par L'IRCT Sur L'origine et La Detection Des Cotons Collants. Coton et Fibres tropicales. Serie Documents Etudes et syntheses. No. 9. 1988.
4. KHALIFA, H. Sobre la Pegajosidad del Algodón Hilatura JTB 2/80. pp. 203-208.
5. PERKINS, HENRY H., Jr. Some observations on sticky Cottons. Textiles Industries. 135 No. 3 pp. 49-64. 1971.
6. ————. Rapid Screening Test for Sugar Content of Cotton. Market quality Research Division Agricultural Research Service. Clemson, S.C.
7. ————. Report of the Honeydew Working Group International Committee on Cotton. Testing Methods, Bremen. Febrero 25-26, 1986.
8. RIPPON, J.A. A rapid method for estimating the reducing Sugar Content of Cotton. CSIRO Division of Textile Industry, Geelong, Victoria 3216, Australia.
9. TALPAY, Bela. Enzymatic determination of Honeydew in Cotton. Melliand Textilberichte. Vol. 64, October 1983.
10. ————. Honeydew and other tackiness phenomena in cotton Melliand textilberichte (English Edition), 12: 239-243. 1983.

APENDICE

●●●●●●●● Prueba de la Minicarda
———— Prueba de Calentamiento
- - - - - Prueba de Benedict

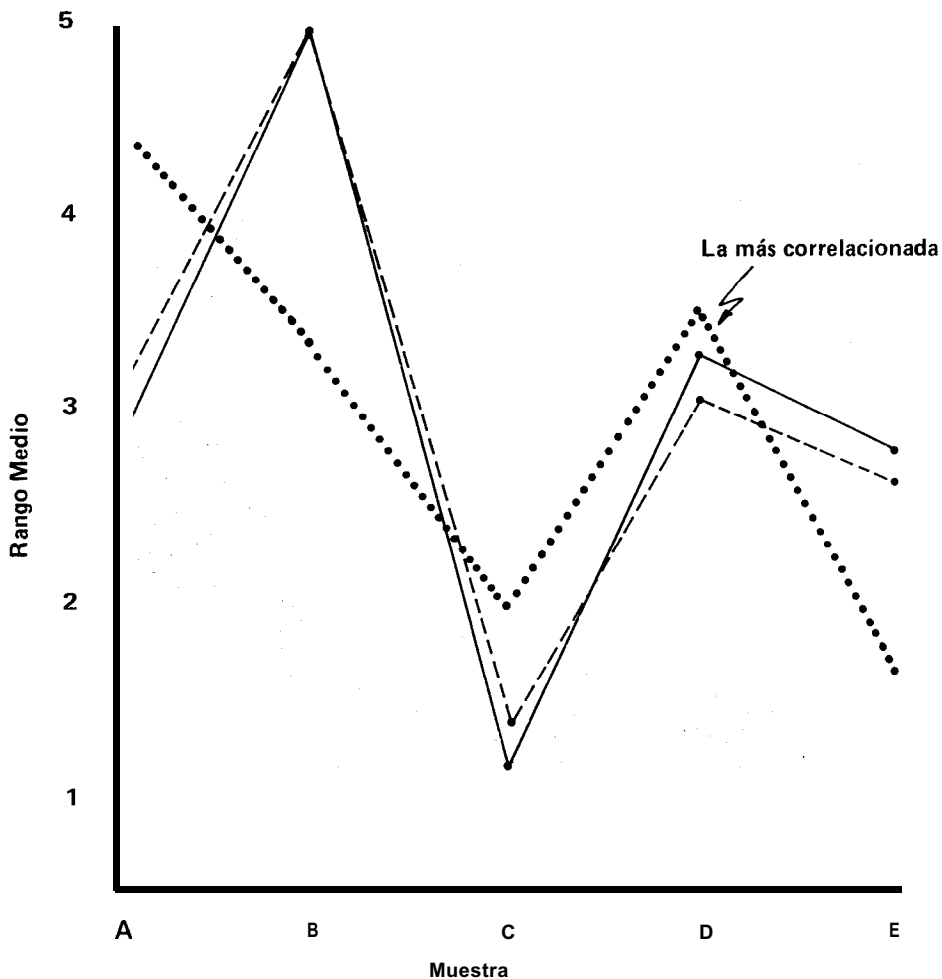


Figura 1. Prueba múltiple del Honeydew.



Figura 2. Equipo utilizado para el análisis del contenido de azúcar en el algodón por el método del Ferrocianuro de Potasio.

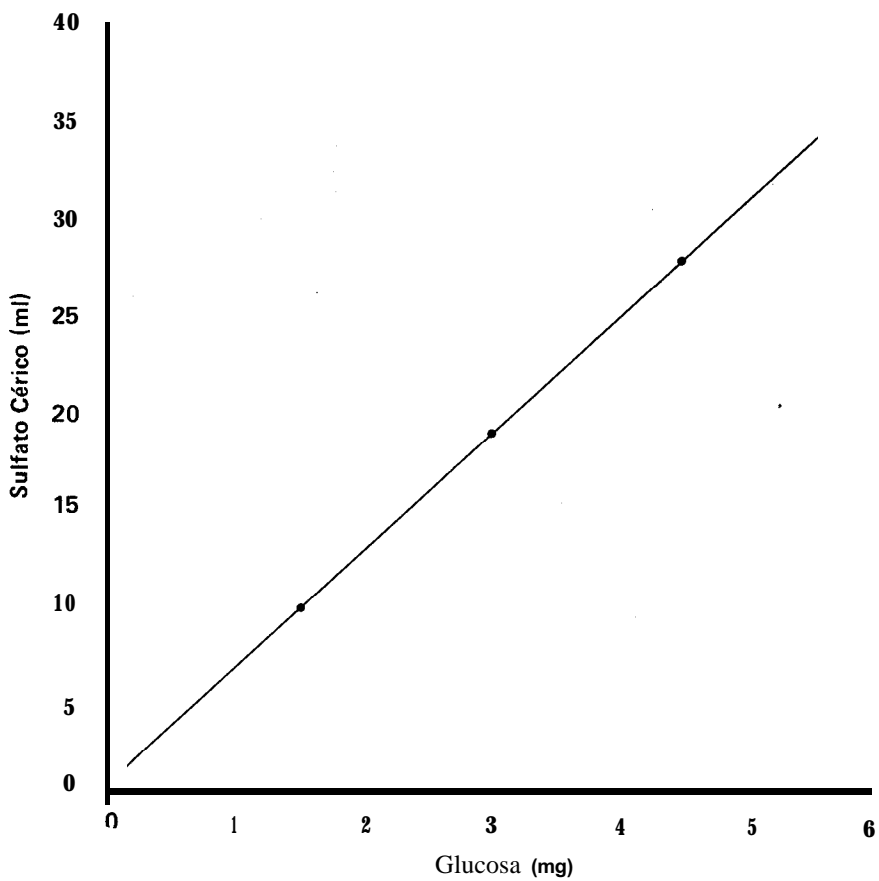


Figura 3. Análisis cuantitativo de reducción de sustancias (azucaradas) en la fibra de algodón.

de las fibras, método y tiempo de cocción, actividad enzimática y otros. Algunos investigadores han demostrado que la potencia proteolítica de los cultivos microbianos es directamente proporcional al tiempo de fermentación en la paila, mientras que el contenido de fibra y el contenido de azúcar en la fibra disminuyen con el tiempo.

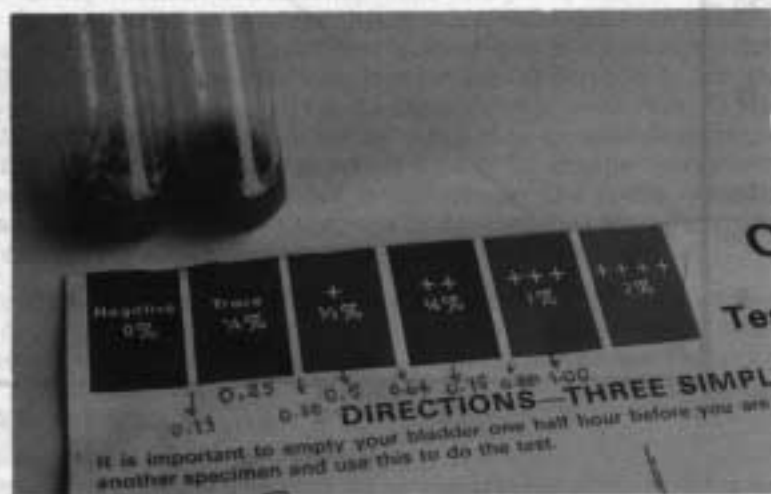


Figura 4. Equipo utilizado para la valoración del contenido de azúcar en la fibra del algodón por el método "Clinitest".



Figura 5. Termodetector IRCT - RF 13.



Figura 6. Recinto de acondicionamiento FG 495.

Tabla 3. Prueba múltiple de melaza en la minicarda

Muestra	Laboratorio									Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Clasificación									
A	1	2	2	1	2	1	2	1	0	1.33
B	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2.56
C	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0.33
D	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1.44
E	2	0	3	3	3	2	3	1	2	2.11

Clasificación

- 0 = No pegajoso
- 1 = Ligeramente pegajoso
- 2 = Moderadamente pegajoso
- 3 = Altamente pegajoso

Muestra	Contenido azúcares reductibles (%)
A	0.51
B	0.54
C	0.12
D	0.53
E	0.66

Tabla 4. Prueba de calentamiento.

Muestra I.D.	Rango de la muestra	1 = Más baja contaminación	5 = Más alta contaminación
A	2 2 4 4 2 3 3 4 3 4 2 3 3 2 2 2 3 3 3 1 4 2 2 3 2 4 4 4 2 2 2 3 3 3		
B	5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 4 5 5 5 5 4 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5		
C	1 1 2 1 1 1 4 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 3 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		
D	3 4 1 3 4 2 2 3 4 2 2 4 5 4 4 3 3 5 2 4 4 3 4 3 4 4 2 2 2 4 4 4 4 4 2		
E	4 3 3 2 3 4 1 2 2 3 3 2 2 3 4 4 2 4 2 2 2 3 4 2 3 3 3 3 3 3 3 2 2 4		

Cada columna representa un laboratorio - 34

Muestra I.D.	Rango	Medio
A		2.79
B		4.94
C		1.18
D		3.29
E		2.79

Tabla 5. Prueba de Benedict

Muestra I.D.	Rango de la muestra																												
	1 = Más baja contaminación														5 = Más alta contaminación														
A	5	2	4	4	4	4	1	4	2	2	2	3	2	3	3	4	3	2	5	4	3	4	2	2	3	2	2	3	
B	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
C	3	1	1	3	2	1	3	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
D	2	4	2	2	3	3	4	2	1	3	4	4	3	2	4	2	4	3	3	2	4	2	3	4	4	4	3	4	
E	1	3	3	1	1	2	2	3	3	4	2	2	4	4	2	3	2	4	2	3	2	3	4	3	2	3	4	2	

Cada columna representa un laboratorio -- 28

Muestra	Rango Medio
A	3.04
B	4.93
C	1.36
D	3.04
E	2.64

Tabla 6. Métodos físicos y químicos cualitativos para analizar fibras pegajosas.
Valores numéricos y correlación con observaciones registradas.

Métodos Químicos		Métodos Físicos		
Benedict		Fehling-Massat		Minicarda
Observaciones	Valor	Observaciones	Valor	Observaciones
Las fibras permanecen incoloras	0	El líquido permanece azul, claro límpido	0	Ningún punto de pegajosidad
Solamente una mancha naranja sobre la muestra de algodón	1	El líquido permanece azul	1	Unos pocos depósitos pegajosos
	2	El fondo del tubo llega a ser rosado	2	Varios depósitos pegajosos
	3	Líquido azul verdoso, rosado	3	La muestra es enrollada hacia Arriba después de un tiempo prolongado
Unas pocas manchas amarillas 0 naranjas	4	Grumos	4	La muestra es enrollada hacia arriba antes del medio minuto
	5	El líquido llega a ser rojo o amarillo y turbio	5	Pegajosidad abundante-es enrollada hacia arriba muy rápidamente
Varias manchas amarillas o café	6	Líquido rojo	6	Pegajosidad inmediata y la muestra enrollada hacia arriba
La solución llega a ser turbia	7	Líquido rojo o amarillo hay depósitos rojos		
Las manchas toman un color rojo 0 café rojizo	8	Precipitado amarillo o rojo		
Toda la muestra es coloreada de amarillo naranja. La solución permanece verdosa y turbia	9	Precipitados abundantes amarillos 0 rojos		
La fibra es totalmente naranja la solución llega a ser naranja y turbia	10	Precipitado amarillo o rojo más abundante		

Tabla 7. Algunos datos químicos sobre pegajosidad y no pegajosidad en algodones comerciales

	Camerun (Selva)	Chad (Arido)	Israel (Semi-desert.)	Sudán (Arida)	
	1	2	3	4	
PI-I	6.2	6.4	6.2	5.9	6.7
Total extra seco (9% fibra)	2.49	1.29	3.48	2.19	3.63
Método					
Fehling-Massat	1.5	0	4.5	0	9
Método					
Benedict	3.5	1	6.5	3	10
Glycerol	0.191				0.135
Erythritol	0.326	0.050	0.140		
Arabitol		0.007	0.025	0.008	
Mannitol	Traces	0.004	0.046	0.001	
Fructuosa	0.089	0.021	0.047	0.010	0.473
Glucosa	0.073	0.018	0.050	0.011	0.239
Inositol	0.026	0.008	0.015	0.0029	0.033
Sacarosa		0.002	0.023	0.001	0.186
Trehalosa		0.005	0.068		
Maltosa			0.004		0.030
Melezitosa			0.005		Traces
Contenido (1) de azúcar	0.162	0.046	0.197	0.022	0.928
% de fibra por cromatografía de gas					
Prueba de la minicarda	1	6	3		6

(1) Solamente se tienen en cuenta los azúcares subrayados

TABLA 8. Ensayo para una explicación del comportamiento de la fibra. Trabajo en una minicarda.

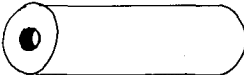
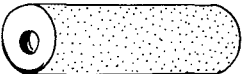
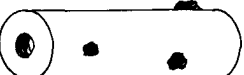
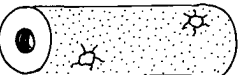

TIPO DE DEPOSITO	CALIDAD DE LA FIBRA	CONTENIDO TOTAL AZUCARES (en/g % fibra)	GRADO DE PAGAJOSIDAD
Azúcares fisiológicos (naturales) y poli-alcoholes	a) Fibra madura entera 	Más de 0,270	0
	b) Fibras lavadas, impregnadas por soluciones azucaradas estandarizadas  Gotas de melaza	0,800 1,000	0 1
Pequeñas gotas de melaza	c) Fibras contaminadas por áfidos o (y) Mosca blanca  Gotas de melaza	Más de 0,600	De 0 a 6
Grandes gotas de melaza distribuidas al azar	d) Fibra muy contaminada  Hongos Fumagina	A menudo menor de 0,100	Más de 6
Azúcares fisiológicos y entomológicos, degradación enzimática de azúcares y polyoles, más materias orgánicas y minerales	e) Fibra comercia, típica 	0,100 a 0,800 Más de 1,000 para algunas muestras	Todos los valores posibles 6

TABLA 9. Secuencia de depósitos de carbohidratos en las fibras de algodón.

DENTRO DE LA CAPSULA	DESPUES DE INFESTACION POR BEMISIA o (Y) APHIS	DESPUES DE UN LARGO TIEMPO EN EL CAMPO
<p>Azúcares naturales o fisiológicos:</p> <p>Fructuosa Glucosa Sacarosa</p> <p>Polyoles fisiológicos:</p> <p>Glycerol Erythritol Inositol</p>	<p>Azúcares entomológicos:</p> <p>Fructuosa Glucosa Sacarosa Melezitosa Fructomaltosa*</p> <p>* (según Bela Talpay 1983)</p>	<p>Degradación enzimática de los azúcares naturales:</p> <p>Trehalosa Celobiosa Maltosa</p> <p>Degradación enzimática de los poli-alcoholes:</p> <p>Glycerol Arabitol Mannitol</p>

ANEXOS

Anexo 1. Laboratorios participantes en prueba múltiple de melaza

Muestras recibidas	60
Pruebas individuales llevadas a cabo	44
Prueba de calentamiento	3.5
Prueba de Benedict	34
Prueba de la Minicarda	9
Otras pruebas de azúcares reductores	14
Pruebas mezcladas (combinadas)	12

Anexo 2. Muestras prueba múltiple de melaza

I.D. Muestra	Pegajosidad por melaza	Contenido azúcares reductores (%) ^{1/}
A	Alta	0.28
B	Nada	0.38
C	Nada	0.16
D	Moderada	0.29
E	Ligera	0.24

1/ USDA (Perkins) method • Clemson, South Carolina

Anexo 3. Prueba de la minicarda

Muestra I.D.	Rango de la muestra		1 = Más baja contaminación 5 = Más alta contaminación			
A	3	5	4	5	5	5
B	4	4	5	3	3	1
C	1	1	3	2	2	3
D	5	3	1	4	4	4
E	2	2	2	1	1	2

Cada columna representa un laboratorio • 6

Muestra I.D.	Rango medio
A	4.50
B	3.33
C	2.00
D	3.50
E	1.67

ANEXOS

Anexo 1. Laboratorios participantes en prueba múltiple de melaza

Muestras recibidas	60
Pruebas individuales llevadas a cabo	44
Prueba de calentamiento	35
Prueba de Benedict	34
Prueba de la Minicarda	9
Otras pruebas de azúcares reductores	14
Pruebas mezcladas (combinadas)	12

Anexo 2. Muestras prueba múltiple de melaza

I.D. Muestra	Pegajosidad por melaza	Contenido azúcares reductores (%) ^{1/}
A	Alta	0.28
B	Nada	0.38
C	Nada	0.16
D	Moderada	0.29
E	Ligera	0.24

1/ USDA (Perkins) method Clemson, South Carolina

Anexo 3. Prueba de la minicarda

Muestra I.D.	Rango de la muestra		1 = Más baja contaminación 5 = Más alta contaminación			
A	3	5	4	5	5	5
B	4	4	5	3	3	1
C	1	1	3	2	2	3
D	5	3	1	4	4	4
E	2	2	2	1	1	2

Cada columna representa un laboratorio • 6

Muestra I.D.	Rango medio
A	4.50
B	3.33
C	2.00
D	3.50
E	1.67

Anexo 4. Minicarda – Conteo pegajosidad

Muestra I.D.	Conteos individuales pegajosidad por laboratorio 1/							Rango Promedio
A	1	1	0	2	1	3	1	1.29
B	1	0	0	1	2	1	1	0.86
C	0	0	0	0	1	1	0	0.29
D	2	2	1	1	1	2	0	1.29
E	1	0	0	1	1	0	0	0.43

Cada columna representa un laboratorio • 7

1/	Clasificación numérica	Grado de pegajosidad
	0	Nada
	1	Ligera
	2	Moderada
	3	Alta

Anexo 5. Otros métodos de medida de azúcares productibles. (Perkins 6, Fehling 3, Clinitest 2, Folin 1, Molisch 1, Rippon 1).

Muestra I.D.	Rango muestra													
	1 = Más baja contaminación							1 = Más alta contaminación						
A	3	2	4	3	3	2	4	2	3	3	3	4	4	4
B	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D	4	4	3	4	4	4	2	3	2	4	4	3	3	3
E	2	3	2	2	2	3	3	4	4	2	2	2	2	2

Cada columna representa una serie de laboratorios • 14

Muestra I.D.	Rango medio
A	3.14
B	5.00
C	1.00
D	3.36
E	2.50

Anexo 6. Comparación de métodos de ensayo

Muestra	I.D.	Pegajosidad en el proceso actual	Prueba de ca- lentamiento	Prueba de Benedict	Otros méto- dos reducti- bles	Minicarda
A		5	2.79	3.04	3.14	4.50
B		2	4.94	4.93	5 .00	3.33
C		1	1.18	1.36	1 .00	2.00
D		4	3.29	3.04	3.36	3.50
E		3	2.79	2.64	2.50	1.67