



# FACTORES CLIMATICOS QUE AFECTAN A LA PRODUCCION Y A LA CALIDAD DE LA FIBRA DE ALGODON

Por: José Carlos Gutiérrez Mas\*

## FACTORES CLIMATICOS SOBRE CAPSULA ABIERTA (WEATHERING)

Utilizaremos la palabra anglosajona "weathering" para definir todos aquellos factores atmosféricos que influyen en el rendimiento y la calidad de la fibra, que son producidos por la exposición de la cápsula abierta (por lo tanto ya madura) a las condiciones atmosféricas externas que existen durante todo el periodo que va desde el momento que la cápsula madura y empieza a abrir hasta el momento de la recolección.

Los factores ambientales más importantes son la lluvia, alta humedad relativa, viento, granizo y sol fuerte.

## PRODUCCION

La pérdida de peso por los efectos ambientales (weathering) es un aspecto controvertido, ya que está sujeto a muchas variaciones y controlado principalmente

por el tiempo atmosférico que haga durante el periodo de recogida del algodón.

Si nos basamos en datos de varios Estados del "Cotton belt" de los Estados Unidos parece ser que existe normalmente una pérdida de peso por día que la cápsula abierta está expuesta a las condiciones atmosféricas. Esta pérdida de peso puede ser por una o varias de las causas que vamos a enunciar posteriormente, pero es importante destacar que los datos obtenidos en la bibliografía son muy variables, dependiendo lógicamente de la climatología en Septiembre-Octubre de cada Estado en cuestión. Así por ejemplo, existen citas de una pérdida de un 0,64% de peso de cápsula por día en Misisipi, de un 0,21% en Arkansas y de un 0,19% en la zona de Texas High Plains. Sin embargo en áreas más secas las cifras o no existen como es el caso de Arizona o son muy bajas como es el caso del valle de San Joaquín en California (0,06%).

Podemos considerar varias causas las que influyen en la pérdida de peso de la fibra debido a factores atmosféricos:

–*Caída de fibra.* La lluvia, el granizo y el viento pueden hacer caer un determinado porcentaje de fibra desde la cápsula del

suelo y en determinados casos como una alta granizada llegar a la caída total.

El grado de pérdida de peso por lluvia en bibliografía americana en algodones expuestos durante 4-6 semanas en Misisipi parecen ser que no son muy altos en años en que la lluvia desde el momento de apertura de la cápsula a la recolección es menor de 25,4 mm.

Esta cifra incluye no solo la posible caída de fibra sino todos los restantes efectos que a continuación se describen.

–*Agajado.* Cuando las cápsulas abren en/con tiempo húmedo los hongos entran en la cápsula, que debido a las condiciones atmosféricas adversas se va abriendo lentamente. Parte de los carpelos (locks) de las cápsulas son destruidos por los hongos y quedan muy debilitados, de forma que caen libremente al suelo o bien son tirados a éste por la propia máquina en el momento de la recolección. Este fenómeno es el denominado en nuestro país "agajado".

No existen citas en la bibliografía consultada sobre el porcentaje de pérdida que supone este suceso que por lógica debe ser muy variable según la zona y el año en cuestión.

Debido a que es un fenómeno que se

(\*) Investigador Jefe del Departamento del Algodón: Dirección General de Investigación Agraria. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

produce en el momento de apertura de las cápsulas es lógico que se produzca normalmente sobre las más jóvenes, que lógicamente se encuentran en las ramas fructíferas más altas.

Los estudios realizados en nuestro país por la Dirección Provincial del MAPA de Sevilla en el año 1989 indican que para ese año la cifra media de agajado podría estar alrededor de un 4%, aunque la cifra era muy variable dependiendo de una zona u otra.

Dada la importancia que este fenómeno parece tener para el tema de los Seguros Agrarios intentaremos detenernos en algunos aspectos de este apartado.

Una buena planta de algodón en nuestro país puede tener de 10 a 15 ramas fructíferas.

A efectos de rendimiento consideramos que 12 es un número óptimo para conseguir rendimientos cercanos o superiores a los 6.000 kg/ha en condiciones de una buena retención de fruto.

Si nos basamos en datos americanos y a cápsulas de 1ª posición de la rama fructífera, prácticamente el 90% de la producción se encuentra en las 10 primeras ramas fructíferas, luego podemos observar que la importancia sobre el rendimiento de las cápsulas localizadas en las partes superiores de la planta tienen poca importancia, debido normalmente a su menor peso. El fenómeno del "agajado" va a afectar principalmente a las últimas cápsulas y como hemos visto puede estar producido bien por lluvia (o riego por aspersión), bien por condiciones de alta humedad ambiental o rocío nocturno. Este último aspecto puede tener cierta importancia en zonas cercanas al mar.

Evidentemente la importancia de este fenómeno en nuestro país va a depender de la zona y del año climatológico, pero debido a que el uso del plástico se ha extendido prácticamente a casi todo el valle del Guadalquivir y la tendencia cada vez más acusada del agricultor es a sembrar cada vez más temprano (Febrero, principios de Marzo), la importancia de este fenómeno será cada vez menor, ya que muchos campos de algodón se habrán ya recogido antes del mes de Octubre, momento en que las lluvias pueden ser un

factor importante además de unas condiciones atmosféricas de menor temperatura y mayor humedad relativa que produzcan factores que favorezcan el fenómeno del "agajado".

**-Pérdida por lavado (leaching).** La mayor parte de la fibra está constituida por celulosa que es insoluble en agua. Algunos constituyentes de la fibra son 'parcialmente solubles' y pueden ser disueltos por el agua de lluvia. Este fenómeno no parece debido a la posible germinación de la semilla, sino por lavado de azúcares que acompañan a la celulosa de la fibra. Normalmente la cantidad de lavado es mínima, ya que hace falta una cantidad de lluvia muy alta. Este fenómeno puede estar supervalorado por los agricultores, aunque evidentemente como ya hemos dicho en caso de lluvia muy abundante puede tener cierta importancia. El problema fundamental es la dificultad de su cuantificación en términos prácticos, porque el lavado no solamente tiene que ser función de la cantidad de lluvia caída, sino también de su distribución.

**-Degradación microbiana.** Pérdida de peso debido a la degradación microbiana (boll rot). Cuando los hongos se alimentan de la fibra degradan ésta reduciendo su peso total. Pérdidas de peso debido exactamente a hongos no es probable que sean muy altas. Sin embargo si este fenómeno ocurre, pocas de estas cápsulas van a ser recogidas limpias por la cosechadora. Esto de hecho puede significar un problema

importante especialmente en algodones de talla alta. La variedad también es un aspecto a tener en cuenta, de forma que es sabido que algunas variedades tienen altos niveles de azúcares naturales y son por tanto más susceptibles a la pudrición (es el caso de las variedades Acala de California). Igualmente cuando el desarrollo de la fibra se termina demasiado prematuramente el contenido en azúcares naturales puede permanecer alto, predisponiéndose la cápsula a la infección por hongos. El boll rot es fácilmente distinguible del agajado, ya que en este caso los carpelos no están separados.

**-Pérdida en el desmontado.** Un aspecto importante a indicar es que las pérdidas en el desmontado de la fibra expuesta a condiciones atmosféricas adversas pueden ser importantes, ya que una planta de algodón que ha estado con su fibra mucho tiempo expuesta a "weathering" normalmente requiere una gran limpieza de la fibra en la desmotadora para que adquiera un 'grado' aceptable.

### CALIDAD

Cuando las cápsulas maduras de algodón abren, la fibra es blanca y limpia debido a la alta reflectancia de la celulosa que forma la fibra y también a la falta de degradación microbiana. Si el desarrollo de la cápsula se para prematuramente, por ejemplo por frío o por estrés hídrico u otras causas que posteriormente veremos, como una aplicación demasiado temprana de defoliantes, la fibra a menudo tiene un color amarillo que varía en intensidad.

Inmediatamente después que una cápsula abre la fibra está sujeta a las condiciones atmosféricas externas (weathering), permitiendo esto que las bacterias y hongos se multipliquen rápidamente en la fibra.

Cuando las cápsulas abren en condiciones de clima seco los azúcares naturales de la fibra desaparecen, probablemente porque sean fijados por la celulosa de la fibra o bien sean degradados por el sol. Cuando las cápsulas abren en condiciones húmedas los microbios empiezan a alimentarse de los azúcares de la fibra. El color oscuro de las esporas microscópicas da a la fibra un color oscuro o grisáceo. Este color gris se incrementa cuando la cantidad de azúcares en la fibra es alta debido a los depósitos de los pulgones y de la mosca blanca.

El factor atmosférico más importante en lo que respecta a la calidad es la lluvia y la humedad; aunque existen otros factores como la radiación solar que también pueden incidir en la calidad.

En el caso de la lluvia, como indicábamos anteriormente basándonos en bibliografía americana parece ser que lluvias superiores a 25,4 mm empiezan a ser causantes de una pérdida de calidad de la fibra.

Los aspectos más importantes relacio-



• **Octubre:  
un mes  
crítico**



nados con la calidad de la fibra y las condiciones atmosféricas son:

–**Grado.** El aspecto más importante del grado afectado por las condiciones ambientales es el color como ya hemos visto anteriormente.

La pérdida de reflectancia (mayor color gris) es uno de los factores más consistentes en la pérdida de calidad. Los algodones altamente decolorados no son aptos para la industria textil debidos a que tienen problemas con el tintado.

La lluvia y las condiciones de alta humedad son los factores más importantes en esta pérdida de grado. Existen otras causas que pueden producir una degradación del color, como es la ya citada anteriormente de una helada temprana que impida continuar con el desarrollo de cápsulas relativamente tardías.

Aún en casos de clima seco como es el caso del Valle de San Joaquín en California el grado pasó de Good Middling a Low Middling (3 grados menos) durante 80 días de exposición al ambiente.

–**Longitud de la fibra.** Las condiciones ambientales y el desmotado tienen un efecto dramático sobre la uniformidad de la fibra y el contenido de fibras cortas. Las cápsulas abiertas que han soportado lluvia excesiva (más de 50 mm) es normal que su fibra esté más sujeta a roturas durante el procesado posterior. La fibra del algodón que ha sufrido malas condiciones ambientales, como es el citado anteriormente va a disponer de fibra más corta y de menor uniformidad en la desmotadora y en la fábrica textil, *no en el campo*. Igualmente estos algodones también sufren una pérdida de longitud de la fibra. Datos de 3 años en Texas indican una reducción de 1/32 avo de pulgada en longitud en un algodón que ha sufrido 7 semanas de “weathering”. Sin embargo en otros estudios realizados en otras localidades de los Estados Unidos no se ha observado una clara pérdida de longitud de la fibra por “weathering”.

–**Resistencia.** La exposición a hongos y a radiación ultravioleta (UV) puede debilitar las fibras. El papel de las radiaciones ultravioletas se está investigando, pero parece que está asociado con clima seco en el momento de apertura de la cápsula, de forma que la cifra se encuentra expuesta durante un periodo de tiempo a fuerte sol.

Los estudios realizados en California, Arizona y el Oeste de Texas (todas áreas de clima seco y sol fuerte) muestran una reducción en la resistencia de la fibra con el “weathering”, sin embargo estudios realizados en otros Estados del Sur no muestran resultados concluyentes en la reducción de la resistencia.

Parece, pues que este carácter, como el anterior puede estar muy influenciado por las características locales de cada lugar.

–**Micronaire (finura)**

Existen datos no consistentes sobre la pérdida de micronaire durante el “weathering”, aunque muchos de los datos consultados en la bibliografía americana tienden a indicar la existencia de una pérdida de micronaire, aún en lugares secos como es el Valle de San Joaquín en California. En el mismo ejemplo citado anteriormente para el Grado hubo una bajada de micronaire durante 80 días de exposición de la fibra al ambiente exterior de 4,6 a 4,3. De cualquier forma una reducción en micronaire debido a “weathering” parece no ocurrir en todas las localidades donde este carácter se ha estudiado.

Diferente al “weathering” es el caso de pérdida en micronaire por el efecto de una fibra “inmadura”, es decir una fibra en la que no se ha depositado toda la celulosa suficiente.

Casos de inmadurez son frecuentes, bien por una parada brusca en el desarrollo de la fibra (frío, sequía, falta de nutrientes, falta de luz para fotosíntesis, etc.). Muchos de los algodones y cápsulas tardías, del centro o de lo alto de la planta pueden sufrir falta de inmadurez por una de las causas citadas que no pueden atribuirse al “weathering” exactamente.

**ASPECTOS DE MANEJO PARA MINIMIZAR EL “WEATHERING”**

Lo ideal para minimizar los efectos del “weathering” es intentar introducir el periodo de crecimiento del cultivo o estación de crecimiento del algodón dentro de un “calendario” o de unas fechas determinadas, si es posible.

En nuestras condiciones particulares en Sevilla, datos de 25 años indican que la plu-

viometría media de Septiembre es de 27 mm, incrementándose esta cifra a 70 mm en el mes de Octubre.

Es pues, el mes de Octubre, crítico para que se produzcan condiciones de “weathering” luego lo ideal sería tener recogido el algodón antes de finales de Septiembre.

Actualmente como ya se ha indicado anteriormente el plástico ha adelantado notablemente la recogida, de forma que en Septiembre se puede recoger una buena parte de algodón.

Uno de los efectos principales del plástico es que hace que la floración se concentre durante un corto espacio de tiempo, haciendo igualmente que las cápsulas abran en un corto espacio de tiempo, especialmente si el clima en ese momento es templado.

En las condiciones actuales el riesgo estará en aquellos algodones sembrados tardíamente (Abril-Mayo) y en la mayoría de los casos sembrados sin plástico. Estos algodones inevitablemente se recogerán en Octubre o Noviembre entrando en riesgo absoluto de “weathering”. La tendencia del agricultor es a sembrar cada vez más temprano, finales de Febrero, principios de Marzo por lo que una buena parte de las fincas pueden estar en condiciones de recogerse a finales de Agosto, principios de Septiembre estas condiciones los riesgos de “weathering” son mínimos. De cualquier forma es importante tener en cuenta una serie de factores agronómicos que impidan que el algodón se atrase, produciendo cápsulas tardías. Los factores más importantes son:

–Utilizar correctamente el regulador de crecimiento (regular pronto y con pequeñas cantidades poco a poco).

–Evitar algodones altos con cápsulas muy arriba (Rank Cotton) (se evita con un buen uso del regulador, dosis de agua adecuadas y no exceso de nitrógeno).

Como “aspecto práctico” podríamos indicar que un campo de algodón que entre en el mes de Octubre con más de 4 ramas fructíferas (contando desde la última) con cápsulas en primera posición sin abrir estaría con riesgo de sufrir algún aspecto de los que nos hemos referido de “weathering” en las condiciones de cultivo del Valle del Guadalquivir.

### EL FRÍO COMO FACTOR QUE INFLUYE EN EL DESARROLLO Y APERTURA DE LAS CÁPSULAS

Un tiempo frío tardío durante el desarrollo de las cápsulas reduce el rendimiento y la calidad. Igualmente una terminación prematura también puede causar problemas porque la planta de algodón necesita *cada día de calor* para madurar su fibra. Dos aspectos importantes podemos considerar con las bajas temperaturas al final del ciclo. Por una parte temperaturas subóptimas (medias por debajo de 26,6°C, sobre todo temperaturas nocturnas por debajo de 18°C) en el periodo de formación de la cápsula hacen bajar el micronaire (falta de acumulación de celulosa) formándose "fibra inmadura". Las pérdidas de producción o rendimiento se pueden estimar por el micronaire.



Por cada 1/10 de puntos de disminución del índice micronaire por debajo de lo normal de cada variedad el rendimiento disminuye un 2,5% (datos USA). Una bajada de un 4 a 3,5 de micronaire puede suponer un 12,5% de bajada en rendimiento. Además el bajo micronaire puede ser penalizado en el mercado.

Una fibra de algodón de bajo micronaire por inmadurez (no genético) produce rotura de fibras, disminuye la uniformidad e incrementa el contenido en fibras cortas, especialmente si el algodón se desmota demasiado seco o excesivamente limpio.

Las fibras inmaduras tienen otros efectos negativos en la calidad, como es la formación de "neps" y la menor capacidad de tintado de éstas, todos estos últimos aspectos son problemas que 'dan la cara' en la hilatura, no en la desmotación.

Otro aspecto importante del tiempo frío

es el aumento de tiempo necesario para que la cápsula abra. La temperatura es fundamental en el desarrollo de la cápsula. Como es sabido una cápsula abre una vez que se encuentra madura, es decir cuando ha completado su ciclo de alargamiento y engrosamiento de la fibra. Este tiempo está altamente relacionado con la temperatura, de forma que si normalmente con clima templado (medias de 26°C) el tiempo de floración a apertura puede estar en 50-60 días, este periodo puede llegar a ser casi el doble con clima más frío.

Si nos basamos en la acumulación de grados-días son necesarios 600 DD60 desde floración hasta apertura de cápsula.

Lógicamente las cápsulas más tempranas abren antes, el problema nos lo podremos encontrar en las cápsulas de las últimas ramas fructíferas.

Temperaturas suaves de Septiembre

cápsula si las zonas de separación en la pared de la cápsula no se han empezado a formar. Este último aspecto es muy difícil que se dé en nuestras condiciones.

Una parte muy importante en los campos tardíos en los que haya falta de temperatura es el momento de defoliar. Una defoliación prematura hace cesar totalmente el desarrollo de la fibra produciendo pérdidas de rendimiento y calidad.

En la recogida del año 1996, con temperaturas frescas durante casi todo el desarrollo del cultivo y principalmente en Septiembre y Octubre hizo que muchos agricultores utilizaran el defoliante y el abridor de cápsulas prematuramente con cápsulas inmaduras, lo cual provocó efectos desastrosos en la producción y la calidad de la fibra.

Teniendo esto en consideración es muy importante a la hora de cápsulas que no han abierto completamente separar claramente los efectos del frío y de la lluvia, aspectos éstos fácilmente identificables, ya que una cápsula no abierta completamente por efectos del frío y defoliada prematuramente no tiene porqué estar atacada por hongos, sino solamente manifestar una apertura incompleta.

### BIBLIOGRAFIA

—Estudio Agrobiológico de la provincia de Sevilla. 1962. C.S.I.C. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Publicación de la Diputación Provincial de Sevilla.

—Gipson J.R. 1986. Temperature Effects on Growth, Development, and Fiber Properties. En *Cotton Physiology*, J.R. Mauney and J.M.C.D. Stewart (ed). The Cotton Foundation, Publisher, Memphis, Tennessee, USA: 47-56.

—Hake K.D., D. M. Basset, T.a. Kerby, and W.D. Mayfield. 1986. Producing Quality Cotton Natural Resources. Publication 3352:134-139.

—Hake K, Okerby T, McCarthy. 1989. Effect of Cold Weather on Yield and Quality. *Physiology Today*. National Cotton Council. Technical Services. October.

—Hake K, J.C.Bands, F. Bourland, P. Sasser, P. Tugwell and R. Williford. 1992. Boll Weathering. *Cotton Physiology Today*. National Cotton Council. Technical Services. November, vol 3, number 10.

—Hessler L.E., J.D. Towey and B.K. Power. 1954. The Effect of weathering in the field on the Fiber Properties of Cotton. *Textile Research Journal*: 1010-1014.

—Marsh P.B, G.V. Merola, L. Butler, and M.E. Simpson. 1958. The influence of Weathering Prior to Harvest on Certain properties of Cotton Fibers. *Textile Research Journal*. Vol XXVIII, Nº 2:95-111.

—Ray L.L. and E.B. Minton. 1973. Effects of Field Weathering on Cotton. The Texas Agricultural Experiment Station. MP-1118. October.

—Stewart J. McD. 1986. Integrated Events in the Flower and Fruit. En *Cotton Physiology*. J.R. Mauney and J.M.C.D. Stewart (ed). The Cotton Foundation, Publisher, Memphis, Tennessee, USA:261-309.

pueden conducir a una apertura muy lenta de las últimas cápsulas como ocurrió en el año 1996. En las condiciones de Sevilla las temperaturas medias de mediados de Septiembre en adelante puede llevar a atrasos en el desarrollo de las cápsulas y a una tardanza en la apertura de éstas. A primeros de Octubre la temperatura media baja claramente de 20°C, llegando a 16°C a finales de Octubre, temperaturas claramente limitantes.

Es importante destacar que la cápsula continúa su desarrollo a temperaturas bastante bajas, parece ser que a 7,2°C la fibra aún continúa su desarrollo, aunque 'a paso de tortuga' y por supuesto con una fibra de muy baja calidad. Hacen falta temperaturas de 0°C (helada) para que el desarrollo de la cápsula cese por completo. Esta temperatura mata las hojas y si la helada dura lo suficiente puede impedir la apertura de la