

Un interesante estudio de varios años

El calor, limitante de los rendimientos del algodón en Andalucía



OBJETIVOS DEL ESTUDIO

La baja estabilidad de las producciones de algodón en Andalucía y el hecho de que la media nacional no se haya incrementado en los últimos 20 años pese al enorme incremento en gastos y desarrollo tecnológico que ha tenido el cultivo puede estar relacionado con las variaciones anuales climáticas de temperatura. El efecto de las altas temperaturas como factor determinante del rendimiento no había sido detectado hasta fecha reciente (Lopez *et al.*, 2002). Estudios previos han puesto de manifiesto que el calor parece ser

un factor muy importante como limitante de la posibilidad de alcanzar altos rendimientos potenciales en el cultivo. En este estudio se pretende incidir en este aspecto.

MATERIAL Y MÉTODO

Este estudio se ha desarrollado teniendo en consideración una serie de ensayos de 7-8 años (1991 a 1997 o 1998) realizados en la localidad de Alcalá del Río (Sevilla) en el Centro de Investigación y Desarrollo Agrario (CIFA) de Las Torres utilizando datos de la Red Andaluza de Experimentación Agraria (RAEA) de algodón de estos años.

J. C. Gutiérrez Mas* y M. López**

En estos ensayos estaba incluido un número variable de variedades americanas y españolas y el cultivo se optimizó para alcanzar altos rendimientos y se refieren a siembras tempranas bajo forzado plástico. Las temperaturas máximas y mínimas se han recogido utilizando una estación meteorológica automatizada (Sainco, Teletransa). Los Grados-Día (GD) se han calculado utilizando una temperatura umbral de 15,5 °C según la fórmula $GD = 15,5 = (T^{máx} + T^{mín})/2 - 15,5$.

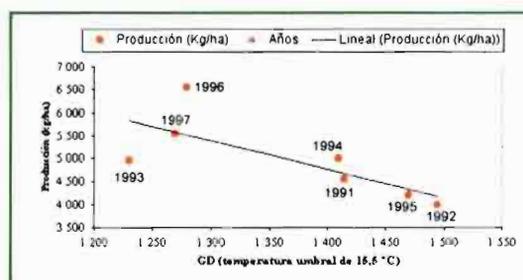
Para la realización del estudio se ha calculado la recta de regresión lineal entre producción media de los ensayos citados con los GD, el número de días con temperaturas máximas superiores a 40 °C y el número de días

con temperaturas mínimas superiores a 20 °C en Alcalá del Río (Sevilla). Igualmente se ha calculado la regresión entre la producción media nacional entre los años 1980 y 1998 (ICAC, 2001) y el número de días con temperaturas superiores a 35 °C. Al objeto de determinar la influencia varietal se ha calculado la regresión entre la producción de una serie de variedades en los ensayos de Alcalá del Río citados anteriormente y el número de días con temperaturas superiores a 38 °C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sin limitaciones a la producción bajo el punto de vista del manejo, optimizando riegos, fertilización y sin plagas, en la **Gráfica 1** puede obser-

Gráfica. 1. Relación entre los Grados-Día (GD) acumulados durante el cultivo del algodón (abril-septiembre) y la producción media de los ensayos de la RAEA de algodón en Alcalá del Río (1991-1997).



* Significativo al 95%

* Dr. Ingeniero Agrónomo. Eurogenetic.

** Dr. Ciencias Biológicas. Departamento del Algodón. CIFA Las Torres. Alcalá del Río (Sevilla).

vase un ajuste lineal altamente significativo y negativo, es decir: una disminución de la productividad durante los años calurosos. La acumulación de GD durante la estación de crecimiento en siete años muestra una correlación negativa con la producción ($r = 0.73$; $r^2 = 0.534$) significativa al 95%.

Lo normal es que hubiese sido lo contrario y que una mayor acumulación de calor conllevara unas mayores producciones. La relación negativa entre GD y producción puede explicar el poco éxito de los modelos de simulación en Andalucía y el hecho de que la excesiva acumulación de calor está afectando negativamente al cultivo.

Igualmente estos datos confirman lo informado por Kerby *et al.* (1985), Kerby

(1988) y Milroy y Bange (1998) respecto al uso de la integral térmica en cuanto a las altas temperaturas se refiere.

Cuando se considera la acumulación de GD mes por mes (datos no presentados; López *et al.*, 2002), se ve que el de agosto es el que más afecta negativamente a la producción, con un coeficiente de correlación de $r = -0,86$ significativo al 99%. El índice de semilla (peso de 100 semillas) se vio más afectado por la acumulación de calor antes de la floración (abril a junio) ($r = -0,96$ significativo al 99%), mientras que el rendimiento en fibra está más afectado en agosto ($r = -0,73$). Los caracteres de fibra parecen menos afectados por la acumulación de calor;

así, la longitud y la uniformidad aparecen correlacionados negativamente de abril a junio, mientras que la resistencia, la elongación y el micronaire no se vieron afectados (López *et al.*, 2002).

Un aspecto importante a resaltar es que, si bien estos estudios se refieren a un período de siete años que parece si no excesivo si suficiente, todo parece indicar que según sea la acumulación de calor en un momento determinado del verano, así afectará más o menos a un determinado componente del rendimiento, al menos en lo que a índice de semilla (peso de semilla) y rendimiento en fibra se refiere.

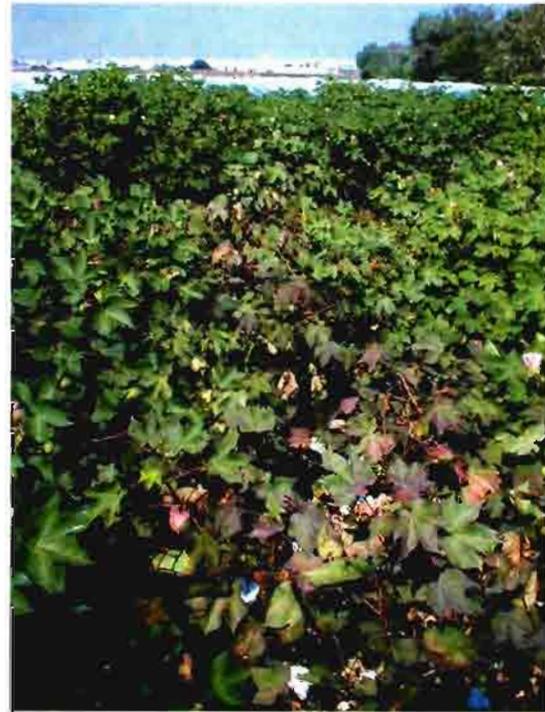
Si en vez de acumulación de calor consideramos temperaturas máximas y mínimas determinadas, la **Gráfica 2** muestra la relación entre producción y número de días por encima de 40 °C de temperatura máxima y la **Gráfica 3** con temperaturas mínimas superiores a 20 °C.

Se observa un claro descenso de la producción media a medida que aumenta el número de días que el algodón ha estado bajo temperaturas máximas de 40 °C o superiores y de temperaturas mínimas nocturnas de 20 °C. También podemos observar en dichas gráficas que el coeficiente de determinación

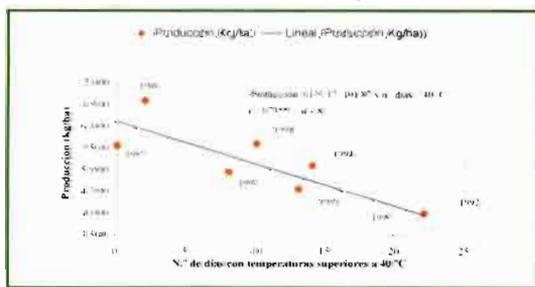
(porcentaje de puntos que explica la regresión) es muy alto y significativo ($r^2 = 0,73$ para temperatura máxima y $r^2 = 0,85$ para temperatura mínima). El mejor ajuste de las temperaturas mínimas muestra el mayor efecto de las noches calurosas producido por el exceso de respiración nocturna. Estos datos confirman la correlación encontrada en Arkansas por Arévalo *et al.* (2003) entre altas temperaturas nocturnas y bajos rendimientos durante el llenado de la cápsula.

Al objeto de conocer la relación de la producción nacional con las altas temperaturas se muestra la **Gráfica 4**, que relaciona el número de días con temperatura ambiental máxima superior a 35 °C en Alcalá del Río como zona de referencia y la producción nacional para una serie de 19 años (1980-1998). Como puede observarse, la correlación es negativa y altamente significativa.

En las **Gráficas 1, 2 y 3** puede observarse netamente separado el año 1996.

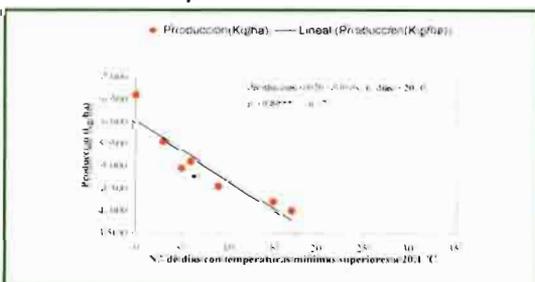


Gráfica 2. Relación entre la producción media en los ensayos de la RAEA de algodón de Alcalá del Río (1991-1998) y el número de días con temperaturas máximas superiores a 40 °C.



** Significativo al 99%

Gráfica 3. Relación entre la producción media de los ensayos de variedades estudiadas en la RAEA de algodón (1991-1994) en Alcalá del Río (Sevilla) y el número de días con temperaturas mínimas superiores a 20 °C.



*** Significativo al 99,9%



con una producción media en los ensayos de 6.500 kg por hectárea. Este año hubo unas condiciones climáticas casi óptimas para el cultivo del algodón, con muy pocos días de calor excesivo y con cero días con temperaturas nocturnas por encima de 20 °C. Existe en adición a lo anteriormente dicho para el año 1996 un aspecto que no debemos dejar de citar, como es que no solamente hubo temperaturas óptimas durante el desarrollo del cultivo, sino algo muy importante: temperaturas altas en septiembre y octubre que alargaron el ciclo y permitieron un magnífico remate de las últimas cápsulas.

Considerando la serie de años entre 1976-1999 (24 años) en Alcalá del Río, las condiciones climáticas del año 1996 sólo se han dado ese año, es decir, en términos probabilísticos y con las limitaciones de referirnos sólo a un período de tiempo limitado, esta circunstancia sólo ha ocurrido en un 4,1% de los años.

Las producciones obtenidas en 1996 aparentemente representan el potencial productivo del cultivo del algodón en Andalucía en condiciones de cultivo bajo plástico y con alto consumo de agua y fertilizantes. En dicho año todas las variedades

de ensayadas superaron los 6.000 kg. Aparentemente, al menos en la zona estudiada que podemos considerar representativa

de gran parte del Valle medio del Guadalquivir con altas temperaturas estivales en julio y agosto, las altas temperaturas son en buena parte responsables a falta de otro tipo de estreses de la dificultad de incrementar los rendimientos de algodón en Andalucía a pesar de la gran intensificación del cultivo en lo que a gastos e *inputs* se refiere. Estos datos pasan inadvertidos al agricultor pero explican claramente la dificultad de que en años calurosos como han sido los años 1991 (26 días por encima de 38 °C), 1992 (con 31 días), 1993 (con 20), 1994 (con 29), 1995 (con 23) y 1998 (con 18) se puedan conseguir altas producciones en las zonas más calurosas de Andalucía. Si observamos las gráficas anteriormente citadas podemos ver que las pérdidas de rendimiento debido al calor superan el 38% en determinados años sin tener en consideración problemas de plagas y enfermedades.

Como continuación a lo anterior, la **Gráfica 5** muestra la relación entre producción de una serie de variedades y número de días superiores a 38 °C en el mismo período considerado anteriormente (1991-1998). Puede observarse

que existe una clara componente genética representada por las diferentes pendientes que presentan las rectas de regresión de las variedades.

En nuestro caso particular la variedad María del Mar se separa netamente del resto principalmente cuando el número de días por encima de 38 °C es alto. Este aspecto demuestra lo dicho anteriormente para las variedades autóctonas españolas en las que la variedad María del Mar está altamente implicada como parental. La asociación de variedades con años calurosos o frescos y zonas en Andalucía fue ya detectada estadísticamente en estudios anteriores (Gutiérrez *et al.*, 1994 a y b; 1997) y aparentemente puede explicar el diferente comportamiento de una se-

rie de variedades según años y zonas geográficas.

CONCLUSIONES

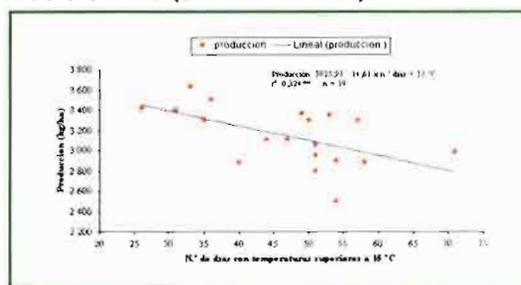
Las altas temperaturas en Andalucía parecen claramente implicadas en la reducción de las producciones unitarias, siendo el calor un claro limitante de los rendimientos potenciales de las diferentes variedades utilizadas por los agricultores.

El hecho ya presente de las altas temperaturas en Andalucía y su posible mayor frecuencia en el futuro pone de manifiesto la necesidad de disponer de variedades de algodón de alta tolerancia al calor.

El lector puede consultar la bibliografía empleada para la elaboración de este artículo en:

eurogenetic@eurosemillas.com

Gráfica 4. Relación entre la producción media nacional y el número de días con temperatura ambiental máxima superior a 35 °C en Alcalá del Río (años 1980-1998).



** Significativo al 99%

Gráfica 5. Relación de cuatro variedades de algodón entre producción y número de días con temperaturas máximas superiores a 38 °C. RAEA. Algodón. Alcalá del Río (1991-1997).

