

RESPUESTAS DEL NUMERO DE GRANOS A LA TEMPERATURA DURANTE LA DIFERENCIACION FLORAL.

Claudio Chimenti, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, IFEVA, Departamento de Ecología, Av. San Martín 4453, 1417 Buenos Aires, Argentina

Fax: +54 11 4514 8730; e-mail: chimenti@ifeva.edu.ar

Antonio J. Hall, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, IFEVA, Departamento de Ecología, Av. San Martín 4453, 1417 Buenos Aires, Argentina

Fax: +54 11 4514 8730; e-mail: hall@ifeva.edu.ar

María S. López, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, IFEVA, Departamento de Ecología, Av. San Martín 4453, 1417 Buenos Aires, Argentina

Fax: +54 11 4514 8730; e-mail: lopez@ifeva.edu.ar

RESUMEN

El número de primordios florales por capítulo es función del tamaño y la duración del área generativa. En este trabajo se han analizado los efectos de exposiciones a un rango de temperaturas entre los 14 y 38 °C, de 14 días de duración, en el momento de la formación de los primordios florales. Los resultados muestran que el aumento de la temperatura reduce la integral del área generativa debido a una reducción significativa ($P=0,05$) en el tiempo necesario para pasar del Estado Floral 4 al Estado Floral 8. Esta disminución afectó significativamente ($P<0,05$) el número de primordios florales por capítulo. La integral del área generativa cambió por efecto de modificaciones en la duración, excepto en bajas temperaturas donde hubo también un efecto en el tamaño del área generativa. El mayor número potencial de frutos observado a bajas temperaturas no se convierte en un alto número de frutos llenos por capítulo. Esta variable presenta una respuesta curvilínea convexa a la temperatura con un óptimo cercano a 25 °C. Existen efectos residuales de las bajas temperaturas que se manifiestan durante las etapas ontogénicas de antesis y posteriores que reducen significativamente el número de flores funcionales ($P<0,05$), afectando de esta manera el número de frutos llenos por capítulo ($P=0,05$). En síntesis la reducción observada en los frutos llenos se puede entender como el resultado de los efectos sobre la integral del área generativa y sobre la funcionalidad de las flores. Estos resultados son importantes porque permiten establecer las bases de una respuesta compleja a la temperatura y fija límites al rango de aplicabilidad del coeficiente fototérmico como estimador del número de frutos llenos en girasol.

GRAIN NUMBER RESPONSES TO TEMPERATURE DURING FLORET DIFFERENTIATION

ABSTRACT

The number of florets per head is a function of the size and duration of the generative area of the inflorescence primordia during the floret differentiation phase. We have explored the effects of 14-day exposures to daily mean temperatures in the 14 to 38°C range during floret differentiation on floret and grain numbers in cv. HA 89. Increasing temperature significantly

($P=0.05$) reduced the integral of the generative area between floral stages 4 and 8, largely due to reductions in the duration of the generative area. There were minor effects of low temperatures on the maximum size of the generative area. Variations in generative area translated into significant ($P<0.05$) proportional variations in florets per head. However, high floret number due to low temperatures did not translate into a high number of filled grains per head, the latter variable exhibiting a convex curvilinear response to temperature with an optimum at 25 °C. Residual effects of low temperature exposure during floret differentiation significantly reduced the number of functional florets ($P<0.05$) and filled grain ($P=0.05$), but there appeared to be no clear response of unfilled grain (flats) number to temperature. These results indicate that the curvilinear response of grain numbers per head can be understood as the result of opposing effects of temperature on floret differentiation and functionality. In addition, the results show the need for caution in extrapolating to low temperatures the applicable range of the photothermal quotient as an estimator of grain number.

INTRODUCCION

El período durante el cual se produce la fijación del número potencial y real de frutos en capítulos de girasol se extiende desde el Estado Floral 4 (EF4, Marc y Palmer, 1981) hasta los 20 días posteriores al 50% de antesis (Chimenti y Hall, 1992). El número de primordios florales diferenciados por capítulo es función del tamaño y la duración del área meristemática ubicada en la porción interna del ápice reproductivo en crecimiento. El integral del área generativa (evolución del tamaño por duración del período) define la cantidad máxima (potencial) de órganos florales por capítulos que luego se pueden transformar, de acuerdo a las condiciones ambientales durante su evolución, en frutos llenos por capítulo.

Exposiciones a bajas temperaturas, durante esta ventana crítica, modifican tanto el número potencial como real de frutos por capítulo (Chimenti *et al.*, 1996). El objetivo de este trabajo es identificar los procesos involucrados en la fijación del número de frutos que son afectados por la temperatura.

MATERIALES Y METODOS

Plantas de girasol de la línea HA89, fueron cultivadas a campo en recipientes de 50 litros de capacidad en adecuadas condiciones hídricas y nutricionales. Sendos grupos de plantas fueron transferidas a invernáculo y expuestas a distintas temperaturas medias diarias (rango de temperatura de exposición entre 14 y 38 °C), por períodos fijos de 14 días. Para ello las plantas fueron ubicadas en un invernáculo dividido en módulos independientes uno de otro: esta separación permitió que cada módulo tenga un régimen térmico diferente. Las otras condiciones ambientales dentro de los módulos de invernáculo no difirieron entre sí (datos no presentados). El ingreso de los grupos de plantas se produjo cuando las mismas alcanzaron el Estado Floral 4 (EF4= inicio en la formación de los primordios florales, Marc y Palmer, 1981). Luego de la exposición a las diferentes temperaturas los grupos de plantas fueron retirados del invernáculo y llevados a campo para su posterior crecimiento hasta madurez fisiológica. Durante el período en que las plantas se hallaban en invernáculo se realizaron cosechas diarias de plantas (3 plantas por cada temperatura), y bajo lupa se observó el estado floral que presentaba el meristema y se midió los tamaños del meristema y del área generativa.

Durante antesis los capítulos fueron cubiertos con bolsas para evitar la acción de los insectos polinizadores. La polinización se realizó en forma manual utilizando polen proveniente del mismo tratamiento.

En madurez fisiológica se procedió a cosechar capítulos de los distintos tratamientos para proceder a contar el número de flores (número potencial de frutos), el número de frutos llenos (número real de frutos), frutos vanos y flores no funcionales (la diferencia entre frutos vanos y flores no funcionales es que en estas últimas no existe un desprendimiento de las piezas florales del ovario, que si ocurre en el caso de los frutos vanos acompañado por un aumento del tamaño del pericarpio).

Los resultados presentados en este trabajo surgen de experimentos realizados durante las campañas 97/98 y 98/99. La rutina no-lineal del programa SYSTAT (Wilkinson, 1986) fue utilizada para el ajuste de las funciones a los datos. Se utilizó análisis de varianza para establecer la significancia de los efectos de la temperatura.

RESULTADOS

Los resultados muestran que el aumento de la temperatura reduce la integral del área generativa (Figura 1). Estas modificaciones estuvieron asociadas a una reducción significativa

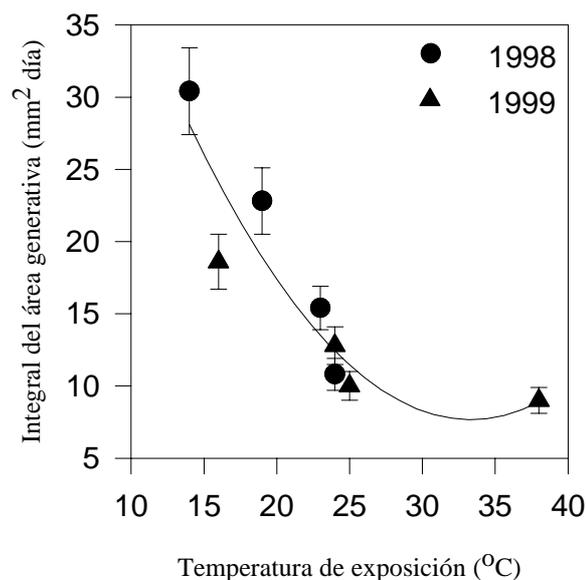


Fig.1. Relación entre la integral del área generativa (mm² día) y la temperatura de exposición durante la formación de los primordios florales. Las barras indican +/- 1 error estándar.

(P=0,05) en el tiempo necesario para pasar del Estado Floral 4 (EF4) y el Estado Floral 8 (EF8= cuando el 100% de la superficie del capítulo presenta primordios florales) (Figura 2). Las altas temperaturas, también redujeron significativamente (P<0,05) el número de primordios florales por capítulo (número potencial de frutos) (Figura 3).

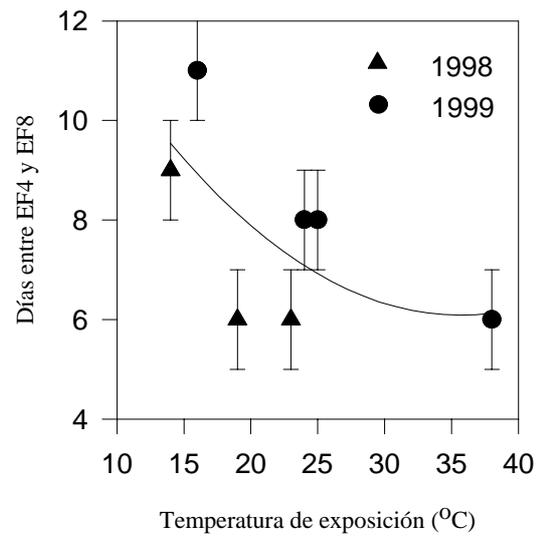


Fig.2. Relación entre el tiempo necesario para pasar de EF4 a EF8 y la temperatura de exposición durante la formación de los primordios florales. Las barras indican +/- 1 error estándar.

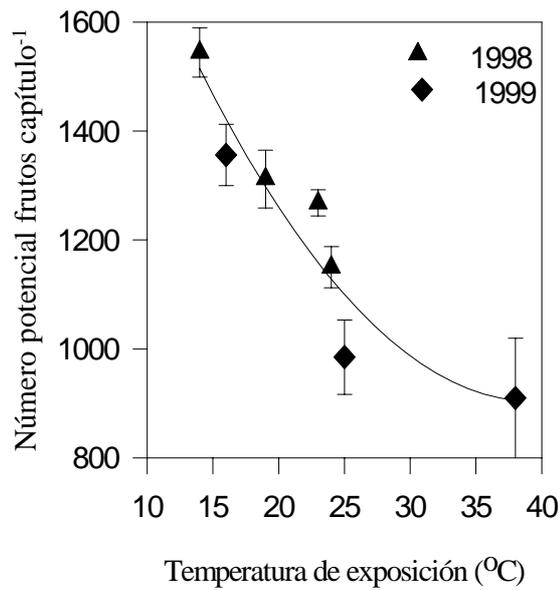


Fig.3. Relación entre el número potencial de frutos por capítulo y la temperatura de exposición durante la formación de los primordios florales. Las barras indican +/- 1 error estándar.

Las exposiciones a bajas temperaturas, durante la diferenciación floral, redujeron significativamente ($P=0,05$) el número real de frutos por capítulo (Figura 4). Esta variable

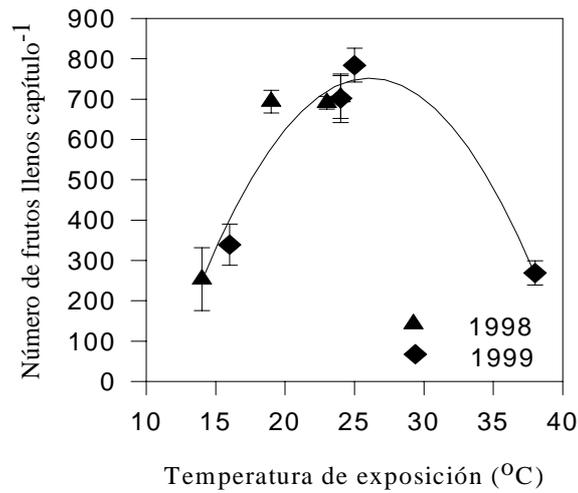


Fig.4. Relación entre el número de frutos llenos por capítulo y la temperatura de exposición durante la formación de los primordios florales. Las barras indican +/- 1 error estándar.

presenta una respuesta curvilínea a la temperatura con un óptimo cercano a 25 °C. Las bajas temperaturas que se manifiestan durante esta etapa reducen significativamente el número de flores funcionales ($P < 0,05$) (Figura 5). La presencia de frutos vanos no parece mostrar una tendencia con la temperatura (Figura 6).

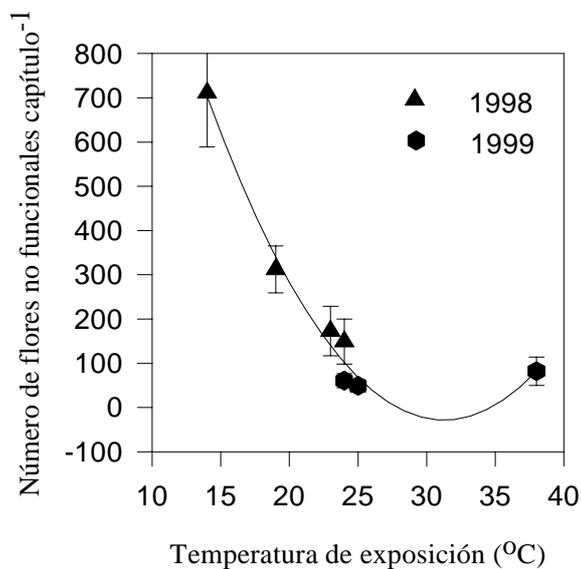


Fig.5. Relación entre el número de flores no funcionales/capítulo y la temperatura de exposición durante la formación de las mismas. Las barras indican +/- 1 error estándar.

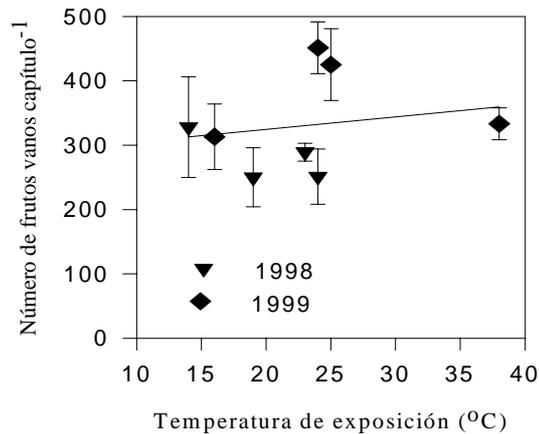


Fig.6. Relación entre el número de frutos vanos por capítulo y la temperatura de exposición durante el período de formación de los primordios florales. Las barras indican +/-1 error estandar.

DISCUSION

El aumento de la temperatura reduce la integral del área generativa debido a una reducción en la duración de la misma, excepto en los de baja temperatura donde también hubo un efecto sobre el tamaño del área generativa (datos no presentados). Estas disminuciones afectaron negativamente el número de frutos potenciales por capítulo (Figura 3). El comportamiento observado sugiere que las bajas temperaturas deberían aumentar el número de frutos llenos por capítulo, sin embargo el mayor número potencial de frutos no se convierte en un alto número real de frutos por capítulo. Existen efectos residuales de las bajas temperaturas durante la diferenciación floral que se manifiestan durante las etapas de antesis y posteriores a la misma que reducen el número de flores funcionales (efectos que se manifiestan principalmente en la producción y viabilidad del polen, datos no presentados). En síntesis, la reducción en el número de frutos llenos se puede entender como el resultado de los efectos sobre la integral del área generativa (especialmente altas temperaturas) y sobre la funcionalidad de las flores (temperaturas bajas).

Estos resultados son importantes porque permiten establecer las bases de una respuesta compleja a la temperatura. Fija límites a la idea de la utilización del coeficiente fototérmico (Cantagallo et al., 1997) pues determina que solo es adecuado para explicar las variaciones en el número de frutos llenos para valores medios y altos de temperatura. El estudio aquí descrito no se ha realizado para otras especies cultivadas. Por último, esta información debe ser incorporada a los modelos de simulación para girasol, porque en ellos no se contempla el efecto de bajas temperaturas en las etapas tempranas del ciclo ontogénico.

REFERENCIAS

- Cantagallo, J., Chimenti, C., and Hall, A. 1997. Seed Population Density in Sunflower Correlates Well with a Photothermal Quotient. *Crop Sci* Nov-Dec (vol 37)6:1780-1786.
- Chimenti, C.A. y Hall, A.J. Sensibilidad del número de frutos por capítulo de girasol (*Helianthus annuus L.*) a cambios en el nivel de radiación durante la ontogenia del cultivo. XIX Reunión Nacional de Fisiología Vegetal, Córdoba, marzo 1992.
- Chimenti, C., Cantagallo, J. y Hall, A. Efecto de la temperatura sobre el número potencial y real de frutos por capítulo en girasol (*Helianthus annuus L.*). XXI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal, Mendoza, 1996.
- Marc, J. and Palmer, J.. 1981. Photoperiodic sensitivity of inflorescence initiation and development in sunflower. *Field Crops Res.*, 4:155-164.
- Wilkinson, L.. 1986. SYSTAT for Window. Versión 5 Edition. SYSTAT, INC., EVANSTON, IL .