

RESPUESTAS A LA TEMPERATURA DEL PESO FINAL, DURACION Y TASA DE LLENADO DEL EMBRION EN GIRASOL.

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 régimen térmico de la inflorescencia afecta la dinámica del llenado y el peso final del grano en distintas especies, pero no se han estudiado, hasta ahora, estos efectos en girasol. En este trabajo se han estudiado los efectos de la temperatura, durante la fase de llenado del embrión, sobre un rango de temperaturas promedio diarias comprendidas entre los 12 y 40 °C, utilizando plantas pertenecientes a la línea HA89. Los frutos fueron cosechados a intervalos regulares durante el período de crecimiento y la tasa y duración de crecimiento fue estimada a partir de las funciones de crecimiento ajustadas a los datos de peso seco. La duración de llenado del embrión mostró una respuesta curvilínea cóncava a la temperatura con un valor mínimo cercano a los 32 °C. Ajustando una función lineal a la inversa de los valores de duración de llenado en función de la temperatura se estimó el valor de la temperatura base en -1 °C. La respuesta curvilínea encontrada para la tasa de llenado del embrión en función de la temperatura mostró un valor óptimo de 25 °C. Las respuestas opuestas halladas para duración y tasa de llenado dieron como resultado la reducción del peso final del embrión con el aumento de la temperatura en casi todo el rango experimentado. Las funciones y las temperaturas cardinales definidas en este trabajo experimental permitirán mejorar la capacidad de los modelos de girasol para describir el llenado de frutos.

RESPONSES TO TEMPERATURE OF SIZE, DURATION, AND RATE OF EMBRYO FILLING IN SUNFLOWER.

ABSTRACT

The thermal regime of the inflorescence has been shown to affect grain filling dynamic and grain weight in several crop species, but temperature response functions for sunflower grain have not yet been developed. We have explored the effects of daily mean temperatures in the 12 to 40°C range during the embryo growth phase on embryo growth characteristics in cv. HA 89. Plants were grown in temperature-controlled glasshouse modules between the start of embryo growth and physiological maturity. Grain were harvested at regular intervals during

the growth period and rates and durations of embryo growth derived from bi-phasic linear regression models fitted to the resulting embryo weight dynamics data. Embryo filling duration showed a concave curvilinear response to temperature with a minimum at close to 32 °C. A plot of the inverse of embryo growth duration against temperature served to estimate a base temperature of close to -1°C. In contrast, the curvilinear response for rate of embryo filling peaked at 25°C. The opposing effects of these two responses produced a continuously decreasing embryo size with temperature over most of the temperature range explored. The response functions and cardinal temperatures defined in this experiment are expected to improve the capacity of current crop simulation models to describe grain filling in sunflower.

INTRODUCCION

La posición del capítulo de girasol afecta el régimen térmico del mismo, reduciendo la duración del llenado de frutos y su peso final en las condiciones que generan las mayores temperaturas (Ploschuk y Hall, 1995). A pesar de la importancia potencial de estos efectos, aun no se han definido, para el girasol, las temperaturas cardinales (base, óptima, y máxima) para la duración de llenado de frutos, ni la respuesta a la temperatura de la tasa de llenado de frutos y los efectos sumados de ambas características al peso del embrión a madurez fisiológica. Este trabajo representa una aproximación a estos objetivos.

Erreur! Signet non défini.MATERIALES Y METODOS

Plantas de girasol de la línea HA89, fueron sembradas a campo en recipientes de 50 litros de capacidad y mantenidas en adecuadas condiciones hídricas y nutricionales. Sendos grupos de plantas fueron transferidos a invernáculo y expuestas a distintas temperaturas medias diarias (12, 14, 20, 25, 30, 34 y 40 °C), durante el período comprendido entre antesis +7días y madurez fisiológica (período de crecimiento lineal del embrión). Para ello las plantas fueron ubicadas en un invernáculo dividido en módulos independientes uno de otro: esta separación posibilitó que cada módulo tenga un régimen térmico diferente. Las otras condiciones ambientales dentro de los tres módulos de invernáculo no difirieron entre sí (datos no presentados). Previo a la entrada de las plantas al invernáculo se facilitó el cuaje de las flores de la zona del capítulo donde se realizaron los muestreos. Esto permitió separar los efectos sobre el crecimiento del fruto de los correspondientes a fallas en la polinización (cantidad y viabilidad del polen y/o receptividad de los estigmas) o en el cuaje debidas a las temperaturas.

La iniciación del muestreo de frutos comenzó a los 7 días de iniciada antesis, ese momento coincide aproximadamente con el inicio de la fase de crecimiento lineal del embrión (Connor y Hall, 1997). Dos veces por semana se procedió a extraer, de cuatro plantas, frutos provenientes de dos posiciones dentro del capítulo: **borde** (se consideró para esta posición los 7 primeros círculos, pero se excluyeron los 2 primeros círculos para las operaciones de extracción de frutos) y **medio** (para esta posición se usaron los 5 círculos ubicados a continuación de los de la posición anterior).

De cada posición y por cada capítulo se muestrearon 3 frutos. Se separó el pericarpio del embrión para luego determinar el peso seco de este último. Se ajustaron funciones bi-lineales para la relación peso seco embrión/tiempo para determinar la duración y la tasa de crecimiento del embrión. Los valores de la tasa de llenado corresponden a la pendiente de la fase lineal de la relación entre peso seco del embrión y tiempo. La duración de llenado del embrión resulta

de restar al período ané debate-madurez fisiológica el período ané debate-inicio fase lineal del crecimiento del embrión.

El análisis se realizó sobre datos recogidos en experimentos realizados durante las campañas 96/97, 97/98 y 98/99 y solo se presentan y discuten los datos correspondientes a embriones de la posición borde, los de la posición del medio tienen una respuesta similar a las primeras (datos no presentados).

La rutina no-lineal del programa SYSTAT (Wilkinson, 1986) fue utilizada para el ajuste del modelo bifásico que relaciona el peso seco del embrión y el tiempo y que permitió estimar a partir del mismo la duración y la tasa de llenado del embrión. Con el mismo programa se ajustaron las funciones con los valores promedios correspondientes a cada temperatura y año. La significancia de los efectos del tratamiento fue establecida utilizando análisis de varianza.

Erreur! Signet non défini.RESULTADOS

La temperatura afectó el peso de los embriones a madurez fisiológica reduciendo su valor con el aumento de la temperatura (Figura 1). Estas disminuciones fueron significativas ($P < 0,0001$) entre temperaturas.

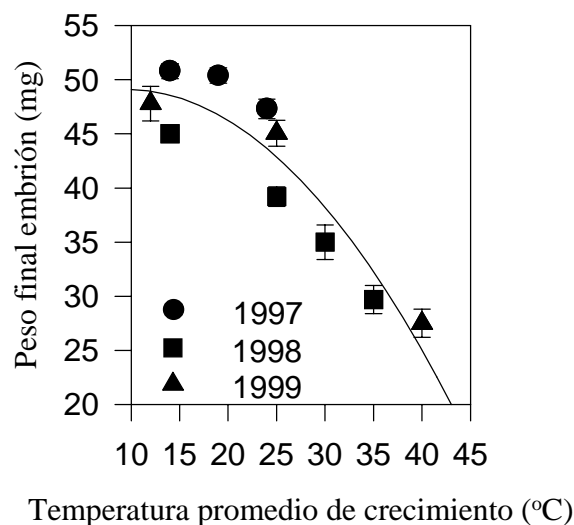
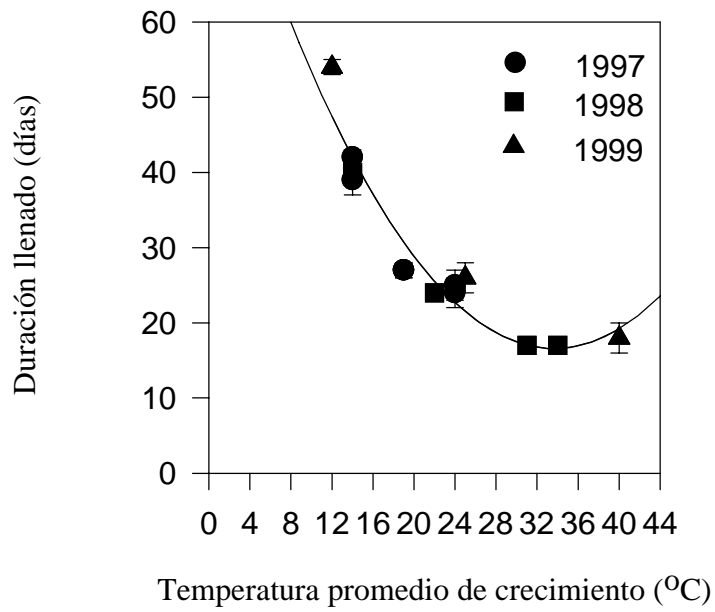


Fig.1. Relación entre el peso seco del embrión (posición borde) y la temperatura promedio diaria de exposición durante el período ané debate-madurez fisiológica ($y=46,78+0,49x-0,02x^2$; $r^2=087$). Las barras indican +/- 1 error estándar.

La duración de llenado del embrión mostró una respuesta curvilínea a la temperatura con un valor mínimo cercano a los 32 °C. Los resultados mostraron la existencia de diferencias

significativas ($P < 0,0001$) entre temperaturas, aumentado la duración de llenado del embrión a



medida que las temperaturas disminuyen o bien se ubican sobre los 32 °C, (Figura 2).

Fig. 2. Relación entre la duración del llenado del embrión y la temperatura promedio diaria de exposición durante este período ($y=91,06-4,43x+0,06x^2$; $r^2=0,92$). Las barras indican ± 1 error estándar.

La tasa de llenado del embrión también mostró diferencias significativas ($P < 0,0001$) entre temperaturas mostrando una respuesta curvilínea con un óptimo situado alrededor de los 25 °C (Figura 3).

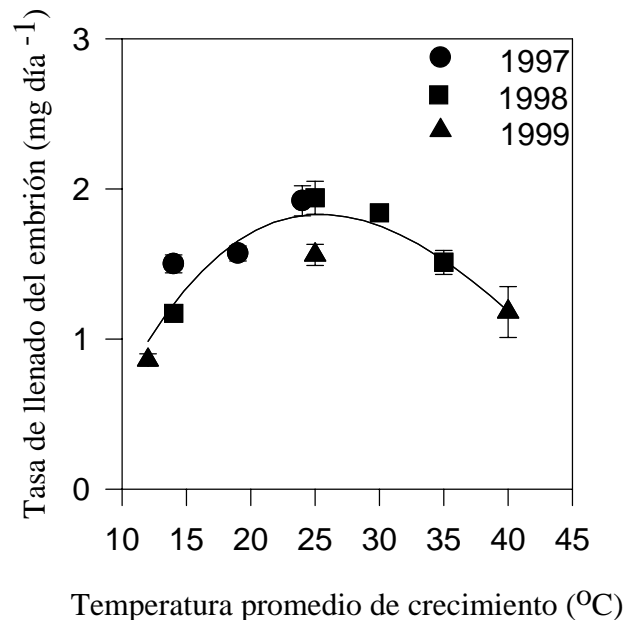


Fig. 3. Relación entre la tasa de llenado del embrión (posición borde) y la temperatura promedio diaria durante esta etapa ($y = -0,87 + 0,20x - 0,004x^2$; $r^2 = 0,82$). Las barras indican +/- 1 error estándar.

Ajustando una función lineal a la inversa de los valores de duración de llenado en función de la temperatura se estimaron los valores de temperaturas cardinales (base y óptimo) para la duración de llenado. La temperatura base se estimó en -1 °C mientras que la óptima fue de 32 °C (Figura 4).

Erreur! Signet non défini.DISCUSION

Los resultados indican que el peso del embrión es significativamente afectado por la temperatura como resultado de las modificaciones que se produjeron en la duración y en la tasa de llenado de los embriones. Esta reducción se debe principalmente a los efectos de la temperatura sobre la duración de la tasa de llenado del embrión, al menos para temperaturas menores a 25 °C.

A partir de la relación entre la inversa de la duración de llenado de los embriones y la temperatura se calculó la temperatura base (-1 °C) y la óptima (32 °C) para esta fase. Este valor encontrado es inferior al encontrado por Villalobos y Ritchie (1992) para la tasa de aparición de hojas en girasol, el óptimo es 7 °C superior al identificado por los autores antes mencionados.

Estos resultados permiten definir la respuesta a la temperatura de los componentes de crecimiento del embrión. Esta información es crítica para mejorar las técnicas culturales de la especie porque permitirán establecer los efectos sobre el rendimiento de cambios de fecha de siembra (y por lo tanto del momento y condiciones ambientales en que se produce el llenado de frutos). Además permite mejorar las actuales funciones integradas a los modelos del cultivo de girasol, que dependen fuertemente de extrapolaciones no verificadas basadas en las respuestas de otros procesos. Ejemplo de esto es el uso de la temperatura base y óptima encontrados por Villalobos y Ritchie (op.cit.) para el proceso de aparición de hojas para describir la duración del crecimiento del fruto de girasol en el modelo OILCROP-Sun (Villalobos et. al., 1996).

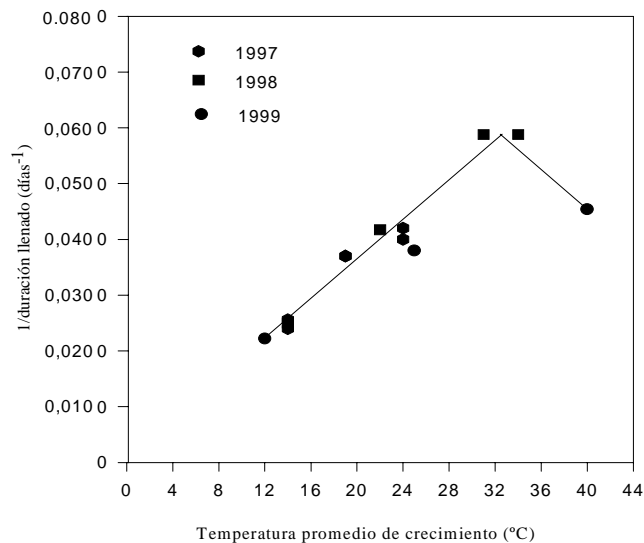


Fig. 4. Relación entre la inversa de la duración de la fase de llenado del embrión y la temperatura promedio diaria para plantas de girasol expuestas a distintas temperaturas durante el período antes-madurez fisiológica.

Fig. 4. Relación entre la inversa de la duración de la fase de llenado del embrión y la temperatura promedio diaria para plantas de girasol expuestas a distintas temperaturas durante el período antes-madurez fisiológica. La función lineal ajustada para la rama ascendente es $y=0,0016 + 0,0017x$; $r^2=0,94$.

Los presentes resultados indican que la temperatura base real del proceso es menor y que existe una temperatura óptima considerablemente mayor a la asumida en dicho modelo. A esto debe agregarse que estos experimentos permitieron definir en forma muy clara los efectos de la temperatura sobre la tasa del crecimiento del embrión de girasol, tema hasta ahora nunca abordado.

REFERENCIAS

- Connor, D. and Hall A..1997.Sunflower Physiology. Sunflower Technology and Production, Agron. Monograph 35.
- Ploschuk, E.L. and Hall, A.. 1995. Capitulum position in sunflower affects grain temperature and duration of grain filling. Field Crops Res. 44:111-117.
- Villalobos, F.J. and Ritchie, J.T.. 1992. The effect of temperature on leaf emergence rates of sunflower genotypes. Field Crops Res. 29:37-46.
- Villalobos, F.J., A.J. Hall, Ritchie, J.T. and Orgaz, F. 1996. OILCROP-SUN: A development, growth, and yield model of the sunflower crop. Agron. J. 88:403-415.
- Wilkinson, L. .1986. SYSTAT for Window. Versión 4 Edition. SYSTAT, INC.,EVANSTON, IL.

