

**COMPORTAMIENTO DEL GIRASOL (*Helianthus annuus* L.) EN FUNCION DE LAS VARIABLES MATERIAL GENETICO, DENSIDAD Y DISPONIBILIDAD DE FOSFORO.**

C. Baumann Fonay; M. Salgado; M. Aguirre; G. Mendivil; J. Bardi; R. Navas y T. Shiroma

Cafedra de Cereales y Oleaginosas - Facultad de Agronomía - U.N.C.P.B.A. - Burgos 533, 7300 Azul, Buenos Aires.

El presente trabajo tiene como objetivo estudiar el comportamiento del cultivo de girasol en función de las variables material genético (MG), densidad de plantas (D) y disponibilidad de fósforo (F); analizando los efectos aislados como así también las interacciones de primer y segundo orden. En un suelo hapludol taptoárgico del partido de Azul se realizó un ensayo en microparcelas con un diseño en bloques con el método de experimento factorial de tres factores a dos niveles: factor MG: Contiflor 3 y SPS 3160, factor D: 40.000 y 55.000 plantas logradas/ha. y factor F: sin fertilizar (8.4 ppm de fósforo (K y B)) y fertilizado (50 kg de  $P_2O_5$ ). A través del ciclo del cultivo se efectuaron seguimientos de área foliar, materia seca aérea y de raíces. En el análisis factorial de porcentaje de aceite el único efecto principal altamente significativo fue MG ( $\bar{X}$  SPS 3160=49.6% y Contiflor 3=39.9%) y en lo referente a interacción MG x F. Al analizar rendimiento, el único efecto principal significativo es el factor F ( $\bar{X}$  sin fertilizar=2319 kg/ha y con fertilizante=2795 kg/ha), correspondiente a un rendimiento relativo superior en 21% o una eficiencia de 9.5 kg de grano/kg de  $P_2O_5$  agregado. También en este caso la interacción MG x F cumple la exigencia estadística. Del factor D resultan valores similares para los niveles alto y bajo ya sea para porcentaje de aceite (44.8%) o para rendimiento en el orden de 2550 kg/ha. En el estudio de los kilogramos de aceite/ha se destaca con valor estadístico solamente el efecto principal F (1027 kg de ac./ha en el nivel 1 y 1265 kg de ac./ha en el nivel 2) representando un aumento del 23%.

La relación entre % aceite y rendimiento manifiesta una asociación negativa con deficiencias hídricas o nutricionales, desapareciendo cuando ambos factores están en el nivel óptimo. Se encontraron estrechas asociaciones entre el rendimiento y peso seco de raíces en 4/5 pares de hojas y entre rendimiento y peso seco de hojas en floración.

#### INTRODUCCION

Los factores material genético, nutrición y densidad son fundamentales a tener en cuenta para la optimización del rendimiento del cultivo de girasol. Anteriores estudios en la Pcia. de Buenos Aires han encontrado respuesta a la fertilización fosforada tanto en el SE (Valetti et al., 1985) como en el SO (Barberis et al., 1981), pero sujetas a determinadas prácticas de manejo o condiciones edáficas. Vannozi et al. (1985) menciona que las densidades más favorables se ubican en las 4 a 5 pl/m<sup>2</sup>; pero otros autores amplían ese rango debido a condiciones ambientales y de manejo de cultivo. Cardinali et al. (1985) destacan la gran plasticidad del girasol en la zona de Balcarce pues aunque a mayores densidades los rendimientos individuales se afectaron, el rendimiento por parcela no se modificó. El estudio individual y la interrelación de los factores mencionados ha sido el motivo del presente ensayo.

## MATERIALES Y METODOS

En un suelo hapludol taptórgico del partido de Azul, se realizó un ensayo en microparcels de 17.5 m<sup>2</sup> con un diseño en bloques completos aleatorizados, a través de un experimento factorial de tres factores en dos niveles: factor MG: Contiflor 3 (n1) y SPS 3160 (n2); factor D: 40.000 plantas/ha (n1) y 55.000 plantas/ha (n2); factor F: sin fertilizar (n1) con 8.4 ppm de fósforo (K y B) y fertilizado con 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (n2). Se aplicó como herbicida de pre-siembra Sutan +:8 l/ha, sembrándose el 2/12/86. Se raleó el 19/12/86 a 14 plantas/parcela en la densidad 1 y a 19 plantas/parcela en la densidad 2. Se realizaron mediciones de area foliar (AF), peso seco de la parte aerea (PSa) y peso seco de raices (PSr) en el estado de 4/5 hojas de cultivo. En la floración se midió AF y peso seco de hojas (PSH). Se llevó a cabo una cosecha manual de los capítulos de los tres surcos centrales.

## RESULTADOS Y DISCUSION

I- EXPERIMENTO FACTORIAL: En el Cuadro No. 1 se presentan los resultados promedio de rendimiento, % de aceite y kg de aceite/ha para los ocho tratamientos analizados, estudiándose los efectos principales y las interacciones.

Cuadro No. 1:

| Tratamientos                                  | Rendimiento $\bar{X}$ | % de aceite | kg aceite/ha |
|---|-----------------------|-------------|--------------|
| MG <sub>1</sub> D <sub>1</sub> F <sub>1</sub> | 2459                  | 39.6        | 973          |
| MG <sub>2</sub> D <sub>1</sub> F <sub>1</sub> | 2042                  | 49.5        | 1009         |
| MG <sub>2</sub> D <sub>2</sub> F <sub>1</sub> | 1901                  | 51.2        | 976          |
| MG <sub>2</sub> D <sub>1</sub> F <sub>2</sub> | 2998                  | 48.5        | 1454         |
| MG <sub>1</sub> D <sub>2</sub> F <sub>1</sub> | 2872                  | 36.7        | 1062         |
| MG <sub>1</sub> D <sub>2</sub> F <sub>2</sub> | 2824                  | 42.0        | 1187         |
| MG <sub>1</sub> D <sub>1</sub> F <sub>2</sub> | 2598                  | 41.3        | 1027         |
| MG <sub>2</sub> D <sub>2</sub> F <sub>2</sub> | 2759                  | 49.3        | 1359         |

Referencias: MG<sub>1</sub>=Contiflor D<sub>1</sub>= 40.000 plantas/ha F<sub>1</sub>= sin fertilizar  
 MG<sub>2</sub>=SPS D<sub>2</sub>= 55.000 plantas/ha F<sub>2</sub>= 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha

Los rendimientos están expresados en kg/ha

Cuadro No. 2:

|                   | Efectos principales |   |   | Efecto interacción |          |       |            |
|-------------------|---------------------|---|---|--------------------|----------|-------|------------|
|                   | MG                  | D | F | MG x D             | MG x F   | D x F | MG x D x F |
| % aceite          | ++                  |   |   |                    | + int(+) |       |            |
| rendimiento kg/ha |                     |   | + |                    | + int(+) |       |            |
| kg aceite/ha      |                     |   | + |                    |          |       |            |

+ significativo al 5%

++ significativo al 1%

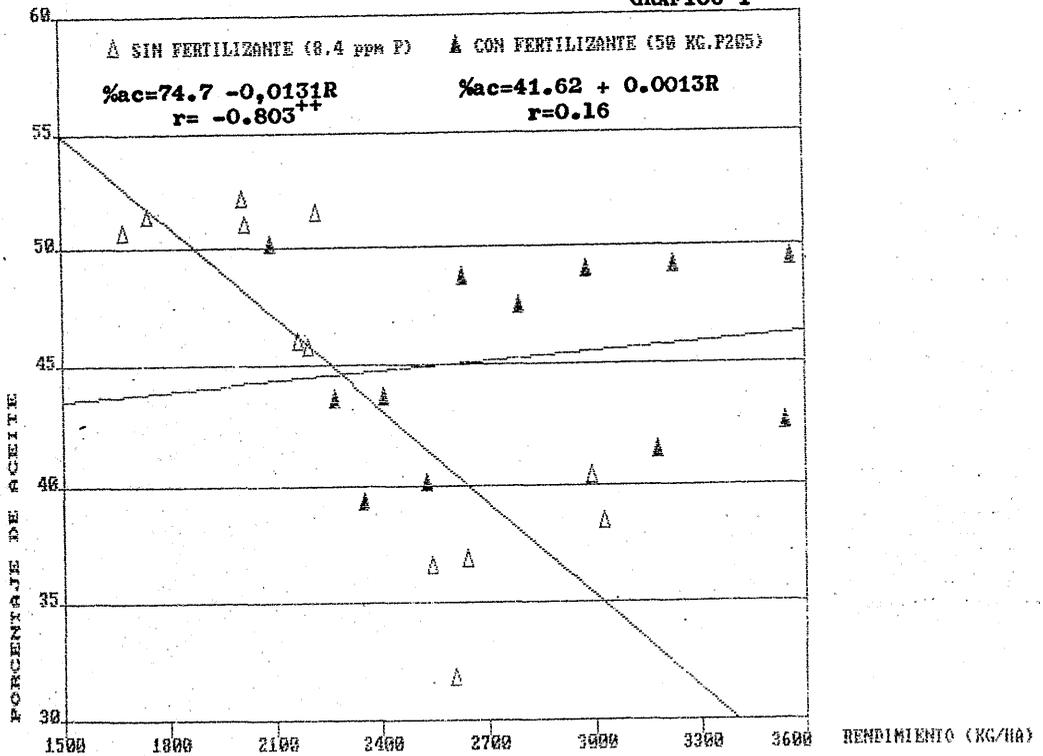
int(+)<sup>+</sup> interacción positiva

A través del Cuadro No.2 se aprecian los efectos e interacciones que se han destacado significativamente. Respecto del % de aceite, el MG<sub>2</sub> tuvo un promedio de 49.6% frente a MG<sub>1</sub> de 39.9%, y los coeficientes de variación fueron de 3.6% y 9.6% respectivamente. También es interesante apreciar la interacción positiva de MG con mayores niveles de fósforo. Al analizar los efectos de los distintos factores sobre el rendimiento, el factor F determinó diferencias significativas con F<sub>2</sub> 2759 kg/ha y F<sub>1</sub> 2319 kg/ha. Esto significa un rendimiento relativo de F<sub>2</sub> respecto de F<sub>1</sub> superior en 21% a una eficiencia de 9.5 kg de grano por kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> agregado. Ndeivamente la interacción MG x F vuelve a ser positiva. El factor MG tomado aisladamente no manifiesta diferencias significativas aunque el promedio de rendimiento de MG<sub>1</sub> fue 2689 kg/ha en relación al de MG<sub>2</sub> que fue 2425 kg/ha debido a la amplia variabilidad existente dentro de tratamientos. Con respecto al factor D, los promedios de rendimientos son similares (D<sub>1</sub>=2542 " y D<sub>2</sub>=2590 kg/ha), lo mismo se observa para porcentaje de aceite (D<sub>1</sub>=44.7% y D<sub>2</sub>=44.8%) pero sin embargo los coeficientes de variación fueron mayores en D<sub>2</sub> (24.3% para % de aceite y 23.2% para rendimiento) que en D<sub>1</sub> (11.9% para % de aceite y 17.8% para rendimiento) evidenciándose así una mayor dispersión en el segundo nivel.

II- RELACION ENTRE % DE ACEITE Y RENDIMIENTO: Se determinaron las regresiones y correlaciones entre % de aceite y rendimiento para las seis subpoblaciones: MG<sub>1</sub>, MG<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, D<sub>1</sub> y D<sub>2</sub> (cada subpoblación incluye los doce casos en que interviene dicho factor: cuatro tratamientos con tres repeticiones), apreciándose una tendencia negativa entre ambos factores que se hace mas marcada en condiciones adversas y que se diluye en condiciones óptimas, ejemplificándose en los gráficos No. 1 y No. 2.

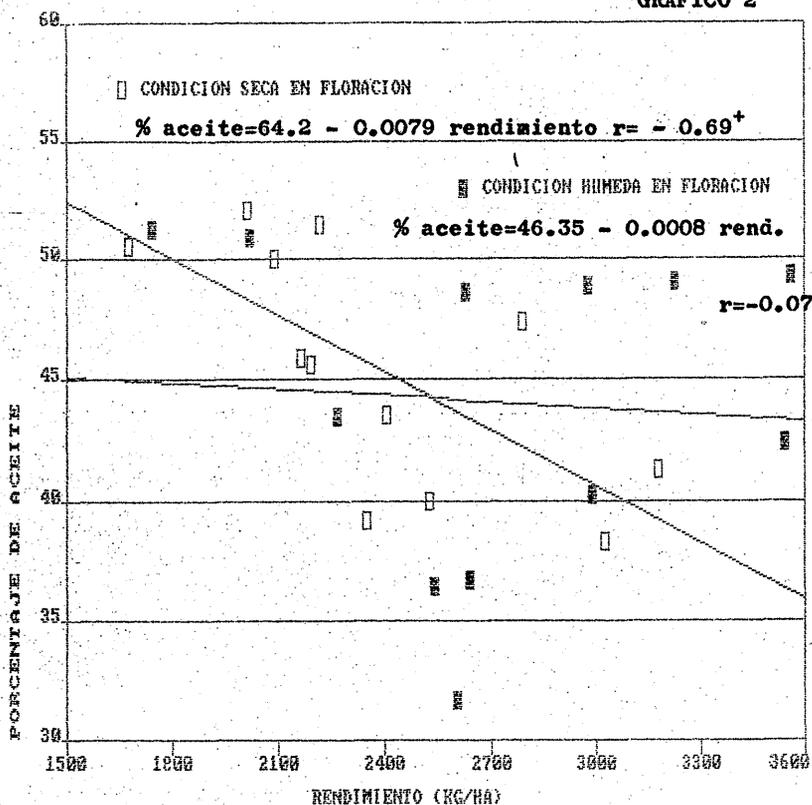
PORCENTAJE DE ACEITE VERSUS RENDIMIENTO

GRAFICO 1



PORCENTAJE DE ACEITE VERSUS RENDIMIENTO

GRAFICO 2



En el gráfico No.1 se observa la marcada pendiente negativa de elevada significancia estadística para  $F_1$ , desapareciendo esa asociación con la aplicación de fertilizante.

Respecto al gráfico No.2, en la época de floración se visualizó a campo una diferente disponibilidad de humedad en la mitad superior del ensayo (condición seca en floración) respecto a la mitad inferior (condición húmeda en floración). Al analizar estadísticamente cada subpoblación observamos un fuerte coeficiente negativo para la relación rendimiento-% de aceite respaldada estadísticamente, apoyando la hipótesis antes mencionada, en la condición húmeda esta asociación desaparece. En otras palabras, la asociación negativa existe con deficiencias hídricas y nutricionales, desapareciendo cuando ambos factores están en el nivel óptimo.

III- RELACION ENTRE RENDIMIENTO O % DE ACEITE CON LOS INSTRUMENTOS DEL RENDIMIENTO: Se consideran instrumentos del rendimiento: peso seco de la parte aérea, peso seco de raíces e índice de área foliar (IAF); en floración se toma en cuenta sólo el peso seco de hojas.

Cuadro No. 3:

|                 | 4/5 pares de hojas |      |                       | Floración         |      | Rendim.<br>Kg/ha | Aceite<br>% |
|-----------------|--------------------|------|-----------------------|-------------------|------|------------------|-------------|
|                 | Ps aerea<br>kg/ha  | IAF  | PS raices<br>g/planta | PS hojas<br>kg/ha | IAF  |                  |             |
| MG <sub>1</sub> | 3015               | 2,74 | 28,3                  | 5862              | 3,18 | 2689             | 39,9        |
| MG <sub>2</sub> | 2894               | 2,76 | 29,3                  | 5387              | 3,22 | 2425             | 49,6        |
| F <sub>1</sub>  | 2798               | 2,55 | 28,4                  | 4962              | 3,38 | 2319             | 44,3        |
| F <sub>2</sub>  | 2896               | 2,94 | 29,2                  | 6287              | 3,02 | 2795             | 45,3        |
| D <sub>1</sub>  | 2717               | 2,40 | 28,4                  | 4990              | 3,18 | 2542             | 44,7        |
| D <sub>2</sub>  | 2982               | 3,10 | 28,6                  | 6259              | 3,17 | 2590             | 44,8        |

En el análisis de regresión de rendimiento final en función PS aereo en 4/5 pares de hojas no se obtienen ecuaciones estadísticamente significativas, para ninguna de las subpoblaciones. Por otra parte, con valores de correlación más cercanos a la significancia, las regresiones entre IAF y rendimiento siempre tienen pendiente positiva.

Existe una asociación estadísticamente positiva entre rendimiento y peso seco de raíces (g/planta) cuando el cultivo tiene 4/5 pares de hojas, sólo puesta de manifiesto en la subpoblación D<sub>1</sub>. Lo interesante de esto es el valor diagnóstico sobre el rendimiento final ya que el peso de raíces corresponden a una época temprana del cultivo.  $\text{Rend } D_1 = -894.8 + 118.1 \text{ PS raíces}$   $r=0,65 +$

Del estudio de la relación % de aceite - IAF en floración no se observaron asociaciones estrechas, salvo una tendencia negativa en la subpoblación D<sub>2</sub>. En lo referente al rendimiento no se encontraron tendencias estadísticas con el IAF en floración en ninguna de las subpoblaciones.

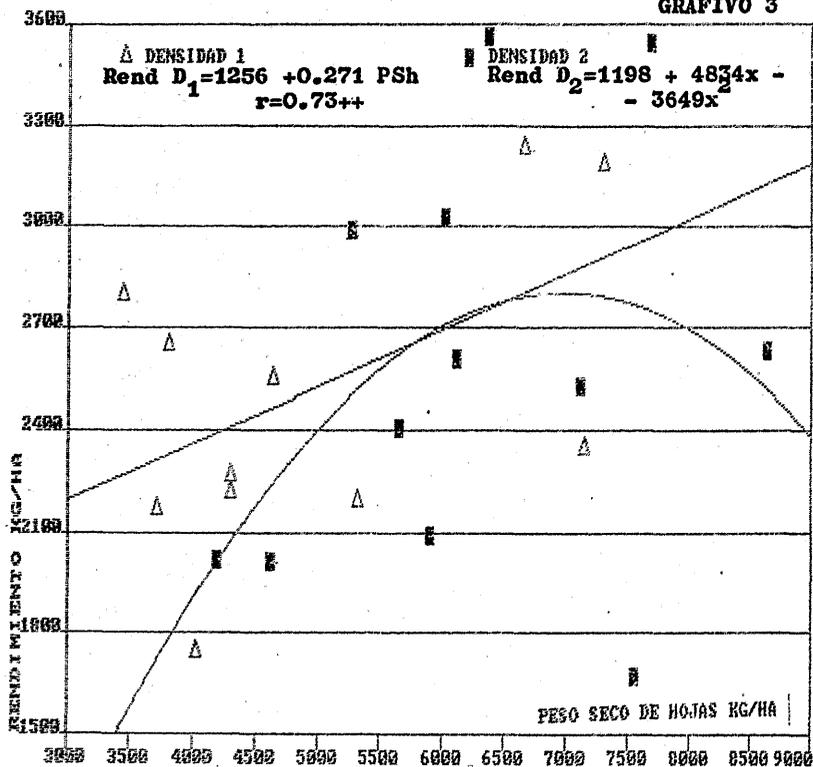
En cuanto a la asociación rendimiento con peso seco de hojas en floración, los datos hallados en las subpoblaciones D<sub>1</sub> y D<sub>2</sub> permiten discutir los siguientes resultados: En el gráfico No.3 se ilustra la estrecha relación lineal y positiva del rendimiento en la subpoblación D<sub>1</sub> con el peso seco de hojas en floración. Se observa que en la subpoblación D<sub>2</sub> después de los 6000 kg/ha de peso seco de hojas la curva cae. Al estudiar detenidamente los casos de las parcelas que motivan ese cambio, se verificó que todas correspondían a la zona de condición seca en floración. Por otra parte los tres casos superiores de rendimiento corresponden a la densidad 2 y a más de 6000 kg/ha de peso seco de hojas, pero pertenecientes a la condición húmeda en floración. Este gran contraste no se encuentra en la D<sub>1</sub>; Esto nos permite agregar que en D<sub>1</sub>, el aumento de peso seco de hojas va siempre asociado a un aumento en el rendimiento, mientras que en D<sub>2</sub> después de los 6000 kg/ha de materia seca de hojas, las condiciones hídricas definen dicha relación hacia un sentido positivo o negativo. Se puede inferir que ante condiciones deficitarias de agua la densidad 1 tiene un comportamiento más estable.

#### CONCLUSIONES

- El aporte de 50 kg. de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> significó un aumento del 21 % en el rendimiento.
- Los MG utilizados manifestaron distinto comportamiento frente a los factores analizados.
- La interacción MG x F fue significativa tanto para % de aceite/ha como para rendimiento.
- En la relación entre % de aceite y rendimiento las deficiencias hídricas o nutricionales le confieren un signo negativo ( $r = -0.69^+$  y  $r = -0.80^{++}$ ) que no se presenta en niveles óptimos de ambos factores.
- La subpoblación D<sub>1</sub> tuvo un comportamiento más estable que la D<sub>2</sub>.

RENDIMIENTO VERSUS MATERIA SECA EN FLORACION

GRAFIVO 3



- El rendimiento y el PS de hojas en floración estuvieron positivamente relacionados en la subpoblación D<sub>1</sub> ( $r = 0.73^{++}$ ).
- El PS de raíces en el estadio de 4/5 pares de hojas fue una variable positivamente correlacionada con el rendimiento en la subpoblación D<sub>1</sub> ( $r = 0.65^+$ ), representando un valor diagnóstico en función de la época temprana del cultivo.

AGRADECIMIENTOS

A los integrantes del Laboratorio de Semillas de la Facultad de Agronomía de Azul (U.N.C.P.B.A.) por su eficiencia y calidad de trabajo en el análisis de las muestras.

BIBLIOGRAFIA

- BARBERIS, L.; FONSECA, E. and BAUMANN FONAY, C. 1982. Effect of phosphorus and nitrogen fertilization levels on the yield and oil content of sunflower. Proceedings 10th International Sunflower Conference pp. 94. Australia.
- BARBERIS, L., BAUMANN FONAY, C. y GONZALEZ MONTANER, J. 1982. Fertilización de girasol en el Sudoeste de la pcia de Buenos Aires. Revista de los CREA. (v 92) p. 12-18
- CARDINALI, F., ORIOLI, G. y PEREYRA, V. 1985. Influencia del momento de emergencia en el desarrollo y producción de un cultivar de girasol. Actas XI Conferencia Internacional de Girasol. pp 325-329. Argentina.
- VANNOZZI, G., GIANNINI, A., BENVENUTI, A. Plant density and yield in sunflower. 1985. Actas XI Conferencia Internacional de Girasol. pp. 287-291. Argentina.
- VALETTI, O. y MIGASSO, N. 1985. Fertilización profunda en el cultivo de girasol. Actas XI Conferencia Internacional de Girasol. pp. 203-208. Argentina.