

ESTUDIO DE LAS INTERACCIONES DE DIFERENTES REGIMENES HIDRICOS, Y DOSIS DE ABONADO NITROGENADO EN LA PRODUCCION DE UN CULTIVO DE GIRASOL

J.L. MURIEL, F. INSUA, J.M. GUERRA *

I. INTRODUCCION

La incidencia de los niveles de humedad disponible y de abono nitrogenado sobre la producción final de un cultivo, es de reconocida importancia. Estudios de esta naturaleza realizados en el caso concreto del Girasol (1, 8, 12, 13) han puesto de manifiesto que si bien existe una relación evidente entre ambas variables y la producción de semilla, esta relación no es siempre fácil de establecer por razones de complejidad fisiológica y dado además la gran variabilidad ecológica de las zonas dedicadas a este cultivo.

En el caso concreto de su crecimiento en España y más específicamente en Andalucía Occidental, los trabajos de Muriel et al. (7) y Muriel y Downes (6) realizados sobre el efecto de la falta de humedad en la producción final del Girasol, así como los de INSUA y González (4) en la incidencia del abono nitrogenado en dicho cultivo, pusieron de manifiesto el alto grado de interés que supondría abordar en un estudio, como el que se presenta, la problemática de las interacciones entre distintos niveles de abono nitrogenado y caudales de agua suministrados sobre la cantidad y calidad de la producción final de un cultivo de Girasol.

Si bien los datos obtenidos en los trabajos señalados son de indudable valor, solo pueden considerarse como punto de partida cuando se intenta abordar el problema de llegar al conocimiento de

* I.N.I.A., Córdoba, España.

la biología de los elementos nitrogenados y del agua en la planta y su repercusión en la producción de semillas de Girasol.

En este trabajo se presenta principalmente la cuantificación de la producción y sus parámetros de un cultivo de Girasol, bajo distintas condiciones de humedad en el suelo y diferentes niveles de elementos nitrogenados disponibles, manteniendo el resto de las condiciones del cultivo en los límites considerados tradicionalmente dentro de la zona.

II. MATERIAL Y METODOS

Todas las experiencias realizadas y que se iniciaron en la campaña de 1977 han sido conducidas bajo condiciones de campo abierto en una finca experimental del INIA, situada en las proximidades de Córdoba capital (Lat: 37°, 51; Long: 4°, 51 W; Alt: llom).

El suelo perteneciente a la parcela experimental fue clasificado como Typic Xerofluvents y sus características físicas y químicas aparecen reflejadas en las tablas 1 a 1 b.

En las experiencias previas y similares a las que se presentan, se pudo determinar que los tratamientos diferenciales debían abarcar el rango de las 0 a 180 unidades de fertilizante nitrogenado por hectárea y suministros de agua equivalentes al 20% y 80% de los volúmenes evapotranspirados, fijando en ambos casos niveles intermedios que permitieran estudiar de forma más detallada la eficiencia del agua y unidades de fertilizantes aplicados. Por consiguiente, los tratamientos quedaron definidos de la forma siguiente:

Nivel de riego A = Riego hasta cubrir el 20% ETM

Nivel de riego B = Riego hasta cubrir el 40% ETM

Nivel de riego C = Riego hasta cubrir el 80% ETM

Nivel de fertilizante 1 = 0 unidades de Nitrógeno/ha.

Nivel de fertilizante 2 = 90 unidades de Nitrógeno/ha.

Nivel de fertilizante 3 = 180 unidades de Nitrógeno/ha.

Los valores de evapotranspiración máxima del cultivo (ETM) se midieron diariamente en lisímetros de 4 m² de superficie controlada y de nivel freático constante localizado a un metro de profundidad (tipo Thornthwaite). Los volúmenes de agua correspondientes a los tratamientos de riego señalados fueron medidos con un aforador rectangular en pared delgada situado en cabecera de la acequia de distribución principal. La frecuencia de los riesgos osciló entre los 7 y 10 días, dependiendo de las condiciones de demanda evaporativa, y el

TABLA 1 a:

Características del suelo

Características físicas					
1	2	3	4	5	6
0 - 10	1,41	2,7	17,5	7,2	1,37
10 - 20	1,33	2,7	17,7	6,8	1,32
20 - 30	1,43	0,1	17,8	7,2	1,35
30 - 40	1,30	0,1	16,6	7,2	1,38
40 - 50	1,17	5,4	16,8	7,4	1,24
50 - 60	1,27	6,2	17,2	7,1	1,26
60 - 70	1,28	5,4	17,1	7,4	1,32
70 - 80	1,09	2,7	16,5	7,5	1,21
80 - 90	0,81	10,8	14,0	7,7	1,18
90 - 100	1,10	16,2	14,4	6,1	1,33

1 = PROFUNDIDAD (cm.)

2 = RESERVA UTIL (mm./cm.)

3 = CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA (mm./h.)

4 = HUMEDAD EQUIVALENTE (%)

5 = PORCENTAJE DE MARCHITEZ (%)

6 = DENSIDAD APARENTE

TIPO DE SUELO = *TYPIC XEROFLUVENT*

TABLA 1 b

Características del suelo

Características químicas									
Horizonte	pH	M.O. %	C %	N %	C/N	mg/100 gr.			
						P 205	K 20	Ca	Mg
AP	8,0	1,39	0,84	0,07	12,0	20	11	105	280
(B)	8,3	1,01	0,58	0,06	9,7	1	2	34	175
IIC	8,7	0,68	0,49	0,05	9,8	1	3	93	160

control del estado de humedad en el perfil hasta una profundidad de 120 cm fue mantenido por mediciones periódicas utilizando el método de la atenuación de neutrones.

Las aportaciones diferenciales de fertilizante nitrogenado se realizaron en dos épocas, en siembra y proximadamente un mes después

de la misma, completando con ambas, los niveles correspondientes a los tratamientos a ensayar.

El diseño experimental adoptado para el año 1977 fue del tipo Split-plot o parcela escindida. Para los años 1978 y 79, y al incorporar al diseño dos variedades de presumiblemente distinto grado de susceptibilidad a la sequía, se hizo necesario la modificación del mismo pasando al tipo Split-split-plot o parcela doblemente escindida. Por esta razón los análisis estadísticos efectuados sobre la producción de semillas y sus componentes se realizaron separadamente.

Se dispuso en todo momento del material necesario para la medición de las características climatológicas imperantes en los períodos experimentales, cuyos principales valores se discuten en el apartado siguiente.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 2 se recogen los valores de las variables climatológicas registrados durante los períodos experimentales. Es de señalar, de ellos, principalmente la gran variación habida en la precipitación durante los meses de cultivo en los tres años que duraron las experiencias. Los valores de Evapotranspiración registrados en 1977 fueron ligeramente superiores a los correspondientes a 1978 y 79 debido sobre todo al mayor porte vegetativo de la variedad utilizada aquel año.

Por último, es de destacar en esta tabla que los valores medios del coeficiente K_c ($=ETM/E_o$) están dentro de lo señalado en la bibliografía para el cultivo del Girasol de nuestra zona, si bien GUERRA et al. (3) llegaron a detectar valores individuales máximos hasta 1.60 en períodos de máxima demanda evaporativa.

Por lo que respecta al contenido de humedad en el perfil, en la Gráfica 1, se muestra la evolución media para los tres años hasta una profundidad de 120 cm. Es de señalar que aunque las diferencias entre niveles de riego no fueron aparentemente notable si determinaron cantidades de agua disponibles para la planta a muy distinto nivel, considerando sobre todo el alto contenido en arena del perfil en profundidad, clasificado texturalmente de franco a arenoso. En situaciones tales como la comentada, una pequeña reducción en el contenido de agua puede provocar serias restricciones de disponibilidad del elemento para la planta.

Los resultados obtenidos sobre el rendimiento del cultivo con respecto a los distintos tratamientos (riego y nitrógeno) se presentan

en las Gráficas 2 y 3. Refiriéndonos en concreto a la respuesta del riego, es de señalar que las mayores producciones se alcanzaron siempre con las aportaciones más cuantiosas de riego, siendo al híbrido cultivado en la campaña de 1977 como el más productivo y con una respuesta francamente lineal.

Las líneas puras utilizadas en años posteriores, con un potencial productivo marcadamente inferior, presentaron un comportamiento semejante en los dos años de experiencias si bien las mayores producciones, en orden absoluto, se lograron en 1978, hecho atribuible a la abundante pluviometría registrada durante aquel período cultural. Es de destacar que la línea pura R 2 y que según los trabajos de Guerra y Muriel (2) presenta características fisiológicas y metabólicas de mayor tolerancia a la sequía que la S 2, solo superó a esta en términos de producción de semillas en los tratamientos de aportes hídricos máximos, aunque las diferencias no fueron significativas dentro de cada uno de los años ensayados. Posiblemente la característica genética de potencial productivo predomina de forma notable sobre la propia capacidad de respuesta o adaptación de la planta ante distintas condiciones ambientales.

Por su parte, la respuesta de los distintos cultivares de Girasol ensayados a los niveles de abonado nitrogenado aplicado fue en líneas generales similar a la comentada para el riego. Es interesante destacar como la mayor acumulación de agua en el perfil en el año 1978 enmascaró en alguna medida el efecto concreto del Nitrógeno. Lo comentado pone de manifiesto que la respuesta del cultivo a una determinada dosis de abonado nitrogenado está directamente influenciada por la cantidad de agua disponible en el perfil como consecuencia del establecimiento de unas dosis diferenciales de riego y/o pluviometría.

En las tablas 3 y 4 se recogen de forma resumida los análisis de la varianza correspondientes a la producción de semillas y sus componentes para los años 1977 - 78 y 79. Se ha de señalar la gran influencia del factor año con un alto grado de significación concreta casi exclusivamente en el diferente aporte pluviométrico ya comentado. En todos los casos, el factor riego predominó sobre el del Nitrógeno y el de las interacciones de las variables analizadas con referencia a los componentes de la producción y según se representa en la Gráfica 4 puede apreciarse como la mayor incidencia del abonado nitrogenado se detectó sobre el contenido porcentual de aceite en semilla (en relación inversa) y peso de 1.000 semillas. La alta significación detectada sobre el componente diámetro de capítulos debe atribuirse más directamente a la variabilidad genética que al

TABLA 2

Características climatológicas

PARAMETROS	1977	1978	1979
Temperatura máxima °C	35,4	35,1	36,5
Temperatura mínima °C	7,4	8,3	8,8
Temperatura media °C	20,6	20,4	21,8
Precipitación (mm)	19,1	222,0	60,8
Velocidad media del viento (m/S)	1,50	1,42	1,28
Radiación (mm)	209,4	205,2	224,2
E T M (mm)	668,0	606,9	605,5
Eo (mm)	829,0	799,3	760,0
Kc (ETM/Eo)	0,80	0,76	0,79

ETM = Evapotranspiración en lisímetro Thornthwaite
Eo = Evaporación en tanque Class A

TABLA III

*Resumen Análisis de Varianza
Dispositivo Split-plot
Año 1977*

Origen de la variación	Probabilidad y significación			
	P1	P2	P3	P4
Riego (R)	0,006(* *)	0,500(---)	0,032(*)	0,001(**)
Nitrógeno (N)	0,095(-)	0,089(-)	0,093(-)	0,040(*)
(R) (N)	0,327(---)	0,384(---)	0,500(---)	0,050(*)

Indice de significación:

** 99-	- 90%	P1 = Rendimiento (Kg/Ha)
* 95%	--- 90%	P2 = Riqueza Aceite (%)
		P3 = Peso 1000 semillas (gr)
		P4 = Diámetro capítulos (cm)

efecto de los tratamientos ensayados, dada la gran variación encontrada de su valor dentro de bloques homogéneos sometidos a idénticos tratamientos. Por su parte, el efecto parcial del riesgo incidió de forma más apreciable y directa en la producción y peso unitario de las

TABLA IV

*Resumen Análisis de Varianza
Años 1978 y 1979*

Origen de la variación	Probabilidad y significación			
	P1	P2	P3	P4
Año (Y)	0,000(**)	0,000(**)	0,000(**)	0,000(**)
Variedad (V)	0,500(---)	0,009(**)	0,097(-)	0,000(**)
Riego (R)	0,000(**)	0,004(**)	0,000(**)	0,000(**)
Nitrógeno (N)	0,709(---)	0,001(**)	0,070(-)	0,024(*)
(Y) (V)	0,076(-)	0,039(*)	0,001(**)	0,000(**)
(Y) (R)	0,840(---)	0,001(**)	0,389(---)	0,000(**)
(V) (R)	0,162(---)	0,116(---)	0,290(---)	0,044(*)
(Y) (N)	0,001(**)	0,000(**)	0,380(---)	0,137(---)
(V) (N)	0,974(---)	0,742(---)	0,401(---)	0,814(---)
(R) (N)	0,214(---)	0,778(---)	0,444(---)	0,576(---)
(Y) (V) (R)	0,815(---)	0,417(---)	0,917(---)	0,167(---)
(Y) (V) (N)	0,360(---)	0,945(---)	0,384(---)	0,198(---)
(Y) (R) (N)	0,110(---)	0,771(---)	0,455(---)	0,285(---)
(V) (R) (N)	0,692(---)	0,811(---)	0,811(---)	0,022(*)
(Y) (V) (R) (N)	0,852(---)	0,860(---)	0,398(---)	0,004(**)

Índice de significación:

** 99% -90%

* 95% --90%

P1 = Rendimiento (Kg/Ha)

P2 = Riqueza Aceite (%)

P3 = Peso 1000 semillas (gr)

P4 = Diámetro capítulos (cm)

más apreciable y directa en la producción y peso unitario de las semillas afectando escasamente al rendimiento en aceite.

Por último en la Gráfica 5 se presentan los valores encontrados de la eficiencia del uso del agua. A la vista de ella, hay que destacar que el híbrido SH 25 presentó siempre las mayores eficiencias seguido de la línea S 2 y finalmente R 2, salvo éste último en los tratamientos de máximas aportaciones de riego y Nitrógeno. Si bien pudo detectarse una tendencia a utilizar más efectivamente el agua en los tratamientos más elevados de Nitrógeno, estas diferencias no llegaron a ser significativamente diferentes como ya se señalaba en los trabajos de SINGH et al. (10). Sin embargo, las diferencias fueron altamente significativas con respecto a las distintas dosis de riego en el sentido de ser máximas en los tratamientos de menores aportaciones hídricas.

IV. CONCLUSIONES

1.— Los resultados obtenidos en términos de rendimiento del cultivo indicaron que la combinación más apropiada de aportaciones

artificiales de agua y nitrógeno fue la de un suministro de aquella equivalente al 80% de las pérdidas por evapotranspiración, y una aplicación de 180 unidades de Nitrógeno/ha., si bien la rentabilidad económica del cultivo fue máxima con aplicaciones de 90 unidades.

2.— Se pudo evidenciar que en las condiciones de clima de tipo semiárido propio de la zona experimental, el cultivo del Girasol, presentó de forma generalizada una mayor susceptibilidad en cuanto a su desarrollo y producción se refiere, en la deficiencia hídrica que a la escasez de elemento nitrogenado.

3.— El efecto parcial del riego incidió de forma apreciable y directa en la producción y peso de semillas y diámetro de capítulos afectando escasamente el rendimiento en aceite.

4.— Por su parte, la mayor incidencia del abono nitrogenado se detectó sobre el contenido porcentual de aceite en la semilla (en relación inversa), sobre el peso unitario de la misma, y de forma más indirecta sobre la producción total de semillas.

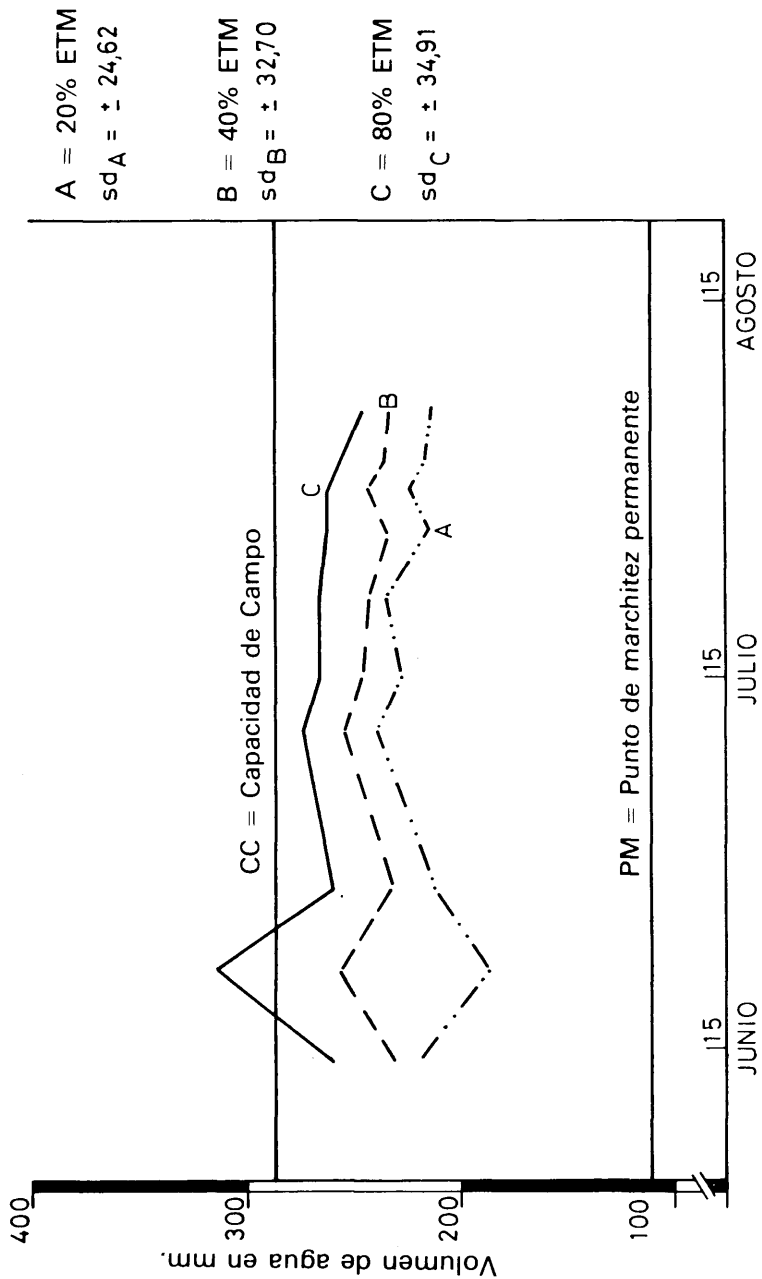
5.— Se apreciaron diferencias significativas en la eficiencia del uso del agua, máxima en los tratamientos de aportes hídricos inferiores. Simultáneamente se detectó una tendencia a aumentar esta eficiencia del uso del agua en los tratamientos de aportes nitrogenados superiores, si bien las diferencias encontradas nunca se separaron significativamente.

BIBLIOGRAFIA

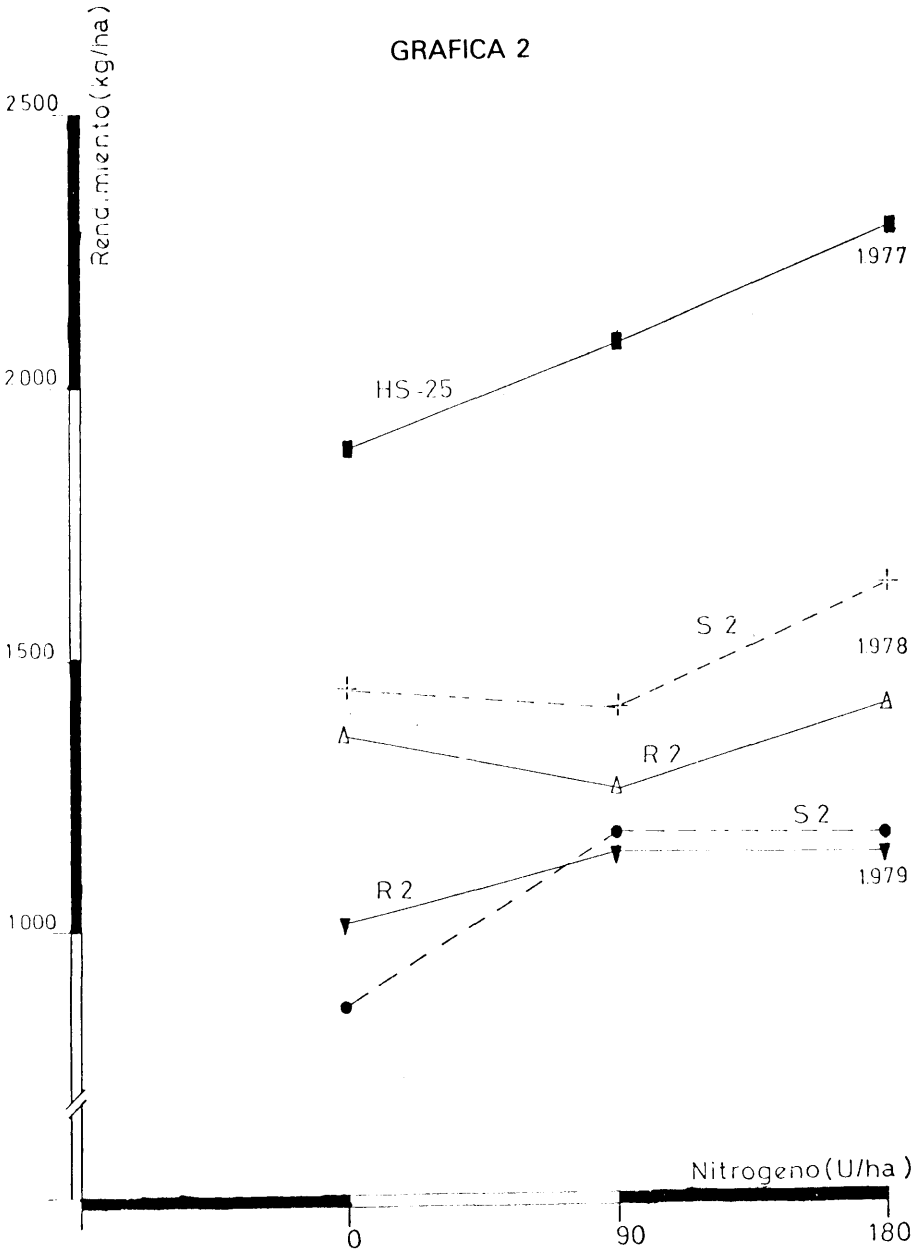
1. BROWNE, C. L., 1977. Effect of date and final irrigation on yield and yield components of sunflowers in a semi-arid region Aust. J. Exp. Agric. and Anim. Husb. 17 (86) 482-88.
2. GUERRA, J. M. y MURIEL, F. J. L., 1979. Acumulación de prolina libre en dos líneas puras de Girasol (*H. annuus*, L.). An. INIA Ser. Prod. Veg. nº 11, 117-26.
3. GUERRA, J. M.; INSUA, M. F. y MURIEL, F. J. L., 1980. Medida de la Evapotranspiración del cultivo del Girasol en el sur de España. IX Conferencia Internacional de Girasol.
4. INSUA, M. F. y GONZÁLEZ, F. P., 1976. Response of sunflower to three levels of irrigation and nitrogen fertilizer. Proceedings VII International Sunflower Conference.
5. MURIEL, F. J. L., 1977. Estudio comparativo de las necesidades hídricas de maíz y girasol. Relación entre consumo de agua producción, y calidad del fruto. Tesis doctoral. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.

6. MURIEL, F. J. L. y DOWNES, 1975. Efectos de períodos de sequía durante distintas fases del crecimiento de plantas de Girasol (*H. annuus*, L.). Comu. INIA. Ser, Prod. Veg. nº 6, 47-54.
7. MURIEL, F. J. L.; GIMÉNEZ, O. R. y BERENGENA, H. J., 1975. Respuesta de plantas de girasol a diferentes regímenes de humedad en el suelos y efectos del riego en períodos críticos del desarrollo. An. INIA. Ser. Prod. Veg. nº 5, 37-46.
8. MUZHNSKY, 1976. Response of sunflower plants to increased rates of nitrogenous fertilizers. Proceedings VII International Sunflower Conference.
9. ROBINSON, R. G., 1976. Elemental composition and response to nitrogen of sunflower and corn. Agrn. J. 65, 318-20.
10. SINGH, R. A. et al. 1977. Effect of levels of nitrogen and phosphorus on yield, oil content and moisture use pattern of rainfed winter sunflower. Ind. J. Agric. 47 (2), 41-45.
11. SRINIVAS, K. and PATIL, S. V., 1977. Effect of spacing and fertility levels on growth and yield of sunflower. Mysore J. Agr. Sci. 11 (1), 41-45.
12. TEODORICH, I., 1976. Influence of mineral fertilizer (N, P, K) on sunflower yield and seed oil content under irrigations. Proceedings VII International Sunflower Conference.
13. UNGER, P. V.; ALLEN, R. R.; JONES, O. R. and MATHERS, A. C., 1976. Sunflower research in the Southern High Plains. A progress report. Proceedings Sunflower forum, 24-29.

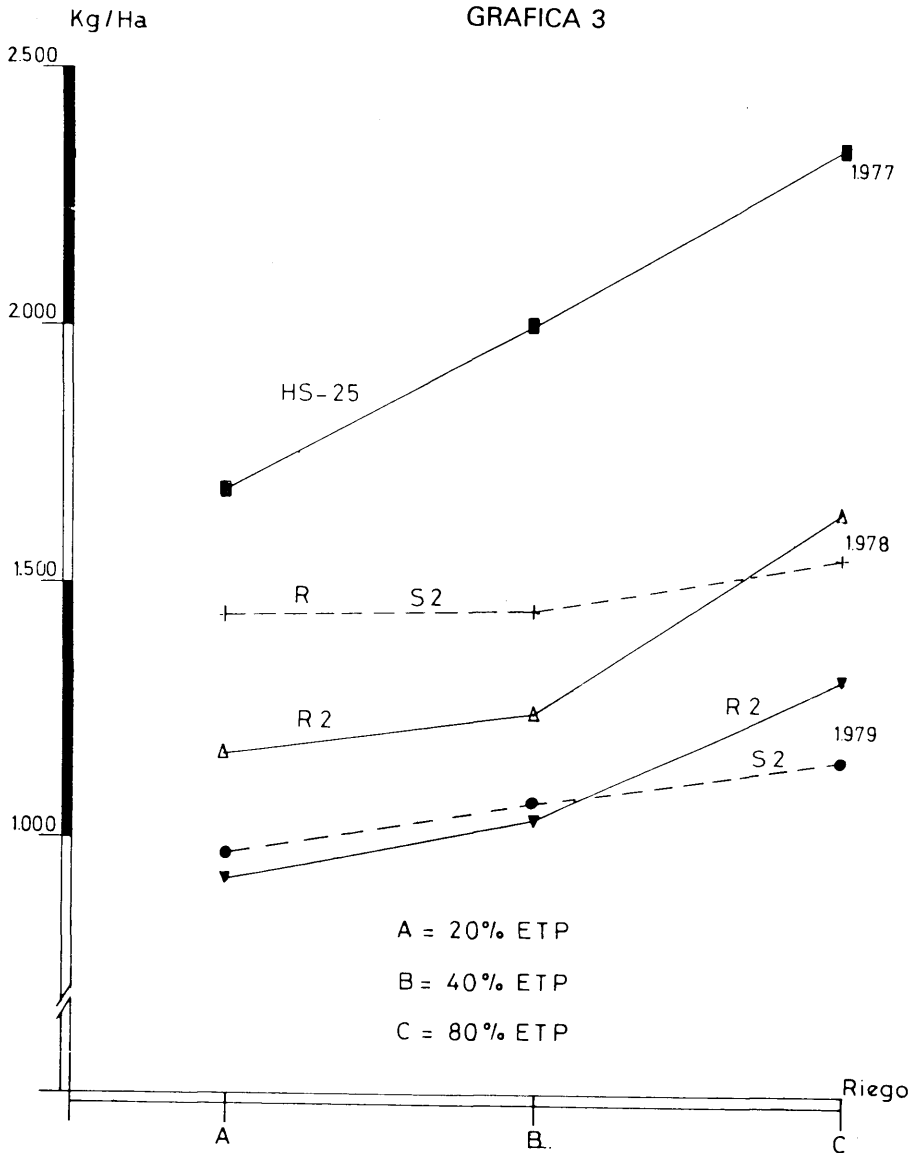
GRAFICA 1



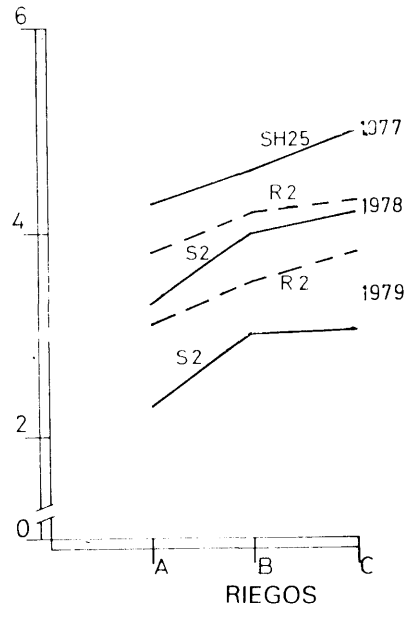
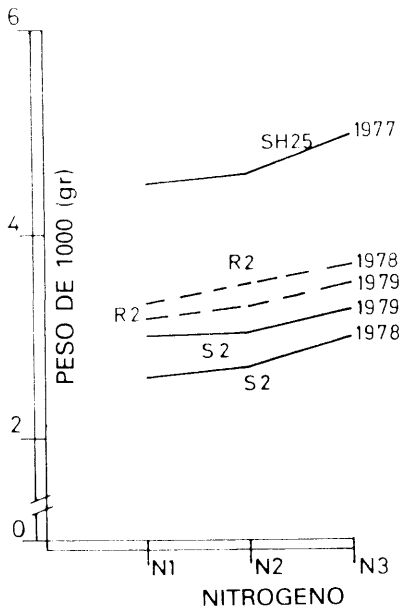
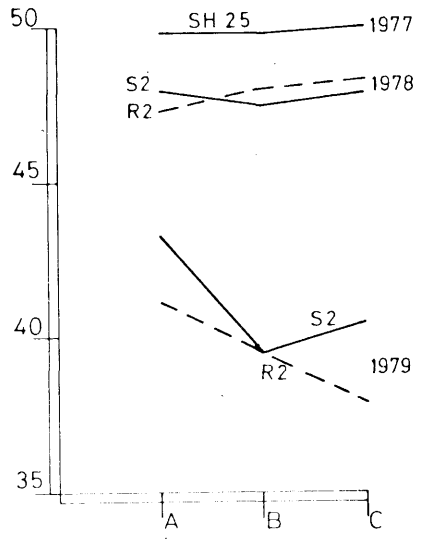
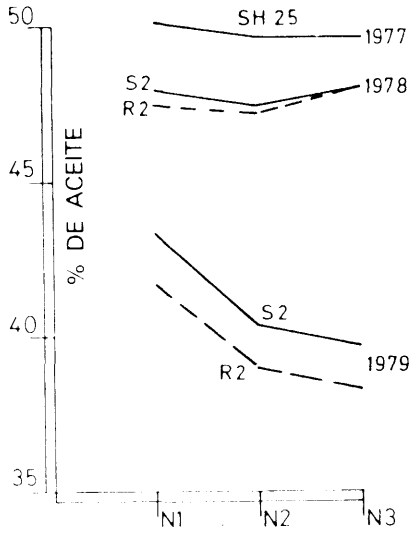
GRAFICA 2



GRAFICA 3



GRAFICA 4



GRAFICA 5

