

EVALUACION DE LA RESPUESTA A LA FERTILIZACION CON FOSFORO Y NITROGENO EN GIRASOL EN UN HAPLUDOL TIPICO DEL PARTIDO DE VEDIA, PROVINCIA DE BUENOS AIRES

G. VAZQUEZ AMABILE y P. PASSONE¹

Recibido: 05/08/96

Aceptado: 30/12/96

RESUMEN

Se llevó a cabo un ensayo en Vedia (Prov. Bs.As.) con el objetivo de estudiar la respuesta del cultivo de Girasol (*Helianthus annuus*) a la fertilización con nitrógeno y fósforo.

Se midió el rendimiento en grano y sus componentes (nro.granos/m² y peso de grano), porcentaje de aceite y concentración de N y P en grano. A la cosecha se determinó el P disponible en el surco y el entresurco, de 0-20 cm de profundidad.

El rendimiento en grano respondió a la fertilización con N, pero no fue afectado por el P. Las variaciones del mismo fueron determinadas principalmente por el número de granos/m².

El porcentaje de aceite no varió con los agregados de P y disminuyó con el incremento de la dosis de N. No hubo diferencias significativas en la concentración de N y P en grano.

El nivel de P residual a la cosecha, en el surco, estuvo relacionado con la dosis de P aplicado.

Palabras Clave: Girasol - Nitrógeno - Fósforo- Rendimiento - Porcentaje de aceite - P y N en grano - P residual

EVALUATION OF SUNFLOWER RESPONSE TO NITROGEN AND PHOSPHORUS FERTILIZATION IN TYPIC HAPLUDOLL OF VEDIA, PROVINCE OF BUENOS AIRES

SUMMARY

A field experiment was carried out in Vedia (Prov.Bs.As.) with the purpose of studying the response of sunflower crop (*Helianthus annuus*) to nitrogen and phosphorus fertilization.

Grain yield and its components (N° gr/m² and kernel weight), oil percent, N and P concentration in grain were recorded. At harvest available P in the surface layer (0-20 cm) was determined in the spaces between furrows and furrows.

Grain yield responded to N fertilization but was not affected by P, and it was mainly determined by number of grains/m². Oil percent did not vary with P fertilization and decreased with increments in N rates.

N and P concentration differences was not significant in all treatments.

At harvest P residual in furrow was related with P rates.

Key words: Sunflower - Nitrogen - Phosphorus - Yield - Oil percent - P and N in grain - P residual.

INTRODUCCION

La importancia que tiene el cultivo de girasol para la región pampeana exige conocer con la mayor precisión posible las prácticas de manejo que maximicen su rendimiento. Particularmente en la zona oeste de la provincia de Buenos Aires

donde el cultivo encuentra características ambientales propicias para su desarrollo, con suelos sueltos y profundos y régimen subhúmedo.

Después de la correcta preparación de la cama de siembra, la elección de una semilla de buena calidad y un adecuado control de malezas, la

¹Cantrillar S.A. - Bernardo de Irigoyen 308 6° (1371) Buenos Aires

fertilización es una práctica de alto impacto en el rendimiento de un cultivo. Sin embargo, no todos los cultivos responden de la misma forma a los agregados de N y P, ni en las mismas dosis. Por esto, es necesario llevar a cabo ensayos de fertilización a fin de evaluar la respuesta al agregado de distintos nutrientes y en distintas cantidades.

La bibliografía es más clara y abundante en lo referente a la respuesta al agregado de N y P para los cultivos de trigo y maíz, pero no para girasol. Existen ensayos de fertilización con N y P, pero los datos no son del todo claros y están muy dispersos en el tiempo. Desde el año 1970 hasta la fecha, tanto los híbridos de girasol, como las sembradoras, las fertilizadoras y la eficiencia en el control de malezas e insectos han mejorado mucho y por lo tanto puede ser diferente también el tipo de respuesta del cultivo a la fertilización.

Alvarez y Tron (1981) efectuaron una revisión de todos los trabajos, sobre fertilización en girasol, realizados entre los años 1971 y 1981 en 16 áreas de nuestro país. En general, los diferentes autores encontraron incrementos en el rendimiento pero con grado de respuesta muy variable y hasta contradictoria. De dicha revisión, surgieron datos de interés como que en el gran número de trabajos realizados existe una gran disparidad en el diseño estadístico, lo cual dificulta la comparación de resultados. En muchos de los informes de los trabajos revisados no se presenta una caracterización del suelo, además se usaron distintos tipos de fertilizantes y a veces no se aclara qué tipo de fertilizante fue utilizado, ni el momento, ni la forma de aplicación.

Alvarez, *et al*, (1981) encontraron, en la EEA INTA-Oliveros, en un suelo Argiudol ácuico, que la respuesta a la adición de N variaba con el cultivar y la densidad de plantas. Así también hallaron incrementos significativos en el rendimiento, en promedio para tres cultivares, de 2,43 y 2,22 kg grano/kg N para dosis de 75 y 150 kg de N respectivamente, sin encontrar diferencias en el contenido de aceite. Mientras que ensayos en la zona oeste (Saconi *et al*, 1989) y noroeste de Buenos Aires (Diaz Zorita, 1995), en suelos Hapludoles, hallaron incrementos de 10,8 y 9,3 kg grano/kg de N respectivamente.

Migazo y Valetti (1983) en ensayos realizados en tres localidades del SO de Bs.As. no hallaron respuesta a la fertilización fosforada en suelos bien provistos de P. En suelos deficientes no hubo diferencias significativas cuando la fertilización se hizo en forma convencional en la línea de siembra, aunque hubo diferencias significativas cuando se usó el sistema de fertilización profunda, 20 cm por debajo de la superficie.

Sin embargo, Barberis *et al*, (1982) encontraron, en la zona SO de Bs.As. y a lo largo de tres campañas consecutivas, respuesta al P aplicado como superfosfato triple a la siembra, con incrementos de 12 a 15,5 kg de grano/kg de P para dosis de 34 y 17,5 kg de SPT respectivamente y sin encontrar respuestas significativas al agregado de N.

La menor respuesta al agregado de nutrientes en girasol podría deberse a una baja demanda nutricional. Según Grover y Sumner (1982), muchos estudios de nutrición mineral indican que este cultivo requiere menores cantidades de nutrientes que otros cultivos, como maíz por ejemplo.

Oliva, *et al*, (1983), con resultados de 6 años consecutivos sobre un suelo Argiudol típico, serie Pergamino, encontraron que el contenido de P en el grano de girasol fue de 0,56 % y el N en grano fue de 3,42 %, lo cual arroja un nivel de extracción por tonelada de grano y por hectárea de 34,2 kg de N y 5,6 kg de P. Sin embargo, dichos autores encontraron también que un girasol de 2000 kg de rendimiento, inmovilizaría al momento de máximo crecimiento 250 kg de N y 30 kg de P, los cuales, aunque no son exportados definitivamente, deberían estar disponibles en el suelo a lo largo del ciclo del cultivo.

OBJETIVOS

Los objetivos de este ensayo fueron los siguientes:

- Evaluar el nivel de respuesta del girasol ante el agregado de P, como superfosfato triple aplicado a la siembra, y de N, como urea aplicado al escardillo, en un suelo característico del oeste de la Prov. de Buenos Aires.

- Analizar los distintos componentes del rendimiento (Peso total, peso 1000 granos y número de

granos por metro cuadrado,) en relación a las dosis de P y N aplicadas.

-Analizar el efecto del agregado de P y N sobre el porcentaje de grasa y las concentraciones de P y N en grano.

-Evaluar el P residual en el surco y en el entresurco al momento de la cosecha.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se llevó a cabo en el establecimiento San Pedro, ubicado en la localidad de Vedia, Partido de L.N.Alem, provincia de Buenos Aires.

Dentro del establecimiento, se eligió uno de los potreros destinados a la siembra de girasol y que presentaba un bajo nivel de fósforo extractable en los primeros 20 cm de suelo, igual a 7 ppm (Kurtz y Bray). Dentro del lote se demarcó una fracción homogénea de suelo de 9500 m², donde se señalaron las parcelas. El suelo fue clasificado como un Hapludol típico, profundo, bien drenado y sin limitaciones. Su perfil se compone de un horizonte A1 de 28 cm, bien provisto de materia orgánica, que continúa con un horizonte B2 cámbico (no textural) de 30 cm de espesor, seguido por un B3 hasta los 98 cm, para encontrar finalmente el material original en el horizonte C con abundante contenido de carbonato de calcio en la masa. (Clase I por capacidad de uso).

-Clasificación taxonómica: Hapludol típico

-Nivel de P inicial (0-20 cm): 7 ppm(Kurtz y Bray).

-Nivel de NO₃- inicial (0 - 20 cm): 23.1 ppm

Horiz. (*)	Prof. (cm)	M.O (%)	N total (%)	PH (%)	arena (%)	limo (%)	arcilla (%)
A1	0-28	2,5	0,154	6,2	31,8	48	19,8
B2 (Bw)	28-58	-	-	6,5	38,3	39,6	22,1
B3 (B c)	58-98	-	-	7,1	43,1	41,1	15,8
C (C k)	98 a+	-	-	7,4	38,9	54,1	7,0

(*) Entre paréntesis según la última modificación del sistema de clasificación de suelos.

Con respecto a los tratamientos, se decidió testear cuatro niveles de P y tres niveles de N, con tres repeticiones para cada tratamiento abarcando el experimento un total de 36 parcelas. Cada parcela tuvo un ancho de 7 m (10 surcos separados a 70 cm) y 20 m de largo, dando una superficie de 140 m².

Los cuatro niveles de P aplicado como S.P.T (0-46-0) fueron: 0, 100, 200, y 300 kg/ha, cada uno de los cuales tuvo tres repeticiones.

Las distintos tratamientos de P se repitieron en tres

bloques que fueron fertilizados con tres niveles de urea (46-0-0), tal como lo muestra el esquema. La idea inicial consistió en evaluar niveles de N de 0, 130 y 260 kg/ha. Sin embargo, por un error en la fertilización al escardillar el ensayo, los niveles de urea fueron 130, 260 y 390 kg/ha, perdiendo la posibilidad de tener un bloque Testigo de 0 kg/ha de urea .

Sin embargo el resto del lote, aunque fue sembrado una semana antes no tuvo agregado de urea y podría orientar como Testigo.

SUPERFOSFATO TRIPLE(kg)

UREA	130 kg	100	200	100	300	0	300	0	300	100	0	200	200
UREA	260 kg	100	200	300	0	300	0	100	0	200	100	200	300
UREA	390 kg	200	300	0	100	0	200	300	300	100	200	0	100

Las parcelas se sembraron el día 26 de octubre de 1995 con una sembradora de grano grueso de 10 surcos, marca ERCA, equipada con cajón fertilizador. El híbrido utilizado fue Contiflor 15 y fue sembrado con una densidad de 4 semillas por metro, a una profundidad promedio de 3 cm en condiciones muy buenas de humedad de suelo.

En la línea de siembra y a una profundidad de 4 cm. por debajo de la semilla, se ubicó el superfosfato triple, en las dosis correspondientes para cada tratamiento.

El nacimiento fue parejo, obteniéndose una densidad de plantas aproximada de 3,8 pl./m, equivalentes a 55.000 pl./ha. Se realizó un control de malezas y plagas durante el ciclo del cultivo a fin de evitar distorsiones en el rendimiento. Asimismo, vale destacar que no se registró daño durante todo el ciclo por enfermedades de ningún tipo en ninguna parcela

El ensayo fue escardillado el día 12 de diciembre, utilizando un escardillo con cajón fertilizador, aplicando 130, 260 y 390 kg/ha de urea en las doce parcelas de cada bloque respectivamente.

Las lluvias durante el ciclo fueron: julio = 0 mm; agosto = 1 mm; septiembre = 16,3 mm; octubre = 107 mm; noviembre = 55 mm; diciembre = 77 mm; Enero = 127,6 mm; febrero = 79,2 mm. Total a cosecha = 338,2 mm.

El resto del potrero (70 ha) fue sembrado con el mismo híbrido una semana antes y cosechado también una semana antes. El mismo abarcaba dos clases de suelo (Hapludol típico -60%- y Hapludol thapto-árgico -40%) se fertilizó con 50 kg de PMA a la siembra y no tuvo agregado de urea. El control de plagas y malezas

fue satisfactorio, registrándose también ausencia de daño por enfermedades. El rendimiento final del resto del potrero fue de 1850 kg/ha, con un porcentaje de grasa de 54 %.

La cosecha del ensayo se realizó el día 4 de marzo de 1996, en forma manual. Se cortaron y contaron los capítulos de los 5 m centrales de los cuatro surcos del medio de cada parcela, cosechando un total de 20 m de surco en cada caso. Los capítulos se embolsaron y fueron llevados a la estación experimental "La Belita" del INTA-Gral. Villegas, donde fueron trillados con una trilladora estacionaria.

A continuación se pesó el grano obtenido en cada parcela, se tomó la humedad de cada muestra, y el peso corregido por humedad se lo llevó a rendimiento por ha.

Luego se enviaron al laboratorio muestras de cada repetición con el fin de obtener: peso de 1000 granos, materia grasa y porcentaje de N y P en grano. Las determinaciones de P y N en grano se realizaron por el método micro-Kjeldhal para nitrógeno y fosfomolibdato de amonio y espectrofotometría para fósforo.

Finalmente, y con el fin de monitorear el nivel de P residual en el suelo en relación a las dosis aplicadas de SPT, se muestrearon las 12 parcelas de uno de los bloques en el surco y en el entresurco.

Con los datos recopilados se realizó el análisis de la varianza y de regresión, y las medias fueron comparadas mediante el Test de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimiento y Materia Grasa

Los resultados obtenidos, detallados en los Cuadros N° 1, 2 y 3, con respecto al rendimiento por ha en kg de grano y kg de grasa, y el contenido de materia grasa fueron los siguientes.

Cuadro N° 1. Promedio de las repeticiones de cada tratamiento.

Urea	SPT	Rendim. kg/ha	Materia grasa (%)	Rend. grasa kg/ha
130	0	2978	54,76	1622,8
130	100	3125	53,17	1670,7
130	200	3032	54,07	1642,0
130	300	3125	54,96	1763,6
260	0	3328	52,97	1806,9
260	100	3009	53,05	1663,2
260	200	3495	52,94	1886,0
260	300	3353	53,11	1845,4
390	0	3134	52,34	1688,7
390	100	3499	53,29	1871,7
390	200	3690	51,54	2016,5
390	300	3533	51,61	1937,4

El aumento en el rendimiento, tanto en grano como en grasa, para los distintos niveles de urea, fue significativo ($p > 0,05$) entre las dosis de 130 y 260 kg de urea y no significativo entre 260 kg y 390 kg de urea (Cuadro N° 2).

El incremento de rendimiento en grano entre 130 y 260 kg de urea, fue de 3,85 kg grano/kg N y entre 260 y 390 kg de urea fue de 2,8 kg grano/kg N. O bien 1,7 y 1,29 kg grano/kg urea respectivamente.

Sin embargo, el porcentaje de materia grasa fue disminuyendo ante el aumento de la dosis de urea. Esta disminución en el contenido de grasa fue significativa para los tres niveles de urea, a razón de un 1% por cada 130 kg de urea aplicados.

De algún modo, los datos obtenidos coinciden con lo observado por otros autores. Steer, *et al*, (1985), en ensayos realizados en la Universidad de Sidney, con girasoles bajo riego, encontraron rindes de 1250, 2120 y 2440 kg/ha para dosis de 0, 100 y 300kg N/ha, siendo sólo significativa la diferencia de rendimiento para el rango de 0 a 100 kg de N aplicado. En cuanto al porcentaje de grasa, disminuyó con el agregado de N obteniendo valores de 53, 51,5 y 48,7 %, respectivamente. Además, observaron un aumento de la duración del área foliar, conforme se incrementó la dosis de N.

En la Argentina, Cholaky, *et al*, (1984), en un suelo Hapludol típico de la zona de Río Cuarto, no encontraron diferencias significativas en rendimiento

Cuadro N° 2. Promedio por dosis de urea.

Urea	Rendimiento kg/ha	Materia grasa (%)	Rend. grasa kg/ha
130	3065 a	54,24 a	1674 a
260	3296 b	53,12 b	1800 b
390	3464 b	52,19 c	1878 b

Cuadro N° 3. Promedio por dosis de SPT.

Urea	Rendimiento kg/ha	Materia grasa (%)	Rend. grasa kg/ha
0	3147 a	53,35 a	1706 a
100	3211 a	53,17 a	1735 a
200	3406 a	52,85 a	1848 a
300	3337 a	53,23 a	1848 a

para dosis de 0, 60 y 120 kg de N aplicado en presiembra. Aunque observaron una tendencia al incremento del rendimiento con el aumento de la dosis de N, posiblemente debido al efecto de la fertilización nitrogenada sobre la duración del área foliar. Mientras que en el porcentaje de grasa tampoco hubo diferencias significativas, aunque sí se manifestó una tendencia a disminuir con valores de 39,9, 39,0 y 38,3 % para la tres dosis mencionadas.

En este sentido, autores franceses hallaron también que el girasol responde poco a los aportes de N aplicado en estados tempranos (a, la siembra o al escardillo), y que dichos aportes tendrían un efecto en la duración del área foliar (Blanchet, *et al*, 1987) favoreciendo la asimilación tardía de fotosintatos (Laterme y Reau, 1992) y que el porcentaje de aceite disminuye con el aporte de N (Merrien 1991).

Con respecto a la respuesta al fósforo (cuadro N° 3), los aumentos de rendimiento no fueron significativos ($p > 0,05$) (registrando diferencias con $p > 0,25$), y el porcentaje de grasa prácticamente no se modificó entre 0 y 300 kg de SPT, no habiendo tampoco diferencias significativas. El incremento de rendimiento en grano fue en promedio de 2,7 kg grano/kg P, o bien 0,6 kg grano/kg SPT.

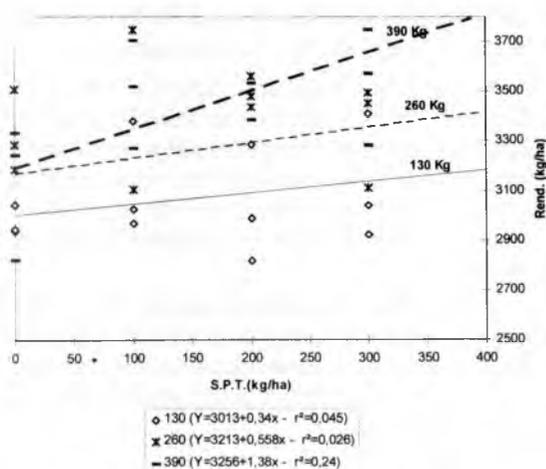


Figura 1. Respuesta en rendimiento en grano al agregado de fósforo como SPT para tres niveles de fertilización con N aplicado como urea.

Asimismo, el análisis de la varianza mostró que tampoco hubo un efecto de interacción entre P y N.

Si se observan las figuras 1 y 2 se advierte que la pendiente de las rectas de regresión de la figura 2 son mayores que las de la figura 1, manifestando la mayor respuesta al agregado de urea y la falta de respuesta al agregado de fósforo (Cuadro N° 3). Asimismo, en la figura 1 los niveles de urea se ubican en niveles crecientes de rendimiento, y los valores de r^2 son muy bajos denotando una relación muy poco clara entre los aumentos de rendimiento y el aumento de la dosis de P, para cada una de las dosis de N.

En la figura 2 puede verse que los tratamientos de SPT reaccionaron ante los agregados de urea dando rectas de regresión de mayor pendiente y con un ajuste mejor. Esto hace pensar que la relación entre el rendimiento y el agregado de urea es más clara que en el caso del fósforo.

La falta de respuesta al agregado de fósforo se contradice con las experiencias de tres años realizadas por Barberis en el SO de Buenos Aires (1982). Y confirma lo hallado por Migazo y Valetti (1983) en la misma zona, por Brenner (1993) en Carlos Casares y por Saconi *et al*, (1989) en ensayos realizados por los grupos CREA Mones Cazón-Pehuajo y 30 de

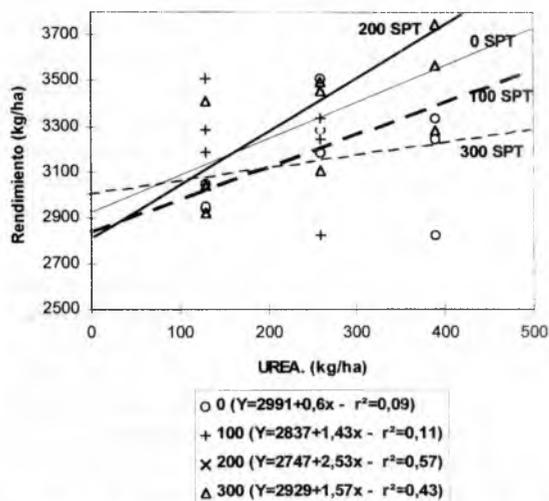


Figura 2. Respuesta en rendimiento en grano al agregado de N como urea para cuatro niveles de fertilización con fósforo aplicado como superfosfato triple.

agosto-Mariláuquen, quienes no hallaron respuesta en girasol frente al agregado de fósforo.

En este sentido, los ensayos realizados por el CREA Henderson -Daireaux durante cinco campañas consecutivas (1990-1995), revelaron respuestas de importancia al agregado de P en sólo uno de los años (92/93), mientras que en el resto de los años las respuestas a P y N fueron erráticas, registrando leves respuestas a ambos nutrientes y una tendencia a la disminución en el porcentaje de grasa con el agregado de urea.

Hibberd *et al.*, (1991), a lo largo de cuatro años de ensayos realizados en un suelo vertisol en Queensland, Australia, hallaron respuesta en sorgo al agregado de P, mientras que en girasol encontraron un incremento en la materia seca hasta anthesis, cuando el P se aplicó en cobertura total, pero los rendimientos en grano fueron variables y no respondieron significativamente a la fertilización fosforada.

De los datos surgidos del ensayo se puede decir que la respuesta al agregado de superfosfato triple fue poco clara y de bajo impacto por unidad de nutriente agregada. En cuanto a la urea, se observa que la respuesta fue más clara, aunque el impacto en el rendimiento no fue tan importante como suele suceder en trigo o en maíz.

Visualmente pudo observarse que los tratamientos con mayores dosis de N manifestaron una mayor duración del área foliar, lo cual se vincularía con un mayor rendimiento, y estaría de acuerdo a lo observado por otros autores de la Argentina y del extranjero. Parece relevante estudiar el rango de respuesta entre 0 y 150 kg de urea, lo cual no se pudo evaluar ya que, por error, no existió testigo para la urea.

Un dato que no tiene validez estadística, pero que es altamente sugestivo, es el rendimiento del resto del lote, el cual se sembró una semana antes y abarcó dos clases de suelo diferentes (un Hapludol Thapto-árgico y un Hapludol típico). El rendimiento fue de 1850 kg/ha y había sido fertilizado con 50 kg de PMA (equivalente a 50 kg de SPT) y con 0 kg de urea, mientras que ningún tratamiento con 130 kg de urea rindió menos de 2900 kg/ha. En este sentido, podría suponerse que la respuesta que existiría entre 0 y 130 kg de urea sería mucho mayor que la registrada entre 130 y 260 y 390 kg. No obstante, esto

es sólo un indicio y no surgen de este ensayo pruebas concluyentes que permitan realizar tal afirmación debido a que las diferencias de rendimiento pueden haberse debido a que un 40% de la superficie correspondía a un Hapludol thapto-árgico, que posee un fuerte horizonte textural a los 45 o 55 cm, limitando la profundización de las raíces y, por lo tanto limitando la absorción de agua.

En este sentido, Saconi *et al.*, (1989) en ensayos realizados por grupos CREA de la zona oeste, hallaron respuesta a la fertilización nitrogenada, en un suelo Hapludol éntico, con un incremento de 10,8 kg de grano por kg de N, para una dosis de 80 kg de urea incorporada previo a la siembra con rastra.

Díaz Zorita (1995) encontró en Hapludoles típicos del noroeste de la provincia de Buenos Aires incrementos de 9,3 y 5,4 kg grano/kg N para dosis de 90 y 180 kg. de urea respectivamente, aplicadas al escardillo. Y es por eso que resultaría de mayor interés estudiar el rango de respuestas que pudieran existir entre los 0 y los 130 kg de urea aplicados al escardillar el cultivo.

Los niveles de respuesta de 2,43 y 2,22 kg grano/kg N para dosis de 75 y 150 kg de N respectivamente, hallados por Alvarez, Tron y Legaza (1981) en la EEA INTA-Oliveros, podrían ser inferiores debido a que dicha experiencia fue realizada sobre un suelo Argiudol ácuico, de mayor contenido de arcilla y menor facilidad para la profundización de raíces que los suelos Hapludoles del oeste bonaerense.

En un suelo Ultisol, en Sudáfrica, Blamey y Chapman (1981), hallaron respuestas altamente significativas durante cuatro campañas consecutivas para dosis de N de 0 a 180 kg/ha, siempre que se aplicó P. Asimismo, el nivel de aceite en grano decreció con el agregado de N y aumentó el nivel de proteína.

También habría que tener en cuenta, que el efecto que el agregado de urea tiene sobre el desarrollo foliar podría favorecer el desarrollo de enfermedades, lo cual podría enmascarar una posible respuesta en el rendimiento.

Componentes del Rendimiento

El aumento en el rendimiento registrado, fue explicado básicamente por un mayor número de

granos por unidad de superficie y no por un aumento en el peso de 1000 granos el cual no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos.

Asimismo, la variación en el número de granos por metro cuadrado se explicó fundamentalmente por una variación en el número de granos por capítulo, y no por una variación conjunta con el número de capítulos por metro cuadrado, ya que el número de capítulos no varió prácticamente por metro lineal. El número promedio de capítulos fue de 3,9 por metro lineal (55.700 plantas/ha) no habiendo diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos.

Cuadro N° 4. Promedio de las repeticiones de cada tratamiento

Urea	SPT	Rendimiento kg/ha	Peso 1000 (gramos)	Nro. granos/m ²
130	0	2978	54,5	5474,4
130	100	3125	53,5	5849,4
130	200	3032	54,2	5607,9
130	300	3125	56,4	5543,6
260	0	3328	54,3	6137,2
260	100	3009	55,6	5451,8
260	200	3495	53,9	6478,0
260	300	3353	55,1	6099,4
390	0	3134	53,9	5821,9
390	100	3499	53,5	6542,3
390	200	3690	54,6	6760,0
390	300	3533	54,8	6443,9

Cuadro N° 5. Promedio por dosis de urea.

Urea	Rendimiento kg/ha	Peso 1000 (gramos)	Nro. granos /m ²
130	3065 a	54,6 a	5618 a
260	3296 a	54,2 a	6041 ab
390	3464 b	54,2 a	6392 b

Cuadro N° 6. Promedio por dosis de SPT.

SPT	Rendimiento kg/ha	Peso 1000 (gramos)	Nro. granos /m ²
0	3147 a	54,2 a	5811 a
100	3211 a	54,2 a	5947 a
200	3406 a	54,2 a	6282 a
300	3337 a	55,5 a	6029 a

Evaluación económica

En términos económicos, si se toma un precio de girasol, promedio a cosecha entre 1991 y 1996, de 170 \$/Tn y un precio de urea, promedio 1991-1995, de 270 \$/Tn, se obtiene una relación girasol/urea de 0,63. Sobre esta base se puede observar que para un incremento de rendimiento de 1,7 kg de grano/kg de urea aplicado, el incremento en el ingreso sería de 0,29 \$/kg de urea con un costo de 0,27 \$/kg urea.

Esto daría un beneficio marginal de 0,02 \$/kg urea aplicado, dando un rentabilidad del 7,4 %. Claro está, que este escaso beneficio marginal podría aumentar si eventualmente aumentara la relación de precios girasol/urea.

En cuanto al agregado de fósforo como SPT, si el incremento fuera de 0,6 kg de grano/kg de SPT, el ingreso marginal sería de 0,10\$/kg SPT agregado a un costo de 0,28 \$/kg de SPT. Vale decir que el agregado de superfosfato triple en estas dosis resultaría antieconómico, pero esto no significa que no sea conveniente agregar dosis pequeñas de fósforo a la siembra como arrancador.

El agregado de N como urea no resulta atractivo dentro de los niveles analizados en el ensayo, no tanto por lo ajustado del margen sino además por la mayor aleatoriedad de la respuesta a la fertilización del girasol con respecto a otros cultivos como trigo o maíz. No obstante, las diferencias de rendimiento con el resto de lote, al cual no se le aplicó urea, arrojaría un incremento de 8 kg grano/kg de urea con respecto al bloque de 130 kg de urea.

En lotes de la zona oeste, Díaz Zorita (1995) obtuvo incrementos de 4,36 kg grano/kg de urea para dosis de 90 kg de urea y ensayos de los CREA (Saconi *et al*, 1984) arrojan incrementos de 4,96 kg grano/kg de urea, lo cual hace pensar que la mayor respuesta podría encontrarse entre 0 y 100 kg de urea. Esto obliga a repensar el experimento para el año entrante a fin de analizar lo que sucede con agregados de urea entre 0 y 150 kg/ha, ya que respuestas de 5 kg/grano por kg/urea arrojan una rentabilidad mucho mayor a la detallada más arriba.

Contenido de P y N en grano

El dato de concentración de P y N en grano fue evaluado con el fin de obtener otra medida que registre variaciones entre los distintos tratamien-

tos, como así también para determinar el nivel de extracción de ambos elementos por tonelada de grano cosechada.

El promedio de las repeticiones para cada tratamiento arrojó los siguientes valores de concentración de N y P en grano, con desvíos bajos dando un coeficiente de variabilidad promedio del 4% y que no superó en ningún tratamiento el 6%.

Como muestran los cuadros, el análisis realizado según el test de Tukey, no arrojó prácticamente diferencias significativas para ningún tratamiento.

Cuadro N° 7. Promedio de las repeticiones de cada tratamiento

Urea	SPT	Nro. en granos (%)	Precio en grano (%)
130	0	2,11	0,48
130	100	2,15	0,45
130	200	2,12	0,43
130	300	2,09	0,5
260	0	2,18	0,43
260	100	2,21	0,42
260	200	2,17	0,45
260	300	2,15	0,44
390	0	2,20	0,42
390	100	2,25	0,44
390	200	2,15	0,44
390	300	2,18	0,45

Cuadro N° 8. Promedio por dosis de urea.

Urea	Nro. en grano (%)	P. en grano (%)
130	2,12 a	0,46 a
260	2,17 a	0,43 ab
390	2,19 a	0,44 b

Cuadro N° 9. Promedio por dosis de SPT.

SPT	Nro. en grano (%)	P. en grano (%)
0	2,16 a	0,44 a
100	2,20 a	0,44 a
200	2,15 a	0,44 a
300	2,14 a	0,46a

En el caso del contenido de N en grano se observó un aumento en relación a la dosis de urea aplicada aunque en ningún caso las diferencias fueron significativas, y en relación al agregado de SPT tampoco se registraron diferencias significativas entre dosis.

Con respecto al porcentaje de P en grano tampoco hubo grandes diferencias entre las dosis de SPT, y sólo un tratamiento con urea fue estadísticamente distinto a los otros dos. Esto resultaría en un nivel de extracción de 23,1 kg de Nitrógeno y 4,9 kg de fósforo por tonelada de grano por hectárea.

El contenido de P y N en grano para una muestra tomada del resto del lote, el cual no fue fertilizado con urea y tuvo sólo una aplicación de 23 kg de P como PMA a la siembra, fue de 2,31% para N y 0,49% para P, siendo prácticamente igual a los contenidos hallados en los distintos tratamientos.

Los contenidos de P y N resultaron inferiores a los 0,56% y 3,42% hallados por Oliva, *et al.*, (1983), aunque podría deberse a diferencias de tipo varietal, ya que dichos autores trabajaron con la variedad Guayacan-INTA y en nuestro experimento se utilizó Contiflor 15.

Fósforo asimilable residual en el suelo

Después de la cosecha, con el fin de conocer el nivel de fósforo residual, se realizó un muestreo de suelo, de 0 a 20 cm de profundidad, en todas las parcelas del bloque fertilizado con 260 kg de urea. En cada parcela se extrajeron con calador 10 muestras de la línea de siembra y 10 muestras del entresurco. Las mismas se enviaron a un laboratorio de la ciudad de Lincoln, en el cual también se habían hecho los análisis de suelo al inicio del ensayo.

De este modo, se obtuvieron datos de P residual asimilable (Kurtz y Bray) (cuadros N° 10 y 11) para los cuatro tratamientos con S.P.T., con tres repeticiones en el surco y el entresurco.

El nivel de P que se esperaba encontrar en el entresurco de todas las parcelas debería ser el mismo que el nivel de P medido al inicio del ensayo (7 ppm), ya que el S.P.T se aplicó en la línea de siembra y la movilidad del fósforo en el suelo es muy pequeña. Asimismo, el nivel de P residual en la línea de siembra debería estar de acuerdo con las dosis de S.P.T. aplicado.

El cuadro N° 10 muestra que efectivamente el nivel de P en el entresurco no varió, oscilando entre 6 y 8 ppm, mientras que el nivel de P en la línea de siembra se correlacionó con la dosis de S.P.T aplicada, aumentando conjuntamente con la dosis. Además, los niveles de P en el suelo al momento de la cosecha, para los tratamientos de 100, 200 y 300 kg/ha de SPT, indicarían que el cultivo no sufrió deficiencias de P desde el inicio hasta el final del ciclo.

La regresión lineal para el P residual en la línea de siembra tuvo un $r^2 = 0,70$ y la función, para este caso, fue de $Y = 5,58 + 0,12 x$.

O bien: $P \text{ residual (ppm)} = 5,58 + 0,12 x \text{ SPT (kg/ha)}$, para el suelo descrito con un nivel inicial de P de 7 ppm.

Cuadro N° 10. Niveles de P residual (Kurtz y Bray) en la línea de siembra y en el entresurco.

S.P.T	P residual (ppm). Línea de Siembra	P residual (ppm) Entresurco
0	6,6	5,9
0	7,5	8,0
0	6,14	5,3
100	12,1	7,0
100	15,1	7,0
100	20,4	5,3
200	28,0	12,0
200	18,0	8,0
200	47,0	6,8
300	38,0	6,9
300	30,5	6,2
300	60,3	7,0

Cuadro N° 11. Promedio de las repeticiones para cada tratamiento.

S.P.T	P residual (ppm). Línea de siembra	P residual (ppm). Entresurco
0	6,7 a	6,4 a
100	15,8 ab	6,4 a
200	31,0 bc	8,9 a
300	42,9 c	6,7 a

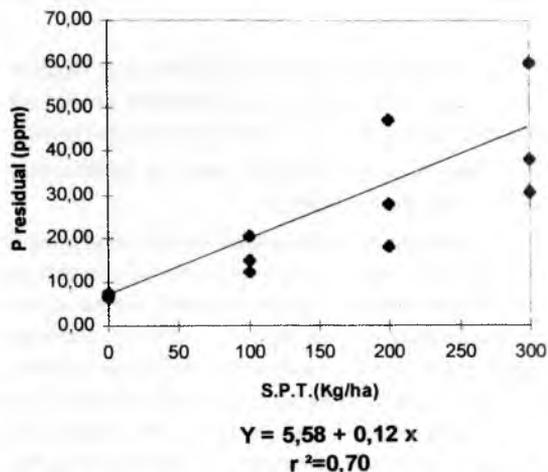


Figura 3. Fósforo asimilable residual en la línea de siembra.

CONCLUSIONES

De los datos obtenidos en este ensayo se puede decir que:

-El agregado de SPT no produjo un incremento en el rendimiento estadísticamente significativo y no se encontró una relación directa clara entre rendimiento y fósforo agregado. Tampoco tuvo un efecto sobre el contenido de grasa. Esto resulta contradictorio con respecto a algunas experiencias realizadas en el país y, por otro lado confirma lo hallado por otros autores, quienes no encontraron respuesta en girasol al agregado de P.

-El agregado de urea, en el rango de 130 a 390 kg tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre el rendimiento observándose una relación más clara entre rinde y nutriente agregado, aunque no resultó tan evidente como en otros cultivos como trigo y maíz.

-El efecto del agregado de urea sobre el porcentaje de grasa fue estadísticamente significativo, disminuyendo con el aumento de la dosis. De este modo, el N produjo aumentos en el rendimiento, a través de un aumento en el número de granos por metro cuadrado, y una disminución en el porcentaje de grasa.

-La duración del área foliar fue mayor conforme aumentó la dosis de urea, lo cual produciría un alargamiento del período de llenado del grano confirmando lo encontrado por autores de la Argentina y del extranjero.

- Las diferencias en el rendimiento se explicaron por una variación en el número de granos por unidad de superficie y no por el peso de mil granos.

- No hubo interacción entre la fertilización nitrogenada y fosforada.

- El incremento del rendimiento en el rango de 0 a 130 kg de urea, parece ser el más importante ya que los incrementos serían mayores, y económicamente redituables, de acuerdo a datos surgidos de otros trabajos y al rendimiento obtenido en el resto del potrero, el cual no tuvo agregado de urea. Esto manifiesta la necesidad de un nuevo ensayo que evalúe el efecto de dosis de urea de 0 a 150 kg/ha.

- A pesar de las distintas dosis aplicadas de urea y superfosfato triple, la concentración de N y P en grano no varió para los distintos tratamientos.

- El nivel de fósforo asimilable en el suelo, a la cosecha, en los entresurcos resultó igual al inicial, mientras que en la línea de plantas se relacionó en forma directa con la dosis de S.P.T. aplicada. Esto no sólo confirmaría la escasa movilidad que tiene el P en el suelo, sino también que el efecto de la fertilización fosforada con SPT no se agotaría en el ciclo de un cultivo, y podría ser aprovechada por el cultivo siguiente, como una pradera o un verdeo de invierno.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los Ings. Claudio Mander, Pablo F. Mejía y Juan C. Dieste de Cantrilar S.A. por la valiosa ayuda brindada para que pudiera realizarse este ensayo. Agradecemos también a la Ing. Marta Conti, de la cátedra de Edafología (FAUBA) quién nos alentó desde un principio a que realizáramos el experimento y revisó los resultados obtenidos.

Además agradecemos a los Ings. Agrs. Adolfo Cantet, de la cátedra de Mejoramiento animal (FAUBA) y Diego Cosentino, de la cátedra de Edafología, por su ayuda en el análisis estadístico de los datos.

También agradecemos al Ing. Agr. Mariano Bosch, asesor CREA y coordinador de los grupos CREA de la zona oeste, por sus correcciones y por facilitarnos bibliografía referida a ensayos realizados por grupos CREA de la zona.

Así también al personal del INTA Gral Villegas por posibilitarnos la trilla del ensayo y al Ing. Pablo Marasas por la dedicación en los análisis de suelo.

Finalmente agradecemos al Ing. Javier Brenner por habernos facilitado numerosos trabajos de autores nacionales y del extranjero, y al futuro ingeniero Nicanor Estrada en el trabajo de cosecha y trilla de las parcelas.

BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, J. A., y R. E. TRON, 1981. Panorama Actual de la Fertilización del cultivo de Girasol en la Rep. Argentina. INTA. EEA Oliveros *Public. Miscelánea* Nro. 7. INTA E.E.A. Oliveros Diciembre 1981: 14 p.
- ALVAREZ, J. A., R. E. TRON y A. LEGAZA, 1981. Efecto de la densidad de plantas y de la fertilización Nitrogenada sobre el rendimiento de tres cultivares de Girasol. *Boletín Oleico* Nro.22. Junio 1983 : 26-33.
- BARBERIS, L., C. BAUMANN FONAY y J. GONZALEZ MONTANER, 1982 Fertilización de Girasol en el Sudoeste de Buenos Aires. *Revista CREA* Nro 96. Agosto 1982.: 12-18
- BLANCHET, R., N. GELFI, et J. PUECH, 1987. Alimentation azotée, surface foliare et formation du rendement du Tournesol (*Helianthus annuus*). *Agrochimica*. 31 (3): 233-243.
- BRENNER, J. E. 1993. Respuesta del Girasol a la fertilización nitrogenada y fosforada en un Hapludol éntico del centro oeste de la provincia de Buenos Aires. Trabajo de Intensificación, Facultad de Agronomía. (UBA), 33 p.
- CHOLAKY, L. A. CANTERO, O. GAYETTO, E. C. NEUMANN y E. BONADEO. 1984. Modelos de Siembra y fertilización nitrogenada en girasol. I. Acumulación y Distribución de la materia seca, rendimientos biológico y económico e índices de cosecha. *Boletín Oleico* 28: 5-16.

- **CHOLAKY, L., A. CANTERO, O. GAYETTO, E.C. NEUMANN y E. BONADEO.** 1984. Modelos de Siembra y fertilización nitrogenada en girasol. I. Efectos sobre el desarrollo, morfología, componentes del rendimiento y producción. *Boletín Oleico* 33 : 8-22.
- **DIAZ ZORITA, M.** Fertilización nitrogenada de cultivos de girasol en la región noroeste bonaerense: campaña 1994-95. *Tecnicorreo* 17. INTA Gral Villegas. :9-12
- **FONALLERAS, O.** 1977. Fertilización de Girasol en la zona de Necochea. Tercera Reunión Nacional de Girasol, Buenos Aires.
- **GROVER, J. H. and M. E. SUMNER.** 1982. Yield and leaf composition of sunflower in relation to N, P, K and lime treatments. *Fertilizer research* 3: 367-378.
- **HIBBERD, D. E., P. S. WANT, M. N. HUNTER, J. STANDLEY, P. MOODY. and G. W. BLIGHT,** 1991 Marginal responses over six years by sorghum and sunflower to broadcast and banded phosphorus on a low P vertisol, and changes in extractable soil phosphorus. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 31, 99-106.
- **LETERME, P., et R. REAU.** 1993. Azote: Quand l'apporter au Tournesol? .*CETIOM Oléoscope* 14 - Mars-Avril 1993.13-15
- **LOUBSER, H.L., and J. J. HUMAN.** 1993. The effect of nitrogen and phosphorus fertilization and the nitrogen absorption by sunflowers. *J.Agronomy & Crop Science* 170, 39-48 (1993)
- **MARANGON, N.** 1994. Ensayos de fertilización en Girasol. Crea Henderson-Daireaux. *Boletín de Girasol Zona Oeste* campaña 1993-1994. 4 págs.
- **MERRIEN, A.** 1991 Azote et tournesol faible efficacité des apports. *CETIOM Oléoscope* 1. Mars 1991. 15-16
- **MERRIEN, A.** 1991 Teneur en huile du tournesol. *CETIOM Oléoscope* Nro. 5. Septembre 1991. 15-16
- **OLIVA, C., J. RO BUTTI, y E. OYARZABAL.** 1983. Elemento minerales extraídos por el cultivo de Girasol. *Boletín Oleico*. 21, Marzo 1983: 25-28
- **ROBINSON, R. G.** 1973. Elemental composition and response to nitrogen of sunflower and corn. *Agron J.* 65, 318-320
- **RON, M., T. LOEWY.** 1987. Efecto Residual de la fertilización fosfórica en trigo sobre un haplustol típico. *Ciencia del suelo*. 5 (1) : 65-70.
- **SACONI, C., F. RUIZ TORANZO, G. FERRANDEZ, D. ROJAS, L. BARBERIS, y A. RUIZ.** 1989. Fertilización en Girasol . *Zona Oeste*. Campaña 1988/1989. Convenio AACREA -Dekalb, 1989 - Gacetilla Girasol *Zona Oeste* 1988/89: 36-41.
- **STEER, B.T., P. D. COALDRAKE, C. J. PEARSON and C. P. PANTY.** (1986). Effects of Nitrogen supply and population density on plant development and yield components of irrigated sunflower(*Helianthus annuus L.*). *Field Crop Research*, 13 (1986): 99-115.
- **VALETTI, O. E., y N. A. MIGASSO.** 1985 Fertilización profunda en el cultivo de girasol. *Actas XI Conferencia Internacional de Girasol*. Mar del Plata. P 203-208.
- **VAZQUEZ, AMABILE, G.** 1995. Mapa de Suelos del establecimiento San Pedro de Cantrilar S.A.- Escala 1:20.000.