

Fertilización de girasol

Recomendaciones de manejo para las regiones semiárida y subhúmeda pampeanas

Desde la década del 70 se han realizado numerosos estudios para determinar los efectos de la fertilización nitrogenada y fosforada sobre el cultivo de girasol, con una respuesta, por lo general, errática. En las regiones semiárida y subhúmeda pampeanas (sur de San Luis, sur de Córdoba, este de La Pampa y oeste de Buenos Aires) se han obtenido resultados positivos con la aplicación de fertilizantes a la siembra. En estos trabajos se han descrito respuestas positivas a la aplicación de nitrógeno y fósforo luego de tres años de experimentación; sin embargo, no ha sido posible desarrollar un método válido de recomendación de fertilización para el cultivo. Mientras tanto, en el oeste de la provincia de Buenos Aires, Díaz Zorita encontró respuestas positivas del rendimiento frente a la aplicación de dosis de 40 y 80 kilos de nitrógeno por hectárea aplicados en el estado V6. Para esta región se ha propuesto utilizar la concentración de nitratos en la base de los peciolos de las hojas jóvenes y el valor de medición de clorofila como indicadores para recomendar la fertilización nitrogenada.

En los casos en que se realizó fertilización temprana se han descrito incrementos de rendimientos promedio de 400 y 700 kg/ha con fertilización en 4-6 pares de hojas, aplicando dosis no mayores de 60 kg/ha de nitrógeno. Por otro lado, Jorge González Montaner et al. mencionan respuestas de entre 350 y 500 kilos de grano por hectárea por el agregado de dosis crecientes de urea de 50 a 150 kg/ha en el este de La Pampa y sur de Córdoba. Sin embargo, no existe en la actualidad una metodología que permita estimar la respuesta del cultivo a la fertilización y hacer evaluaciones económicas de la conveniencia de realizar esta práctica. Se dispone de abundante información publicada y no publicada sobre la respuesta del girasol a la fertilización, pero aún no ha sido integrada en una única base de datos. Por esta razón, nuestro objetivo fue reunir esa información a fin de generar recomendaciones de fertilización para el cultivo.

Materiales y métodos

Entre 1997 y 2005 se realizaron 130 ensayos de fertilización sobre cultivos de girasol, instalados principalmente sobre suelos Molisoles y Entisoles de las regiones semiárida y subhúmeda pampeanas (figura 1).

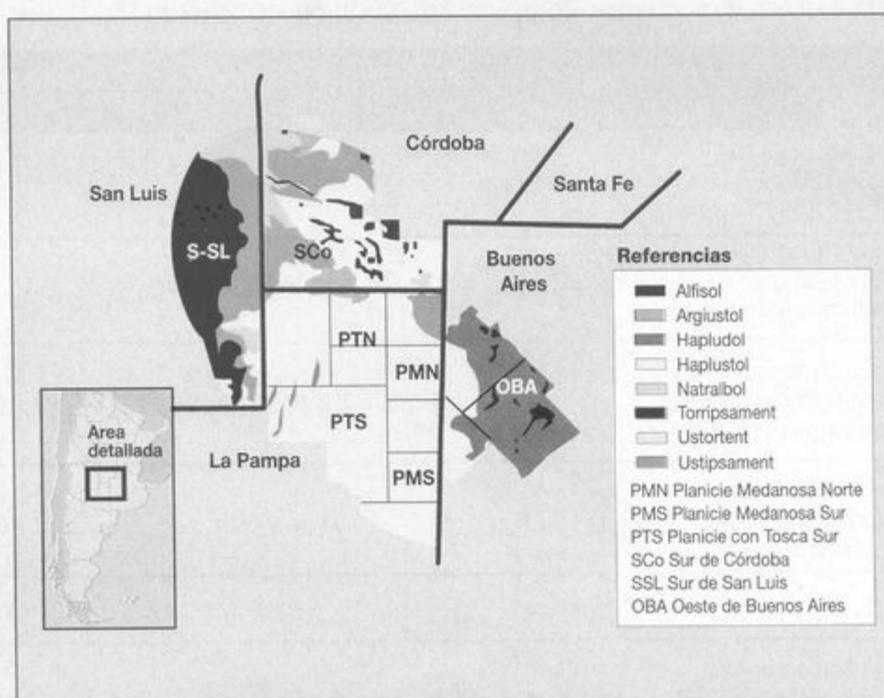


Figura 1. Área de trabajo y tipo de suelos donde se realizaron los experimentos

Según los casos, se utilizaron dos sistemas de labranza: a) convencional de la zona, donde el suelo se preparaba con rastras y discos (87 casos), y b) siembra directa (45 casos). Los cultivos antecesores fueron pasturas y verdeos (40 casos); solo soja (15 casos); girasol (11 casos); maíz y sorgo (44 casos); trigo, cebado y centeno (16 casos) y barbecho largo (4 casos).

En cada caso se utilizaron distintos híbridos y se siguió el manejo adoptado por el productor. En todos los sitios se determinó la profundidad del suelo hasta la tosca cuando ésta estaba a menos de 200 centímetros de la superficie. En el estrato de 0 a 20 centímetros se analizaron la materia orgánica a la siembra, el fósforo extractable y el pH. La densidad aparente se cuantificó con cilindros de acero de 250 centímetros y el contenido de humedad del suelo en capas de 20 centímetros hasta los 200 centímetros de profundidad o hasta la tosca, por gravimetría. Se determinaron nitratos en capas de 20 centímetros hasta los 60 cen-

tímetros de profundidad. También se evaluaron la capacidad de campo y el punto de marchitez de cada suelo, y se calculó el agua útil a la siembra como la diferencia entre el contenido de agua del suelo y el punto de marchitez permanente. En el 50% de los sitios se determinaron la textura de 0 a 20 cm y las precipitaciones durante el ciclo del cultivo (cuadro 1).

Cuadro 1. Propiedades de los suelos de los sitios experimentales

	Profundidad (cm)	Arcilla + limo (%)	Carbono orgánico (%)	pH	Fósforo extractable (ppm)	Nitratos (kg/ha)	Precipitaciones (mm)
Media	171	36	1,07	6,1	28,7	74	471
Mínimo	40	13	0,25	5,5	3,4	22	242
Máximo	200	81	3,35	7,0	60,4	222	917

Se realizaron distintos tipos de ensayos. En todos los casos se comparó un testigo sin fertilizante con tratamientos fertilizados con nitrógeno, fósforo o azufre; combinaciones de estos nutrientes y, a la vez, diferentes dosis, fuentes y momentos de aplicación de nitrógeno (cuadro 2).

Cuadro 2. Tipo de ensayos, tipo de fertilizante, dosis de nitrógeno, fósforo y azufre y momentos de aplicación de nitrógeno en los 130 ensayos de girasol

Tipo de ensayo	Tipo de ensayo	Tipo de fertilizante	Dosis de nitrógeno (kg/ha)	Dosis de fósforo (kg/ha)	Dosis de azufre (kg/ha)	Momentos aplicación nitrógeno
Dosis y fuentes de nitrógeno combinado con fósforo	31	Urea, CAN, SFT, MAP	40 y 80	11, 20, 22, 33	0	Siembra,
Dosis y fuentes de nitrógeno y azufre combinados con fósforo	29	Urea, CAN, SA, SNA, SC, SFT	27, 40, 46, 54, 80	14, 20	30	Siembra,
Dosis y momentos de nitrógeno combinados con fósforo	9	Urea y FDA	40, 80, 120	10	30	Dividida
Dosis de nitrógeno	42	Urea	40, 60, 80	0	0	Siembra,
Dosis y momentos de aplicación de nitrógeno	19	Urea	40, 60, 80	0	0	Siembra,

Referencias: SFT: superfosfato triple; FDA: fosfato diamónico; MAP: fosfato monoamónico; SA: sulfato de amonio; SNA: sulfonitrato de amonio; SC: sulfato de

El diseño experimental fue variable. En general, los experimentos fueron bloqueados con tres repeticiones asignadas al azar dentro de cada bloque. El tamaño de las parcelas fue de 10 x 10 metros, determinándose en madurez el rendimiento del cultivo por cosecha manual (13,5% de humedad).

La respuesta a la fertilización se calculó como la diferencia de rendimiento entre los tratamientos fertilizados y los testigos y, la eficiencia agronómica, como la respuesta por unidad de nutriente aplicada.

Resultados y discusión

Hubo respuesta significativa del rendimiento a la fertilización nitrogenada y fosforada, pero no a la azufrada. Tampoco se detectó interacción

entre nitrógeno y fósforo. No hubo efectos del momento de aplicación del nitrógeno ni de la fuente agregada sobre la magnitud de la respuesta del cultivo (cuadro 3).

Los modelos de regresión logrados para explicar el rendimiento en respuesta a la fertilización tuvieron un bajo ajuste ($R = 0,30$) y no fueron útiles para predecir el comportamiento del girasol

agregado de fertilizantes. En promedio, se observó una respuesta de unos 300 kg grano/ha a la aplicación de nitrógeno y de alrededor de 100 kg grano/ha a la aplicación de fósforo.

Las variables de suelo utilizadas comúnmente para explicar la respuesta de los cultivos a la fertilización no fueron capaces de estimar las respuestas del girasol (figura 2).

La respuesta a nitrógeno no dependió del nivel de nitrógeno del suelo y el nivel de fósforo extractable tampoco estuvo relacionado con la respuesta a fósforo. Otras variables de sitio como la profundidad del perfil, la textura, el contenido de agua a la siembra o las precipitaciones tampoco fueron de gran ayuda para predecir las respuestas

Cuadro 3. Significancia de las respuestas a la fertilización

Efecto	Pares de datos	Respuesta (kg grano/ha)	Significancia
Fertilización nitrogenada	638	294	0,001
Fertilización fosforada	176	115	0,001
Fertilización azufrada	60	-71	0,100
Interacción nitrógeno x fósforo	120	-	0,100
Momento de aplicación del nitrógeno	81	-	0,100
Fuente de nitrógeno	101	-	0,100

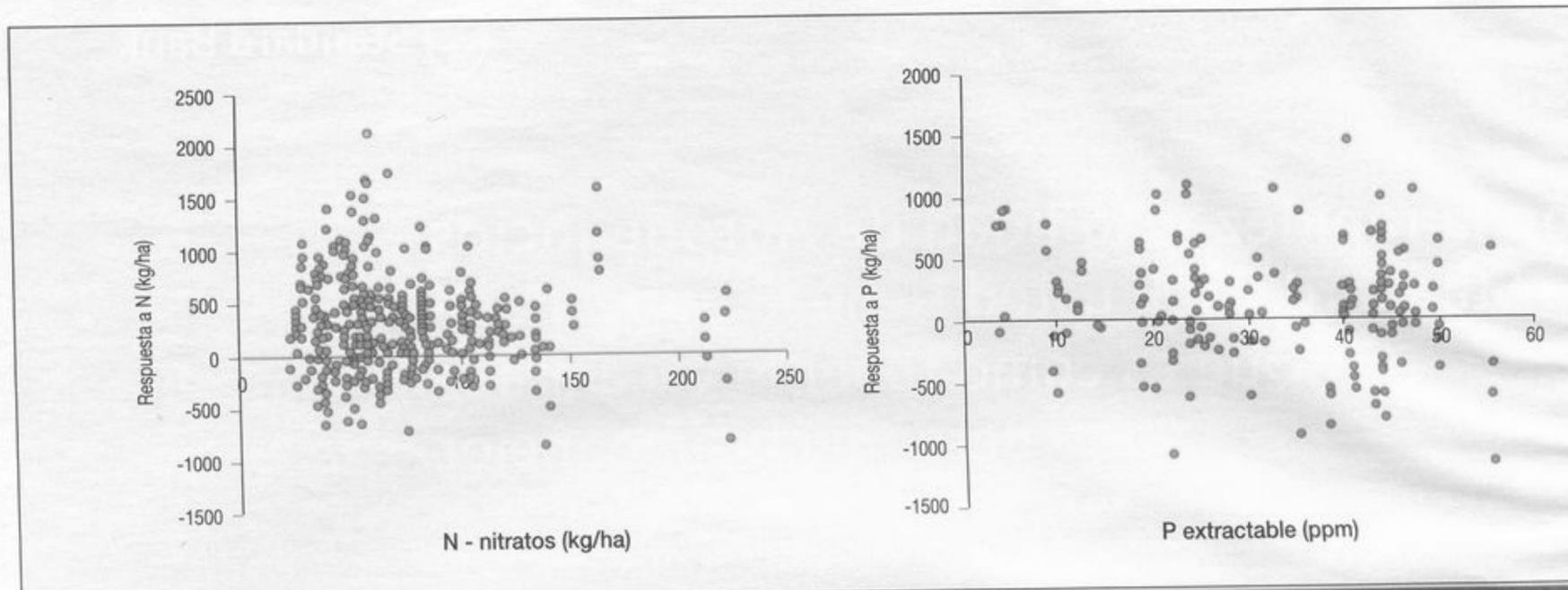


Figura 2. Relación entre la respuesta a nitrógeno y fósforo con los contenidos de nitratos y fósforo extractable de los suelos

consecuencia, no fue posible generar ecuaciones predictivas que permitieran estimar el rendimiento del girasol frente al agregado de nutrientes según la fertilidad del suelo, y sólo fue posible estimar valores medios de respuesta y eficiencia. Para el caso del nitrógeno, la eficiencia de respuesta disminuyó al aumentar la dosis, pasando de aproximadamente de 6,5 a 4,5 kg de grano por kilo de nitrógeno cuando la dosis se incrementaba de 40 a 80 kg/ha de nitrógeno (figura 3).

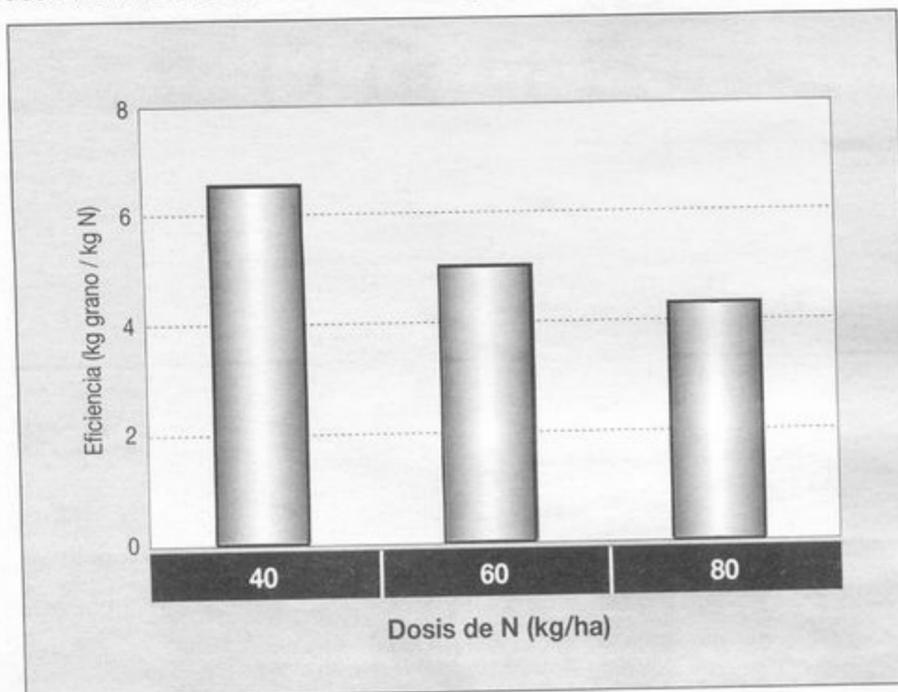


Figura 3. Eficiencia de respuesta de girasol a la fertilización con distintas dosis de nitrógeno

Tomando distancia de la situación actual de precios y estimando una cotización promedio histórica de girasol de 230 u\$s/t, gastos de cosecha, flete y comercialización del 20% y un precio medio de la urea de 300 u\$s/t, puede estimarse una relación de precios promedio de aproximadamente 4. Esto implica que es necesario producir al menos 4 kilos de grano por kilo de nitrógeno agregado para pagar el

fertilizante. Dosis bajas, de 40 kilos de nitrógeno o similares, resultan entonces generalmente económicas, mientras que lo contrario ocurre con las dosis altas.

En el caso del fósforo, la eficiencia de respuesta media de la experimental fue de 6 kilos de grano por kilo de fósforo aplicado a una dosis de 20 kg/ha del nutriente. Considerando un precio medio del fosfato diamónico de 380 u\$s/t la relación de precios de indiferencia es de aproximadamente de 11. Esto indica que la utilización del girasol con este nutriente no es rentable económica en la región de estudio. En el caso de fósforo, es importante destacar que los sitios con niveles de P Bray inferiores a 12 ppm –considerados críticos por algunos autores– representan sólo un 12% de la totalidad de sitios evaluados. El reducido número de sitios con niveles de P bajos podría explicar la baja respuesta a fósforo.

Los resultados obtenidos indican que en las regiones semiáridas y húmedas pampeanas el girasol responde económicamente a dosis bajas de nitrógeno aplicadas a la siembra o en forma diferida. No se notaron diferencias por la fuente utilizada. Por el contrario, la fertilización con fósforo no es recomendable desde el punto de vista económico. La decisión de aplicar fósforo al cultivo en esta región puede estar condicionada más con la intención de mantener el nivel del nutriente en el suelo que con el retorno económico inmediato de la inversión.

Alfredo Bono
EEA Anguil
Roberto Álvarez
Facultad de Agronomía, UBA

Síntesis de un trabajo publicado en el boletín *Informaciones agrícolas del Cono Sur*, N° 35.