

RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION PARA GIRASOL EN LAS REGIONES SEMIARIDA Y SUBHUMEDA PAMPEANAS

A. Bono¹, R. Alvarez²

¹ EEA Anguil INTA, CC 11 (6326) Anguil La Pampa, Argentina. ² Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires, Argentina. E-mail: abono@anguil.inta.gov.ar

INTRODUCCIÓN

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, siendo la respuesta en general errática. En las Regiones Semiárida y Subhúmeda Pampeanas (sur de San Luís, 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 (Bono *et al.* 1999). En estos trabajos se han descrito respuestas positivas a nitrógeno y a fósforo como resultado de tres años de experimentación, pero no ha sido posible desarrollar un método de recomendación de fertilización para el cultivo (Bono *et al.* 2003). En el oeste de la Provincia de Buenos Aires, Díaz Zorita (1996) encontró respuestas positivas del rendimiento con dosis de 40 y 80 kg de N ha⁻¹ aplicados en el estado V6. Se ha propuesto para la región usar la concentración de nitratos en la base de los pecíolos de las hojas jóvenes y el valor de medición de clorofila como indicadores para recomendar la fertilización nitrogenada (Díaz Zorita y Duarte 1997). Con fertilización a la siembra se han descrito incrementos de rendimientos promedio de 400 kg ha⁻¹, y de 700 kg ha⁻¹ con fertilización en 4-6 pares de hojas, aplicando dosis no mayores a 60 kg N/ha (Bono *et al.* 2003). Por otro lado, González Montaner *et al.* (citado por Darwich, 1996), trabajando en el este de La Pampa y sur de Córdoba, mencionan respuestas entre 350 y 500 kg grano/ha por el agregado de dosis crecientes de urea de 50 a 150 kg ha⁻¹. Sin embargo, no existe actualmente una metodología disponible para estimar la respuesta del cultivo a la fertilización y poder hacer evaluaciones económicas de la conveniencia de realizar la práctica.

Se dispone de abundante información publicada (Bono *et al.* 1999; Bono 2005; Bono *et al.* 2003, Quiroga *et al.* 2002) y no publicada sobre la respuesta del

girasol a la fertilización que no ha sido integrada en una sola base de datos. Nuestro objetivo fue integrar esa información para generar recomendaciones de fertilización para el cultivo.

MATERIALES Y METODOS

Desde 1997 hasta el 2005 se realizaron 130 ensayos de fertilización en el cultivo de girasol en las Regiones Semiárida y Subhúmeda Pampeana (Figura 1). Los mismos fueron instalados en principalmente sobre Molisoles y Entisoles. Según los casos se usaron dos sistemas de labranza, convencional de la zona donde el suelo se preparaba con rastras y discos (n = 87) y siembra directa (n = 45). Los cultivos antecesores fueron pastura y verdeos (n = 40), soja (n = 15), girasol (n = 11), maíz y sorgo (n = 44), trigo, cebada y centeno (n = 16) y barbecho largo (n = 4).

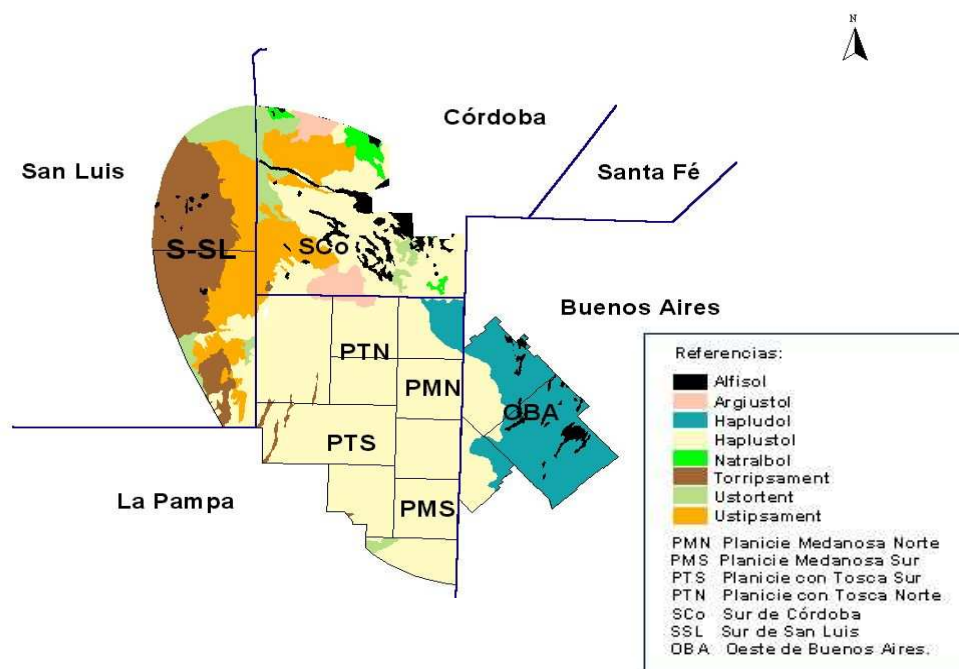


Figura 1: Área de trabajo y tipo de suelos donde se realizaron los experimentos.

Se utilizaron distintos híbridos y se siguió el manejo adoptado por el productor en cada caso. En todos los sitios se determinó profundidad del suelo hasta la tosca cuando ésta estaba a menos de 200 cm de la superficie. En el estrato 0-20 cm se analizó a la siembra materia orgánica (Walkey y Black), fósforo extractable (Bray 1) y pH. La densidad aparente se cuantificó con cilindros de acero de 250 cm³ y el contenido de humedad del suelo en capas de 20 cm hasta los 200 cm de profundidad o hasta la tosca, por gravimetría. Se determinaron nitratos (ácido cromotrópico) en capas de 20 cm hasta los 60 cm de profundidad. La capacidad de campo y el punto de marchitez de cada suelo fueron también evaluados (olla de Richards), calculándose 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 textura de 0 a 20 cm (método de Bouyucos) y las precipitaciones durante el ciclo del cultivo (Tabla 1).

Tabla 1: Propiedades de los suelos de los sitios experimentales.

	Profundidad (cm)	Agua disponible (mm)	Arcilla+limo (%)	C orgánico (%)	pH	P extractable (ppm)	N nitratos (kg/ha)	Precipitación (mm)
Media	171	275	36	1,07	6,1	28,7	74	471
Mínimo	40	49	13	0,25	5,5	3,4	22	242
Máximo	200	516	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 éstos, y a la vez, diferentes dosis, fuentes y momentos de aplicación de nitrógeno (Tabla 2).

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

Tipo de ensayo	Número de ensayos	Tipo de fertilizante	Dosis de N	Dosis de P	Dosis de S	Momentos de aplicación de N
			(kg/ha)			
Dosis y fuentes de N combinado con P	31	Urea, CAN, SFT, MAP	40, 80	11, 20, 22, 33	0	Siembra, V6
Dosis y fuentes de N y S combinados con P	29	Urea, CAN, SA, SNA, SC, SFT	27, 40, 46, 54, 80	14, 20	30	Siembra
Dosis y momentos de N combinados con P	9	Urea y FDA	40, 80, 120	10	0	Dividida
Dosis de N	42	Urea	40, 60, 80	0	0	Siembra
Dosis y momentos de N	19	Urea	40, 60, 80	0	0	Siembra, V6

SFT: super fosfato triple, FDA: fosfato diámonico, MAP: fosfato monoánico, SA: sulfato de amonio, SNA: sulfonitrato de amonio, SC sulfato de calcio.

El diseño experimental fue variable estando los experimentos en general bloqueados con tres repeticiones asignadas al azar dentro de cada bloque. El tamaño de las parcelas fue de 10 x 10 m, determinándose en madurez el rendimiento del cultivo por cosecha manual (13.5 % de agua). 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. Los resultados de la red de experimentos se analizaron por técnicas de regresión múltiple para buscar explicar el rendimiento o la respuesta a la fertilización con variables de sitio y manejo. Se probaron modelos de regresión polinómica testeando efectos lineales, cuadráticos e interacciones. Variables categóricas como antecesor y sistema de labranza se testearon en los modelos como variables dummy. Para probar los efectos de los nutrientes y las fuentes y momentos de aplicación de nitrógeno se compararon respuestas por un test de t apareado entre los promedios de los tratamientos para todos los experimentos donde se probaba cada efecto.

RESULTADOS Y DISCUSION

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 la fuente agregada sobre la magnitud de la respuesta del cultivo (Tabla 3). Los modelos de regresión logrados para explicar el rendimiento y la respuesta a la fertilización tuvieron bajo ajuste (aprox. $R^2 = 0.30-0.40$) y no fueron útiles para predecir el comportamiento del girasol ante el agregado de fertilizantes (resultados no presentados). 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.

Tabla 3. Significancia de las respuestas a la fertilización

Efecto	Pares de datos	Respuesta (kg grano/ha)	Significancia
Fertilización nitrogenada (N)	638	294	0,01
Fertilización fosforada (P)	176	115	0,05
Fertilización azufrada (S)	60	-71	ns
Interacción N x P	120	-	ns
Momento aplicación N	81	-	ns
Fuente N	101	-	ns

VARIABLES DE SITIO COMUNMENTE USADAS PARA PREDECIR LA RESPUESTA DE LOS CULTIVOS A LA FERTILIZACIÓN NO PERMITIERON ESTIMAR LAS RESPUESTAS DEL GIRASOL (Figura 2). La respuesta a nitrógeno no dependió del nivel de nitratos del suelo y el nivel de fósforo extractable no estuvo relacionado a 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 fueron igualmente de poca ayuda para predecir las respuestas.

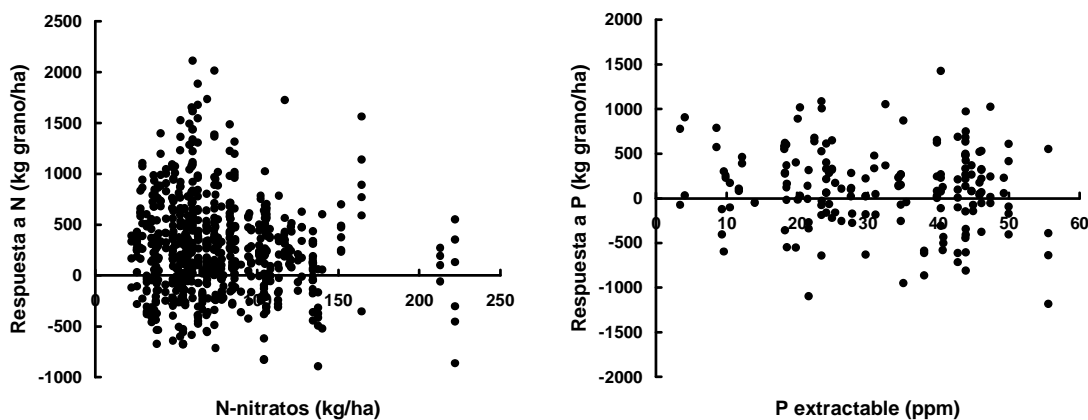


Figura 2. Relación entre la respuesta a nitrógeno y a fósforo con los contenidos de nitrógeno de nitratos y fósforo extractable de los suelos.

En consecuencia, no fue posible generar ecuaciones predictivas que permitan estimar cómo va a responder el rendimiento del girasol al agregado de nutrientes según la fertilidad del sitio y solo es posible presentar valores medios de respuesta y eficiencia. Para nitrógeno la eficiencia de respuesta disminuyó al aumentar la dosis, pasando de aprox. 6.5 a 4.5 kg grano/kg N cuando la dosis se incrementaba de 40 a 80 kg N/ha (Figura 3).

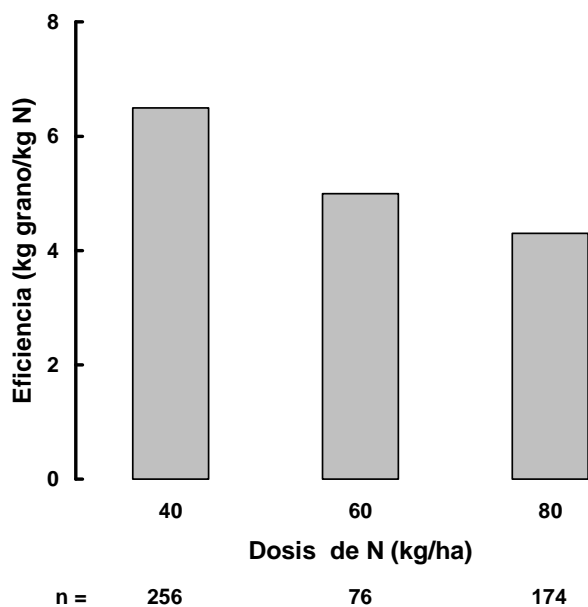


Figura 3. Eficiencia de respuesta de girasol a la fertilización con distintas dosis de nitrógeno. Los números bajo las barras (n) representan la cantidad de observaciones promediadas en cada caso.

Estimando un precio promedio histórico de girasol de 230 U\$/t, gastos de cosecha, flete y comercialización del 20 % y un precio medio de la urea de 300 U\$/t, puede estimarse una relación de precios promedio de aprox. 4. Esto implica que es necesario producir al menos unos 4 kg grano/kg N agregado para pagar el fertilizante. Dosis bajas, de 40 kg N/ha o similares, resultan entonces generalmente económicas, mientras que dosis altas dejan de serlo. Para fósforo la eficiencia de respuesta media de la red experimental fue de 6 kg grano/kg P aplicado, para dosis de 20 kg P/ha. Considerando un precio medio del fosfato diamónico de 400 U\$/t la relación de precios de indiferencia es de aprox 11. Esto indica que no es rentable económicamente la fertilización del girasol con este nutriente en la región de estudio.

Los resultados obtenidos indican que el girasol responde económicamente a dosis bajas de nitrógeno aplicadas a la siembra o en forma diferida, y sin efecto de la fuente usada, en la Región Semiárida y Subhúmeda Pampeana. Por el contrario, la fertilización fosforada no es recomendable desde el punto de vista económico. La decisión de aplicar fósforo a este cultivo puede pasar más por la intención de

mantener el nivel de fósforo extractable del suelo que por el retorno económico inmediato de la inversión.

REFERENCIAS

- Bono, A. 2005. Dosis y momentos de aplicación de nitrógeno en girasol en la región semiárida pampeana. Publicación Técnica N° 61 EEA Anguil INTA pp 41-42.
- Bono, A; JC Montoya; FJ Babinec. 1999. Fertilización en Girasol. Resultados obtenidos en tres años de estudio. Publicación Técnica N° 48. EEA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas" INTA. 28 pp.
- Bono, A; A Quiroga; C Scianca. 2003. Fertilización Nitrogenada en La Región Semiárida Pampeana. Boletín de Divulgación Técnica N° 77. pp 66-78.
- Darwich, N. 1996. Fertilidad de soja y girasol. En: Oleaginosa. Moreno SA, Curso de Actualización para profesionales "Fertilidad de suelos y uso de fertilizantes". Necochea, 18 pp.
- Díaz Zorita, M. 1996. Productividad de cultivos de girasol fertilizados con N en la región de la pampa arenosa. (Campaña 1995-1996). Convenio INTA-AACREA, Zona Oeste Arenoso.
- Díaz Zorita, M; G Duarte. 1997. Nitrógeno y producción de girasol en la región de la pampa arenosa. Actas del XVI Congreso Arg. de la Ciencia del Suelo. Carlos Paz, Córdoba. pp 115-116.
- González Montaner, J; M Posborg; F Dolorico; W Wagner. 1996. Girasol. Diagnóstico de fertilización nitrogenada en el sudeste de Buenos Aires, Argentina. II. Convenio AACREA Zéneca-Zona Mar y Sierras.
- Quiroga, A; A Bono; A Corro Molas. 2002. Aspectos Nutricionales del Girasol en la Región Semiárida y Subhúmeda Pampeana. Idia XXI N° 3. pp 128-134