



IPNI
INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE

INSTITUTO INTERNACIONAL
DE NUTRICIÓN DE PLANTAS

WWW.IPNI.NET



PROGRAMA LATINOAMERICA - CONO SUR

SEPTIEMBRE
2007

CONTENIDO

- RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN PARA GIRASOL
- ¿CUANTO FÓSFORO HAY QUE APLICAR?
- RESIDUALIDAD DEL FÓSFORO Y DEL AZUFRE
- APLICACIONES DE FÓSFORO EN CULTIVOS DE MAÍZ
- RED CREA SUR DE SANTA FE: MAÍZ 2006/07.

RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN PARA GIRASOL EN LAS REGIONES SEMIÁRIDA Y SUBHÚMEDA PAMPEANAS

Alfredo Bono¹ y Roberto Alvarez²

¹ EEA Anguil INTA, CC 11 (6326) Anguil La Pampa, Argentina.

² Facultad de Agronomía, UBA. Av. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires, Argentina.

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 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 (Bono *et al.*, 1999). En estos trabajos se han descrito respuestas positivas a nitrógeno (N) y a fósforo (P) 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 utilizar 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



Cultivo de girasol.

Director: Dr. Fernando O. García
INSTITUTO INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN DE PLANTAS
 PROGRAMA LATINOAMERICA - CONO SUR
 Av. Santa Fe 910
 (B1641ABO) Acassuso – Argentina
 Tel/Fax (54) (011) 4798-9939
 E-mail: fgarcia@ipni.net
 Sitio Web: www.ipni.net



Propietario: Potash and Phosphate
 Institute of Canada (PPIC)
 ISSN 1666 - 7115
 No. de Registro de Propiedad Intelectual 222581

Se permite copiar, citar o reimprimir los artículos de este boletín siempre
 y cuando no se altere el contenido y se cite la fuente y el autor.

Diseño e Impresión: www.agroeditorial.com.ar
amatthiess@amatthiess.com.ar

Contenido:

Recomendaciones de fertilización para girasol en las regiones semiárida y subhúmeda pampeanas	1
¿Cuánto fósforo hay que aplicar para alcanzar el umbral crítico de fósforo disponible en el suelo? II. Cálculos para las zonas Sur y Norte de la Región Pampeana	6
Residualidad del fósforo y del azufre Estrategia de fertilización en una secuencia de cultivos	11
Aplicaciones incorporadas y “al voleo” de fósforo en cultivos de maíz en la región de la pampa arenosa	17
Red de Ensayos en Nutrición de Cultivos. Región CREA Sur de Santa Fe. Resultados de la campaña 2006/07: Maíz	20
Congresos, Cursos y Simposios	25
Publicaciones de Inpofos	26

a 60 kg N ha⁻¹ (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⁻¹ 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 eco-

nómicas 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.

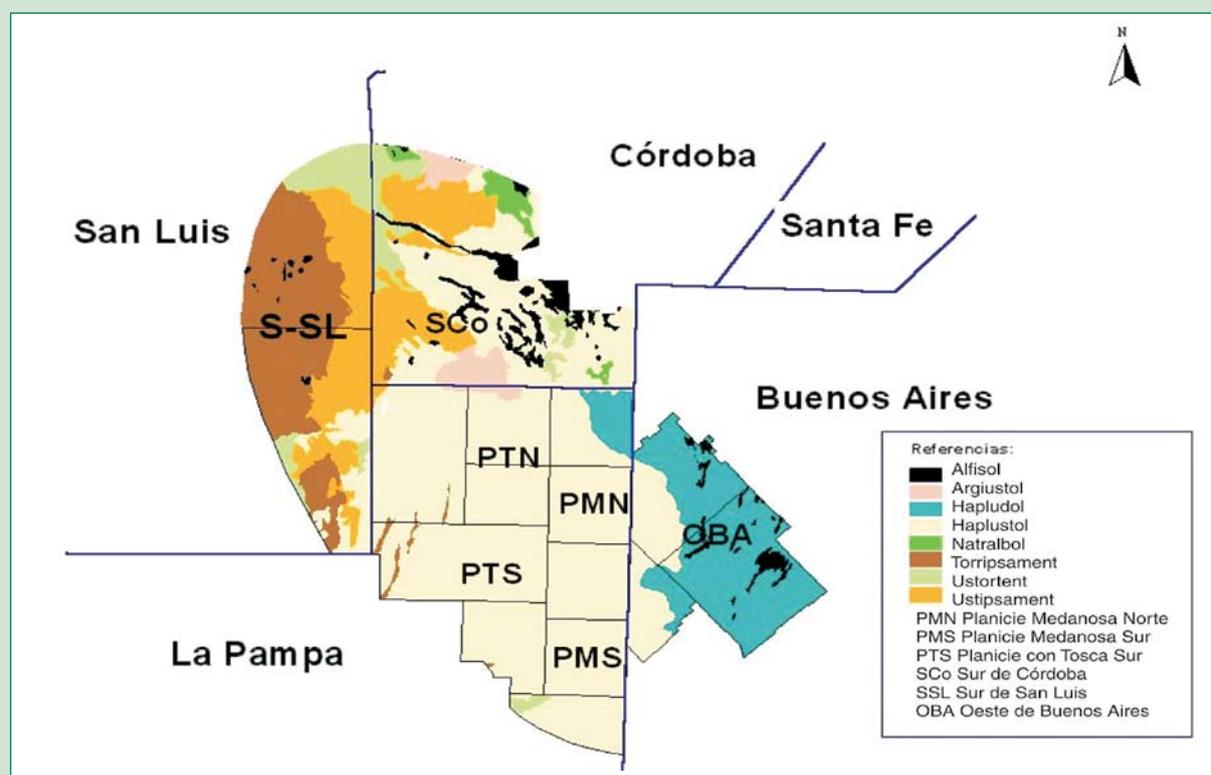


Figura 1. Área de trabajo y tipo de suelos donde se realizaron los experimentos.

Materiales y Métodos

Desde 1997 hasta el 2005 se realizaron 130 ensayos de fertilización en el cultivo de girasol en las Regiones Semiárida y Subhúmeda Pampeana (Fig. 1). Los mismos fueron instalados principalmente sobre suelos de ordenes Molisoles y Entisoles. Según los casos, se utilizaron 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 verdes ($n = 40$), soja ($n = 15$), girasol ($n = 11$), maíz y sorgo ($n = 44$), trigo, cebada y centeno ($n = 16$) y barbecho largo ($n = 4$).

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).

Se realizaron distintos tipos de ensayos. En todos los casos se comparó un testigo sin fertilizante con tratamientos fertilizados con N, P o azufre (S), combinaciones de éstos, y a la vez, diferentes dosis, fuentes y momentos de aplicación de N (Tabla 2).

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 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. 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, las fuentes y momentos de aplicación de N se compararon respuestas por un test de t apareado entre los promedios de los tratamientos para todos los experimentos donde se probaba cada efecto.

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

	Profundidad (cm)	Arcilla+limo (%)	C orgánico (%)	pH	Fósforo extractable (ppm)	N nitratos (kg/ha)	Precipitación (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

Tabla 2. Tipo de ensayos, tipo de fertilizante, dosis de N, P y S y momentos de aplicación de N 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 y 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	30	Dividida
Dosis de N	42	Urea	40, 60, 80	0	0	Siembra
Dosis y momentos de aplicación N	19	Urea	40, 60, 80	0	0	Siembra, V6

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

Resultados y Discusión

Hubo respuesta significativa del rendimiento a la fertilización nitrogenada y fosforada, pero no a la azufrada. Tampoco se detectó interacción entre N y P. No hubo efectos del momento de aplicación del N 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^{-1} a la aplicación de N y de alrededor de 100 kg grano ha^{-1} a la aplicación de P.

Variables de sitio comúnmente usadas para predecir la respuesta de los cultivos a la fertilización no permitieron estimar las respuestas del girasol (Fig. 2). La respuesta a N no dependió del nivel de nitratos del suelo y, el nivel de P extractable no estuvo relacionado a la respuesta a P. 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. 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 sólo es posible presentar valores medios de respuesta y eficiencia. Para N la eficiencia de respuesta disminuyó al aumentar la dosis, pasando de aproximadamente de 6.5 a 4.5 kg grano $kg N^{-1}$ cuando la dosis se incrementaba de 40 a 80 $kg N ha^{-1}$ (Fig. 3).

Estimando un precio promedio histórico de girasol de 230 U\$S ton^{-1} , gastos de cosecha, flete y comercialización del 20% y un precio medio de la urea de 300 U\$S ton^{-1} , puede estimarse una relación de precios promedio de aproximadamente 4. Esto implica que es necesario producir al menos unos 4 kg grano $kg N^{-1}$ agregado para pagar el fertilizante. Dosis bajas, de 40 $kg N^{-1}$ o similares, resultan entonces generalmente económicas, mientras que dosis altas dejan de serlo. Para P, la eficiencia de respuesta media de la red experimental fue de 6 kg grano $kg P^{-1}$ aplicado, para dosis de 20 $kg P ha^{-1}$. Considerando un precio medio del fosfato diamónico de 380 U\$S ton^{-1} la relación de precios de indiferencia es de aproximadamente de 11. Esto indica que no es rentable económicamente la fertilización del girasol con este nutriente en la región de estudio. En el caso de P, es importante destacar que los sitios con niveles de P Bray menores de 12 ppm, considerados como críticos según algunos autores, representan solamente un 12 % de la población de sitios evaluados. El reducido número de

Tabla 3. Significancia de las respuestas a la fertilización

Efecto	Pares de datos	Respuesta	Significancia
		(kg grano/ha)	
Fertilización nitrogenada (N)	638	294	0.01
Fertilización fosforada (P)	176	115	0.05
Fertilización azufrada	60	-71	ns
Interacción N x P	120	-	ns
Momento aplicación N	81	-	ns
Fuente N	101	-	ns

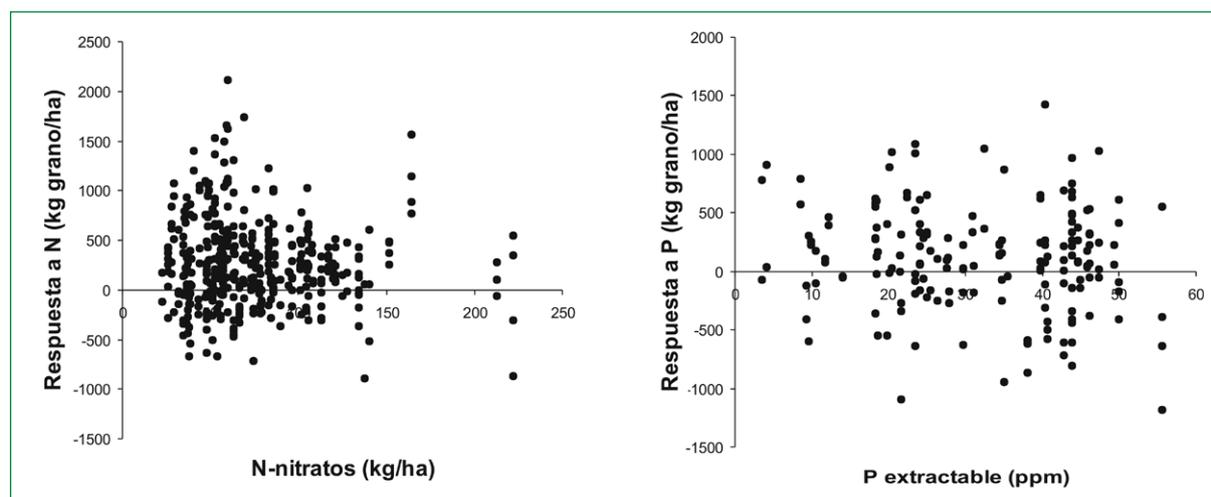


Figura 2. Relación entre la respuesta a N y a P con los contenidos de N de nitratos y P extractable de los suelos.

sitios con niveles de P Bray bajos podría explicar la baja respuesta a P.

Los resultados obtenidos indican que el girasol responde económicamente a dosis bajas de N 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 P a este cultivo en esta región puede pasar más por la intención de mantener el nivel de P extractable

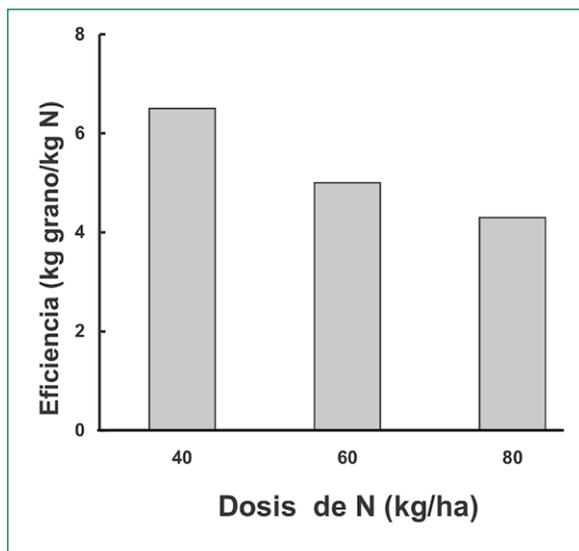


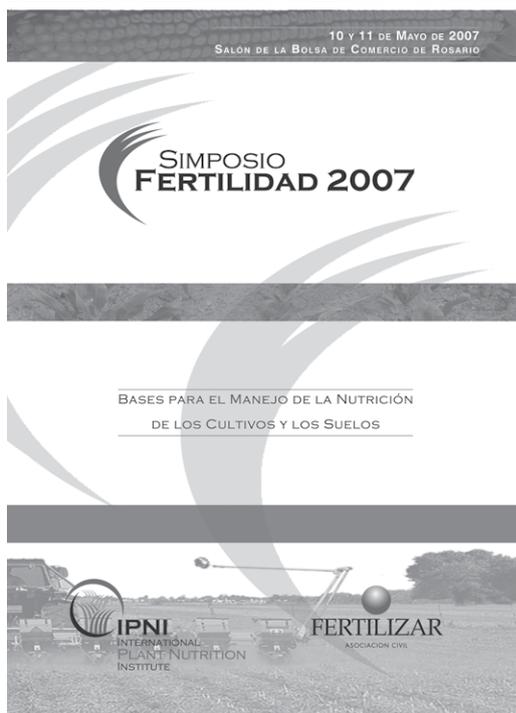
Figura 3. Eficiencia de respuesta de girasol a la fertilización con distintas dosis de N.

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., J.C. Montoya y F.J. 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 y 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. y G. Duarte.** 1997. Nitrógeno y producción de girasol en la región de la pampa arenosa. Actas del XVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Carlos Paz, Córdoba. pp 115-116.
- González Montaner J., M. Posborg, F. Dolorico y 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 y A. Corro Molas.** 2002. Aspectos Nutricionales del Girasol en la Región Semiárida y Subhúmeda Pampeana. Idia XXI N° 3. pp 128-134. ◀

Nueva publicación



Publicación con los trabajos presentados en el Simposio "Fertilidad 2007" recientemente organizado por IPNI Cono Sur y Fertilizar AC en la ciudad de Rosario. Entre los temas discutidos por los destacados profesionales nacionales y extranjeros se incluyen: ciclo del nitrógeno, calidad de fertilizantes, aplicaciones de fertilizantes, reportes de experimentación en manejo y fertilidad de suelos y fertilización de cultivos de los últimos años, eficiencia de uso del N en maíz, manejo de fertilización nitrogenada en dosis variables, la fertilización de pasturas y estrategias de fertilización en EE.UU. y Argentina.

- Costo de la publicación: \$40 (cuarenta pesos argentinos)
- Costo de envío: \$6 (seis pesos argentinos)
- La publicación puede ser adquirida contactando a: IPNI Cono Sur - At. Sra. Laura Pisauri - Tel/Fax (54) 011 4798 9939 - Lpisauri@ipni.net