



## Fertilización fosfatada e inoculación con micorrizas en girasol

Álvarez, C.; Scianca, C. y Barraco, M.

EEA INTA General Villegas- CC 153 (6230) General Villegas.  
\*calvarez@correo.inta.gov.ar

Los suelos del noroeste bonaerense presentan niveles de fósforo (P), cada vez más deficitarios, observándose respuesta a la fertilización con este nutriente, tanto en cultivos agrícolas como en pasturas perennes (Barraco et al., 2003; Barraco y Eguren, inédito). Además numerosos estudios muestran que existen algunos mecanismos especializados entre plantas y hongos micorrízicos del suelo que podrían permitir que las raíces capten P del suelo de forma más efectiva (Jeffries et al., 2003). El objetivo del presente estudio fue incrementar la eficiencia de utilización de P en sistemas agrícolas a través de la inoculación con micorrizas en el cultivo de girasol. El estudio se desarrolló en la campaña 2006/07 en un lote de producción de la EEA INTA General Villegas (Drabble, Pcia. de Buenos Aires) sobre un suelo Hapludol típico (MO= 28 g.kg<sup>-1</sup>; Pe= 13 ppm; pH= 6,5) Los tratamientos fueron i) fertilización con P: (0 y 20 kg de P.ha<sup>-1</sup>) y ii) inoculación con micorrizas (control sin inocular e inoculado). La fuente de P utilizada fue fosfato monoamónico, aplicado al costado y por debajo de la semilla al momento de la siembra de los cultivos.

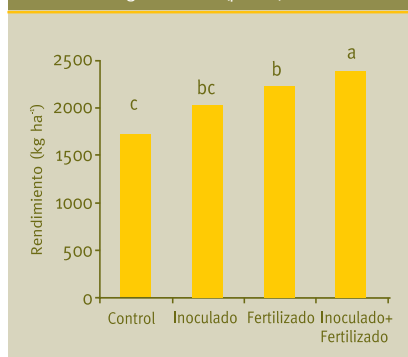
Las semillas fueron tratadas con inoculantes provistos por Crinigan y se aplicaron previo al momento de la siembra según dosis recomendada por la empresa. La siembra se realizó el 4 de noviembre

de 2006, utilizando el cultivar ACA 886 a una densidad de 76.000 plantas.ha<sup>-1</sup>. Se determinó la producción de grano y componentes de rendimiento (número de granos y peso individual de granos).

El diseño fue en bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones y parcelas de 10 m de ancho y 10 m de longitud. Los resultados se analizaron con ANVA y prueba de diferencias de medias significativas de LSD (p<0,05).

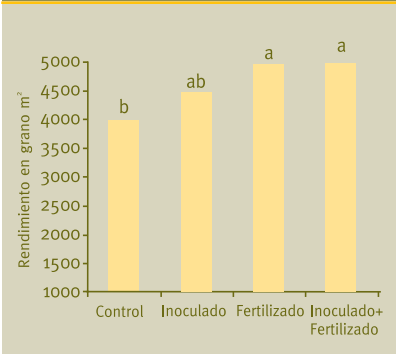
La densidad de plantas varió entre 53.942 y 56.634 plantas.ha<sup>-1</sup>, sin detectarse diferencias significativas entre tratamientos. La producción de grano varió entre 1.730 y 2.378 kg.ha<sup>-1</sup>, mostrando diferencias significativas entre tratamien-

Figura 1 Producción de grano de girasol según tratamientos de fertilización con P e inoculación con micorrizas. Diferentes letras indican diferencias significativas (p<0,01)



tos ( $p < 0,01$ ) (**Figura 1**). No se observó interacción entre los tratamientos de fertilización e inoculación. Todos los tratamientos incidieron positivamente sobre el rendimiento en grano al compararlo con el testigo. Los incrementos de rendimientos sobre el testigo fueron del 28, 16 y 37 % para los tratamientos con P, con micorrizas y la combinación de ambos, respectivamente. Mientras que la eficiencias de utilización de P fue 22,5 y 29,5 kg grano/kg P aplicado para los tratamientos con P y la combinación de ambos, respectivamente. El número de granos varió entre 3.965 y 4.605 granos.m<sup>-2</sup> mostrando diferencias entre tratamientos (**Figura 2**). El rendimiento de los cultivos se correlacionó con el número de granos ( $r^2 = 0,70$ ). No existen evidencias que muestren diferencias significativas en el peso individual de los granos entre los diferentes tratamientos evaluados. La fertilización fosfatada incrementó el rendimiento del cultivo de girasol en sistemas agrícolas, mientras que las mayores respuestas y eficiencias se encontraron cuando ésta fue combinada con micorrizas. Si bien estas prácticas no resultan habituales en el noroeste bonaerense, constituyen herramientas que pueden contribuir a la mejora de rendimientos del cultivos de girasol.

**Figura 2** Número de granos de girasol según tratamientos de fertilización con P e inoculación con micorrizas. Diferentes letras indican diferencias significativas ( $p < 0,01$ )



#### Bibliografía:

- Barraco M.; Díaz- Zorita M.; Álvarez C. 2006. Aplicaciones incorporadas y en superficie de fertilizantes fosfatados en cultivos de maíz. XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Salta.
- Jeffries P; S Gianinazzi; S. Perotto; K Turnau; J Barea. 2003. The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. Biol. Fertil. Soils 37: 1-16



## Recomendaciones de fertilización para girasol en las regiones semiáridas y subhúmedas pampeanas

Bono, A.<sup>1</sup> y Álvarez, R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> EEA Anguil INTA, CC 11 (6326) Anguil La Pampa, Argentina. <sup>2</sup> Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires, Argentina. \*abono@anguil.inta.gov.ar

**E**n 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 al cultivo de girasol. Sin embargo, no existe actualmente una metodología disponible para estimar la respuesta del cultivo a la fertilización y hacer evaluaciones económicas de la conveniencia de realizar la práctica. Se dispone de abundante información publicada y no publicada sobre la respuesta del girasol a la fertilización que no ha sido integrada en una sola base de datos.

El objetivo fue integrar esa información para generar recomendaciones de fertilización para el cultivo. Desde 1997 hasta el 2005 se realizaron 130 ensayos de fertilización en el cultivo de girasol, instalados principalmente sobre Molisoles y Entisoles. 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 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. Se realizaron distintos tipos de ensayos.

En todos los casos se comparó un testigo sin fertilizante con tratamientos fertiliza-

dos con nitrógeno, fósforo (20 kg P/ha) o azufre (30 kg S/ha), combinaciones de éstos, y a la vez, diferentes dosis (27 a 120 kg N/ha), fuentes (urea, CAN o sulfato de amonio) y momentos de aplicación (siembra o V6) de nitrógeno. En todos los sitios se determinó profundidad del suelo, materia orgánica, fósforo extractable, pH, nitratos y contenido de agua disponible a la siembra. En el 50 % de los sitios se determinaron textura y precipitaciones durante el ciclo del cultivo.

Los resultados de la red de experimentos se analizaron por técnicas de regresión múltiple para explicar el rendimiento o la respuesta a la fertilización con variables de sitio y manejo. Para probar los efectos de los nutrientes, las fuentes y los 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. Hubo efectos significativos de la fertilización nitrogenada y fosforada sobre el rendimiento del cultivo con respuestas medias positivas (**Tabla 1**).

Por el contrario, no se detectó efectos de la fertilización azufrada, ni tampoco interacción entre las respuestas a nitrógeno y a fósforo. Las respuestas a las distintas fuentes de nitrógeno no difirieron, ni tuvo impacto significativo, el momento de aplicación del nutriente. No fue posible generar modelos de regresión que per-

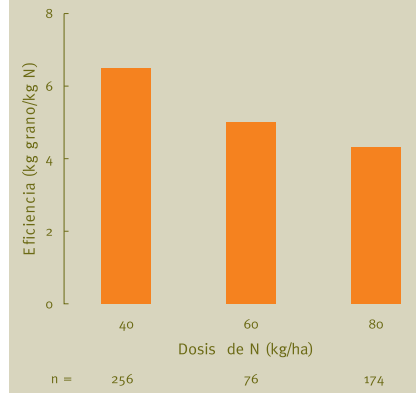
**Tabla 1** Significancia de los efectos de la fertilización nitrogenada, fosforada y azufrada y de la tecnología de fertilización nitrogenada en cultivos de girasol de las Regiones Semiárida y Subhúmeda Pampeanas.

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

mitieran explicar o predecir el rendimiento del girasol, o su respuesta a la fertilización, con ajustes aceptables ( $R^2 > 0,50$ ). La respuesta a nitrógeno no estuvo correlacionada con el nivel de nitratos del suelo. La respuesta a fósforo tampoco lo estuvo con el nivel de fósforo extractable. En consecuencia, se calculó la eficiencia de respuesta promedio de toda la red experimental a las dosis más comunes de nitrógeno aplicadas (**Figura 1**).

La eficiencia disminuyó con la dosis variando entre 6,5 y 4,3 kg grano/kg N aplicado. La eficiencia media de respuesta a fósforo fue de 5,75 kg grano/kg P aplicado. Estas eficiencias de respuestas medias pueden usarse para estimaciones de la conveniencia económica de la fertilización.

**Figura 1** Eficiencia de respuesta de girasol a la fertilización nitrogenada en las Regiones Semiárida y Subhúmeda Pampeanas. Los números (n) indican cantidad de datos promediados en cada caso





## Girasol: tiempo de barbecho y momentos y formas de aplicación de fósforo

Bono, A.<sup>1</sup>; Sá Pereira, E. de<sup>2</sup>; Romano, N.<sup>3</sup> y Montoya, J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> EEA Anguil INTA, CC 11 (6326) Anguil La Pampa, Argentina. <sup>2</sup> INTA Coronel Suárez GOT Sudoeste Húmedo. <sup>3</sup> Asesor privado. \*[abono@anguil.inta.gov.ar](mailto:abono@anguil.inta.gov.ar)

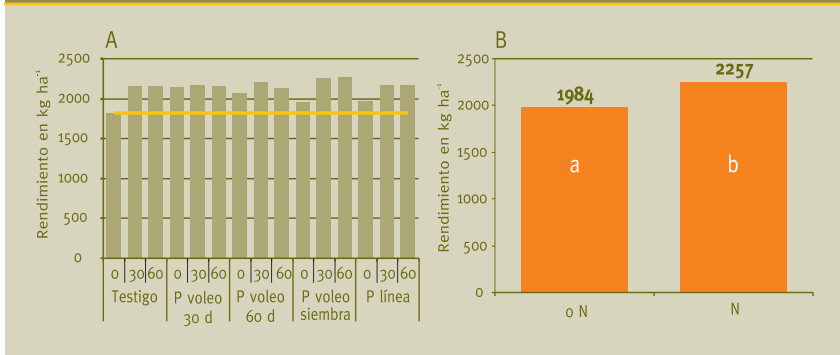
**U**na alternativa frente al manejo del agua es la siembra directa (SD), y asociado a esta práctica el barbecho químico es una herramienta que permite el control anticipado de malezas con herbicidas, minimizando el consumo de agua. El nitrógeno y el fósforo (P) son los nutrientes que limitan en mayor medida la producción de girasol. Buscando aumentar la eficiencia en la captación de este nutriente por parte del cultivo se han probado recientemente fertilizaciones anticipadas durante el barbecho en SD de maíz y soja en Iowa (Mallarino, 2001). Nuestros objetivos fueron: Evaluar el efecto de la longitud de barbechos de 0, 30 y 60 días; y evaluar el efecto de los momentos y formas de aplicación de P solo y combinado con N, sobre el rendimiento en grano en girasol. Durante las campañas 2005/06 y 2006/07 se establecieron 9 ensayos en el sur de San Luis, sur de Córdoba, este de La Pampa y Coronel Suárez, en SD.

Los ensayos se localizaron en suelos Molisoles y Entisoles con distintos niveles de P asimilable de 7,5 a 68,3 ppm y contenidos de materia orgánica de 0,47 a 3,30 %. Se definieron tres períodos de barbechos químicos de 60, 30 y 0 días, los cuales se realizaron con Glifosato más un herbicida residual (Sulfentrazone). Se aplicó P como superfosfato triple en una dosis de 20 kg.ha<sup>-1</sup> al voleo anticipado en los barbechos; y a la siembra aplicado en la línea y al voleo; y N como urea en

4-6 pares de hojas. En suelo se analizó en la capa arable MOT, N por Kjeldhal y textura. En capas de 20 cm hasta 140 cm o la tosca, humedad por gravimetría a los 60 días, 30 días, a la siembra, en 4-6 pares de hojas, floración y cosecha. Se determinó rendimiento en grano en kg.ha<sup>-1</sup>.

El diseño fue un factorial con tres repeticiones. El tamaño de las parcelas fue de 10 m x 5 m (50 m<sup>2</sup>). Para cada ensayo toda la información se analizó por separado usando el procedimiento GLM de SAS (1988). En el análisis de los datos no hubo interacción entre los sitios de ensayos y los factores en estudio, por lo tanto el análisis de los mismos se realizó en forma combinada ( $p > 0,63$ ). Sin embargo, existen efectos interactivos entre la longitud del barbecho y los momentos y formas de aplicación de P con respecto al testigo absoluto ( $p < 0,01$ ) (**Figura 1A**). Aunque existe interacción entre los tratamientos de P y los barbechos, en todo el estudio hubo diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) entre los barbechos. Los barbechos de mayor longitud (30 y 60 días) dieron lugar a los mayores rendimientos con respecto al testigo sin barbecho. En general, los contenidos de humedad a la siembra de los barbechos 30 y 60 días fueron mayores a los del testigo en los 9 sitios de ensayo (**Tabla 1**). Estos resultados confirman los obtenidos por Quiroga et al. (2005) donde la longitud del barbecho afecta positivamente a la

**Figura 1** A) Interacción de la longitud del barbecho, los momentos y formas de aplicación de P, B) Efecto de la aplicación de N sobre el rendimiento en grano. Las medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ( $p < 0,01$ )



acumulación de agua, principalmente en regiones semiáridas. Del mismo modo a pesar de la interacción entre P y barbechos, sólo hubo diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) entre todos los tratamientos

**Tabla 1** Humedad total en el suelo a la siembra para distintos tiempos de barbecho en los nueve ensayos

Sitios de Ensayo	Días de Barbecho	Humedad total a la siembra en todo el perfil mm
Buena Esperanza 2005/06	60	289.7
	30	282.3
	0	278.5
V. Valeria 2005/06	60	146.5
	30	148.2
	0	155.9
Rancul 2005/06	60	206.5
	30	187.7
	0	149.8
C. Suárez 2005/06	60	290.7
	30	274.8
	0	256.2
H. Lagos 2005/06	60	217.1
	30	201.6
	0	151.8
Agustoni 2005/06	60	276.5
	30	244.9
	0	207.3
Parera 2006/07	60	145.7
	30	136.6
	0	151.3
Mari-Lauquen 2006/07	60	174.5
	30	127.0
	0	135.4
C. Suárez 2006/07	60	189.1
	30	188.1
	0	198.6

con P (los momentos y formas de aplicación) con respecto al testigo sin fertilización. No se detectaron interacciones con las otras variables en estudio ( $p > 0,88$ ). Hubo diferencias ( $p < 0,01$ ) con la aplicación de N al voleo en 4-6 pares de hojas (**Figura 1B**). No hubo diferencias entre los barbechos de 30 y 60 días, sí las hubo entre estos y los tratamientos sin barbecho. Para los niveles de P y tipo de suelo bajo estudio no hubo diferencias entre los momentos y formas de aplicación de P. Hubo respuesta a N, pero no hubo interacción con P ni a la triple interacción.

#### Bibliografía:

- Mallarino A. 2001. Manejo de la fertilización con fósforo y potasio para maíz y soja en el centro-oeste de los Estados Unidos. Actas Jornada de Actualización Técnica para profesionales «Fertilidad 2001». INPOFOS Cono Sur. 2-7 pp.
- Quiroga AR, Funaro DO, Fernández R y Noellemeyer EJ. 2005. Factores edáficos y de manejo que condicionan la eficiencia del barbecho en la región pampeana. Ciencia del Suelo 23 (1):79-86.
- SAS Institute, Inc. 1988. SAS/STAT User's Guide, Version 6.02 Edition. SAS Institute, Inc. Cary, NC. 1088 pp.

## Efectos de la inoculación con bacterias PGPRs en el cultivo de girasol (ensayo a campo) campaña 2005-2006

Ferlini Micheli, H. A. y Díaz, S.

Santa Clara de Sagüier - Santa Fe

**L**a progresiva expansión del uso de la BIOFERTILIZACION, técnica que se basa en la inoculación de semillas con bacterias promotoras del desarrollo radicular (PGPRs), motiva el desarrollo de evaluaciones sobre los **probables beneficios que puede aportar la inoculación con bacterias del género *Azospirillum*, en girasol**, por tratarse de uno de los más importantes cultivos de valor comercial. El objetivo de esta experiencia es indagar acerca de la siguiente hipótesis: *La inoculación de semillas de girasol (*Helianthus annuus*) con bacterias del género *Azospirillum brasilense*, produce importantes variaciones en el rinde y en la calidad del producto cosechado.*

El ensayo se realizó en un establecimiento ubicado en la localidad de Bauer y Sigel (31.26° lat. S y 61.95° long. O), departamento Castellanos, provincia de Santa Fe, en un suelo perteneciente a un complejo formado de manera desuniforme por Argiudoles típicos y Argiudoles ácuicos, serie Eusebia, clase III w, con relieve planocóncavo con un régimen plu-

viométrico promedio de 850 mm anuales concentradas en los meses de verano y otoño. Se utilizó semilla de girasol sobre soja de 2da. en un lote preparado de manera convencional, implantada con una sembradora de 16 surcos. La densidad de siembra fue de 3,5 semillas/metro y la distancia entre surcos de 0,52 metros. El lote fue preparado de manera convencional, con una pasada de descompactador, más una pasada de rastra de disco con rolo desterronador. Para el control de malezas se aplicó una mezcla de herbicidas de acción residual en pre-emergencia del cultivo. El diseño se basó en la aplicación de dos tratamientos: T0: semilla sin inocular y T1: semilla inoculada con *Azospirillum brasilense*, cepa AZ39 INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), con una concentración de 1x 10<sup>9</sup>.ml<sup>-1</sup> de UFC. Los datos que se exponen en la siguiente **Tabla** se obtuvieron de muestras aleatorias sistemáticas recogidas en ambas parcelas. Los parámetros cuantificados fueron: peso de las raíces y peso de parte aérea (a los 14 días de la siembra); número de capítu-

Tabla

	T0: Sin Inoculación	T1: con Inoculación	Dif % T1 respecto de T0
Peso Radicular	101,50 mg	146,25 mg	+ 43,11
Peso Parte Aérea	937 mg	945 mg	- 1,00
Número de Capítulos en 10 m lineales	28	33	+ 18,00
Diámetro Capítulos	18,03 cm	18,70 cm	+ 3,4%
Número de Granos Totales en el rango considerado en torno a la media del diámetro	10.414	10.858	+ 4,00
Promedio Semillas por capítulo	1.301	1.209	- 7,00
Peso de los 1000 granos	44,83 g	59,00 g	+ 32,20
Contenido de Aceite	50,40%	52,90%	+ 4,90

los, número de semillas, peso de 1.000 semillas, rendimiento  $\text{ha}^{-1}$  y contenido de aceite (a la cosecha).

Los resultados obtenidos en la presente evaluación corroboran que la inoculación de semillas de girasol (*Helianthus annuus*), con bacterias del género *Azospirillum brasilense*, producen un beneficio en el rendimiento en  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  y en el porcentaje de aceite. Las variables de rendimiento que fueron potenciadas por la inoculación fueron el número de capítulos  $\cdot \text{ha}^{-1}$  y el peso de los mil granos. Se determinó además una promoción en el desarrollo radicular, esta promoción se manifestó de manera importante en los primeros estadios de desarrollo del cultivo, disminuyendo esta diferencia en la medida que se desarrollaba vegetativamente el cultivo, pero sin llegar a equipararse en la madurez.

Se registra un aumento en el peso radicular de un 43 % y una disminución de la parte aérea de alrededor de un 1 %; el número de capítulos es 18 % superior en los ejemplares inoculados respecto del testigo. Se observa una disminución de granos por capítulo (-7 %) en los ejemplares inoculados, pero al mismo tiempo un leve incremento en el diámetro de cada uno de ellos y obviamente un aumento significativo de plantas que llegan a cosecha (casi un 18 % superior). El número de granos totales en el rango considerado en torno de la media es un 4,45 % superior y el peso de los 1.000 granos aumenta un 32 % en los ejemplares inoculados respecto del testigo. El rendimiento es mayor en un 45 % y el contenido de aceite es superior en un 5 %.

Dada la importancia que posee el cultivo de girasol (*Helianthus annuus*), en algunas zonas agrarias de la República Argentina y los resultados obtenidos en esta evaluación, se hace necesario continuar con las evaluaciones, en diferentes años y ambientes para reunir una mayor información sobre los resultados de la implementación de esta práctica agronómica sustentable.

#### Bibliografía:

- Marko, Claudio J.; Iglesias María C. Inoculación con *Azospirillum sp* en girasol- (2000)- Ensayo a campo Cátedra de Microbiología Agrícola - Facultad de Cs. Agrarias - UNNE.
- Marko, C.; Iglesias, M. Inoculación con *Azospirillum AZ 39* INTA en girasol. 2º año de ensayo a campo - Cátedra de Microbiología Agrícola - Facultad de Cs. Agrarias - UNNE.
- Iglesias, M.; Cracogna, M.; Fogar, M.; Miceli, G. Inoculación con *Azospirillum sp* en cultivos comerciales. Girasol en la loma - Cátedra de Microbiología Agrícola - Facultad de Ciencias Agrarias - UNNE.
- Mosconi E.; Priano L.; Hein N.; Moscatelli G.; Salazar J. C.; Gutierrez T.; Mapas de Suelo de la Provincia de Santa Fe TOMO 1 ( 1981) –Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Santa Fe.
- Fijadores de Nitrógeno – *Azospirillum sp* – Edición proyecto BID – FOMIN administrado por la Cámara Agropecuaria y Agroindustrial de El Salvador (Camagro) y la Asociación Azucarera de El Salvador.
- Caballero Mellado J.; Saura Laria G.; Hidalgo J.C. «El género *Azospirillum*» Elaboración de conclusiones y recomendaciones. Publicación: FIAGRO – Fundación para la Innovación Tecnológica Agropecuaria.– [www.fiagro.org.sv](http://www.fiagro.org.sv)





## Capacidad de retención de agua de los suelos y fertilidad edáfica en la RSP

Funaro, D.<sup>1,2\*</sup>; Quiroga, A.<sup>1,4</sup>; Noellermeyer, E.<sup>4</sup>; Fernández, R.<sup>1</sup> y Peinemann, N.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>INTA EEA Anguil, CC 11 (6326) Anguil (LP), <sup>2</sup> Becario PICTO-ASAGIR N° 13166, <sup>3</sup>Departamento de Agronomía UNS-CONICET, <sup>4</sup>Facultad de Agronomía UNLPam. \*[dfunaro@anguil.inta.gov.ar](mailto:dfunaro@anguil.inta.gov.ar)

**L**as precipitaciones en la región semiárida pampeana muestra una gran variabilidad entre los años y afecta el rendimiento de los cultivos. De la evaluación de las precipitaciones mediante el índice estandarizado de las precipitaciones (IPE) surge que el 13 % de los años presentó algún tipo de sequía. Además se observa que se produjo un incremento de las precipitaciones a partir de la década del '70, pero a pesar de este aumento en las precipitaciones, estas no llegan a cubrir los requerimientos de agua para el cultivo de girasol. El objetivo del trabajo es evaluar la variabilidad de la capacidad de retención de agua de los suelos y la respuesta a la fertilización nitrogenada

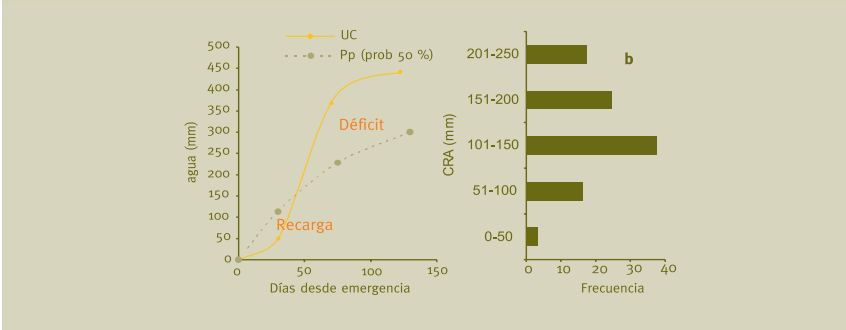
**Materiales y Métodos:** Se evaluaron 96 lotes destinados al cultivo de girasol, se determinó la profundidad del suelo, granulometría (pipeta de Robinson), capacidad de campo y punto de marchitez permanente (olla y membrana de presión de Richard), MO (Walkley y Black), fósforo disponible (Bray Kurtz). Se calculó CRA total, CRA útil y el IMO (MO/arcilla+limo x 100) (Pieri 1995 y Quiroga et al., 2006). Se analizaron las precipitaciones del período 1921-2005 y se aplicó el índice estandarizado de precipitación (IPE) según el método de Edwards y McKee (1997). Se determinó las probabilidades de las precipitaciones para los meses en que se desarrolló el cultivo (desde noviembre a febrero). Se rea-

lizaron análisis de regresión, de la varianza y se utilizó la prueba de Duncan de diferencias de medias.

**Resultados y Discusión:** Del análisis de las probabilidades de ocurrencia de las precipitaciones durante los meses en que se desarrolla el cultivo (noviembre a febrero), se observó que el 50 % de los años las precipitaciones resultaron iguales o menores a 300 mm (**Figura 1**), y no cubren los requerimientos de un cultivo de buen rendimiento (450 mm). Además se observa que en los primeros 50 días del cultivo hay un período de recarga del perfil (60 mm) y posteriormente se presenta un déficit de 150 mm, los que serían cubiertos por el agua acumulada en el suelo.

Los suelos que pueden cubrir este déficit son los que tienen una CRA útil de 150 mm, y solamente el 42,4 % de los suelos evaluados cumplen con este requisito. A pesar de las diferencias en las precipitaciones, se presentan altos y bajos rendimientos. En años con limitaciones hídricas los suelos de mayor CRA útil posibilitaron rendimientos altos, mientras que en años de mayores precipitaciones la variación del rendimiento se relaciona con diferencias en la fertilidad de los suelos evaluada a través del IMO. Cuando se realizó el análisis conjunto, ambos parámetros, la CRA útil y el IMO, explicaron el 45 % en la variación del rendimiento del cultivo de girasol en la región semiárida.

**Figura 1** (a) Uso consuntivo y precipitaciones acumuladas durante el ciclo del cultivo de girasol con una probabilidad del 50 %, (b) Frecuencia de la capacidad de retención de agua útil de los 96 lotes evaluados previo a la siembra del girasol



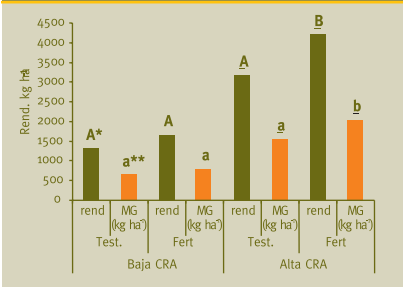
da pampeana.

$$\text{Rendimiento (kg ha}^{-1}\text{)} = 246,3 + 7,87 \text{ CRA útil} + 213,2 \text{ IMO}$$

$$R^2 = 0,45 \text{ p} < 0,0001$$

Estas diferencias en la CRA no solo condicionan el rendimiento y la respuesta a la fertilización. En la **Figura 2** se presenta el rendimiento en dos suelos CRA contrastantes, en los suelos de baja CRA, los rendimientos fueron inferiores en los tratamientos testigo y fertilizados y menor respuesta a la fertilización (300 kg ha<sup>-1</sup>),

**Figura 2** Rendimiento de los tratamientos testigo y fertilizados en suelos con capacidad de retención de agua contrastantes. \* rendimiento; \*\* materia grasa. Valores seguidos por la misma letra no difieren entre sí (Duncan al nivel de 5 % de probabilidad)



en relación a aquellos obtenidos en los suelos de mayor CRA, que presentaron altos rendimientos y mayor respuesta a la fertilización (1000 kg ha<sup>-1</sup>). Similar comportamiento presentó la producción de aceite. Los resultados preliminares mostraron que los rendimientos del cultivo y la respuesta a la fertilización son afectados por la capacidad de retención de agua en Molisoles de la región semiárida pampeana.

#### Bibliografía:

- Edwards D. C.; T. B. McKee. 1997. Characteristics of 20<sup>th</sup> century drought in the United States at multiple time scales. Climatology Report N° 97-2. Colorado State University. 155pp.
- Pieri C. 1995. Long-term soil management experiments in semiarid Francophone Africa. Adv. Soil Sci., 225-264 pp.
- Quiroga A.; D. Funaro, E. Noellemyer; N. Peinemann. 2006. Barley yield response to soil organic matter and texture in the Pampas of Argentina. Soil & Tillage Research 90: 63-68.

## Régimen hídrico, calidad de los suelos y fertilidad en la producción del cultivo de girasol en la RSP



Funaro, D.<sup>1,2\*</sup>; Quiroga, A.<sup>1,4</sup>; Noellermeyer, E.<sup>4</sup>; Fernández, R.<sup>1</sup> y Peinemann, N.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>INTA EEA Anguil, CC 11 (6326) Anguil (LP), <sup>2</sup> Becario PICTO-ASAGIR N° 13166, <sup>3</sup>Departamento de Agronomía UNS-CONICET, <sup>4</sup>Facultad de Agronomía UNLPam. \*[dfunaro@anguil.inta.gov.ar](mailto:dfunaro@anguil.inta.gov.ar)

La región semiárida pampeana (RSP) se caracteriza por variaciones en las precipitaciones y en la capacidad de retención de agua (CRA) de los suelos condicionada por la granulometría y por la profundidad del perfil (Quiroga et al., 1998). Se ha comprobado además que el amplio rango de variación en la granulometría de los suelos condiciona el uso de indicadores de fertilidad como la MO. Para minimizar este efecto se han desarrollado índices de fertilidad que relacionan los distintos indicadores con la textura. Para la RSP se han desarrollado índices que relaciona la MO con los contenidos de arcilla+limo (IMO). Se planteó como objetivo de trabajo identificar y validar los factores que condicionan la producción del cultivo de girasol y la respuesta a la fertilización nitrogenada.

**Materiales y Métodos:** Durante 2004-2006 se evaluaron por sus propiedades edáficas 96 lotes destinados al cultivo de girasol. En una primera etapa se seleccionaron 20 sitios y se identificaron los factores edáficos relacionados con la productividad del girasol. En una segunda etapa se seleccionaron 26 sitios diferenciados por los contenidos de MO, arcilla+limo y CRA y se establecieron ensayos de fertilización nitrogenada. En cada sitio se determinó: profundidad del suelo (ES), contenidos de arcilla, limo y arena (pipeta de Robinson), capacidad de campo y punto de marchitez perma-

nente (olla y membrana de presión de Richard), MO (Walkley y Black), fósforo disponible (Bray Kurtz). Se calculó CRA total, CRA útil y el IMO (MO/arcilla+limo x 100) (Pieri, 1995; Quiroga et al., 2006). En el cultivo se determinó rendimiento de grano: (kg.ha<sup>-1</sup>) y contenido de materia grasa (MG). Se empleó el análisis multivariado de componentes principales (Seber, 1984) y de regresión (Seber, 1977) entre las variables edáficas y de cultivo.

**Resultado y Discusión:** En general se observó un amplio rango de variación en las variables edáficas evaluadas, entre los 96 sitios seleccionados para establecer el cultivo de girasol (**Tabla 1**). Por ejemplo la CRA útil varió entre 34 a 255 mm, la MO entre 4 y 28 g.kg<sup>-1</sup>, relacionándose positivamente con los contenidos de arcilla+limo ( $R^2 = 0,43$ ), el IMO entre 2,4 y 8,7 y los contenidos de P entre 5 y 46 ppm.

Del análisis de las correlaciones en las dos primeras componentes principales de los sitios seleccionados en la primera etapa, se comprobó que el rendimiento se relacionó positivamente con la CRA total, CRA útil y el IMO. Ambos parámetros CRA e IMO explicaron el rendimiento del cultivo de girasol, pero el peso relativo de ambos cambia dependiendo de las precipitaciones. En años húmedos el rendimiento se relacionó con el IMO y en años secos con la CRA de los suelos.

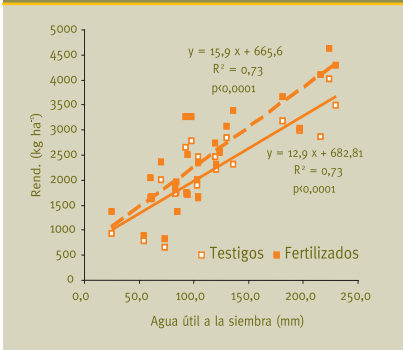
Tabla 1. Rango de variación de propiedades edáficas evaluadas en lotes destinados al cultivo de girasol

	Arcilla (g kg <sup>-1</sup> )	Limo (g kg <sup>-1</sup> )	Arena (g kg <sup>-1</sup> )	Prof (m)	CRA (mm)	CRA útil (mm)	MO (g kg <sup>-1</sup> )	P (g kg <sup>-1</sup> )	IMO
Máximo	212	460	879	2.00	510	255	28	46	8.7
Mínimo	28	83	384	0.35	68	34	4	5	2.4
Desvío estandar	4.1	89	123	0.53	91.2	50.4	5	9.2	1.3
Promedio	102	268	630	1.36	267	139	17	18	4.7

La disponibilidad de agua a la siembra se relacionó positivamente con biomasa de hojas ( $R^2=0,43$ ), el número de aquenios.m<sup>-2</sup> ( $R^2=0,38$ ), biomasa de hojas con el rendimiento ( $R^2=0,40$ ). Los rendimientos variaron en los tratamientos testigos (656 a 4.010 kg.ha<sup>-1</sup>) y fertilizados (810 a 4.617 kg.ha<sup>-1</sup>) (**Figura 1**), comprobándose una estrecha relación con variaciones en los contenidos de agua útil a la siembra ( $R^2= 0,73$ ). Las mayores res-

puestas a la fertilización se observaron en los sitios de mayor potencial, caracterizados por presentar alta CRA útil e IMO. Los rendimientos y sus componentes fueron afectados por la disponibilidad de agua a la siembra y la respuesta a la fertilización fue mayor en los sitios caracterizados por mayor CRA e IMO. Estos resultados indicaron además que se estarían asignando sitios con limitantes genéticas y de baja aptitud para el cultivo.

Figura 1. Rendimiento de los tratamientos testigos y fertilizados en función de los contenidos de agua útil a la siembra



#### Bibliografía:

- Pieri C. 1995. Long-term soil management experiments in semiarid Francophone Africa. Adv. Soil Sci., 225-264 pp.
- Quiroga A., D. Buschiazzo, N. Peinemann. 1998. Management discriminant properties in semiarid soils. Soil Science 163:591 - 597.
- Quiroga A., D. Funaro, E. Noellemeyer, N. Peinemann. 2006. Barley yield response to soil organic matter and texture in the Pampas of Argentina. Soil & Tillage Research 90: 63-68.

## Fertilización y aplicación de fungicidas en girasol confitero en la región girasolera central



Funaro, D.<sup>1,2\*</sup>; Berrocal, E.<sup>3</sup>; Frías, S.<sup>3</sup>; Figueruelo, A.<sup>1</sup> y Pérez Fernández, J.<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>INTA EEA Anguil, CC 11 (6326) Anguil (LP), <sup>2</sup> Becario PICTO-ASAGIR N° 13166, <sup>3</sup>Departamento de Agronomía UNS-CONICET, <sup>4</sup> Facultad de Agronomía UNLPam. \* [dfunaro@anguil.inta.gov.ar](mailto:dfunaro@anguil.inta.gov.ar)

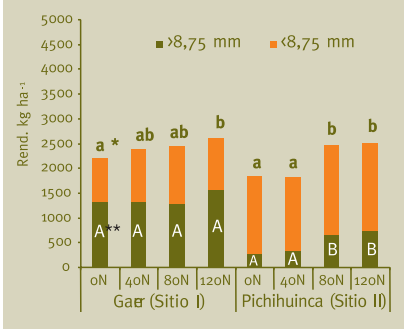
**E**n la Argentina el cultivo de girasol confitero ocupa una superficie de aproximadamente de 50.000 ha y entre el 50-70 % de la producción se ubica en la región semiárida y subhúmeda pampeanas (La Pampa, sur de Córdoba, este de San Luis y oeste de Buenos Aires) (SAGyP, 2006), que está caracterizada por suelos del orden Molisoles y manifiestan un grado de desarrollo creciente como consecuencia del aumento de precipitaciones medias anuales de oeste a este. Por otra parte se caracteriza por presentar una gran variabilidad en las precipitaciones (Scian, 2002), y en la capacidad de retención de agua (CRA). El cultivo de girasol es un gran demandante de nutrientes y agua (Díaz Zorita, 2003). Una buena nutrición mineral y disponibilidad de agua son necesarias para alcanzar un buen crecimiento y poder lograr rendimientos elevados. La deficiencia de nutrientes y agua afecta indirectamente el rendimiento del cultivo y directamente los componentes del rendimiento. El interés principal en el girasol confitero es el calibre de los aquenios y se planteó como objetivo evaluar la respuesta a la fertilización y aplicación de fungicidas sobre el rendimiento y el calibre de los aquenios.

**Materiales y Métodos:** Durante 2006-2007 se realizaron 3 ensayos de fertilización ubicados de este a oeste en Garre, Anguil y Pichihuinca, diferenciados por el régimen hídrico (precipitaciones y ca-

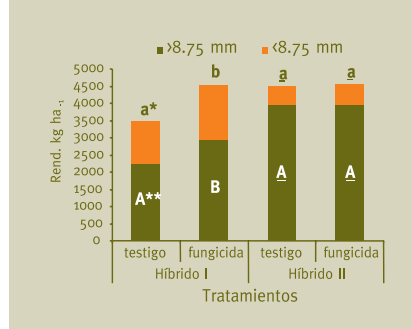
pacidad de retención de agua de los suelos) y se establecieron ensayos de fungicidas en la localidad de Anguil, se aplicó en el estado de botón floral. En cada sitio se establecieron ensayos de fertilización nitrogenada con dosis de 0, 40, 80, 120 kg N.ha<sup>-1</sup>. La aplicación se realizó al estado de 4 hojas, utilizando un diseño en bloques al azar con 4 repeticiones. En cada sitio se determinó: materia orgánica (Walkley y Black), fósforo disponible (Bray Kurtz). CRA total, CRA útil y el IMO (MO/arcilla+limo x 100) (Quiroga et al., 2006). En el cultivo se determinó rendimiento de grano (kg.ha<sup>-1</sup>) y el calibre de los mismos mediante tamices de 9,50; 8,75; 8,00; 6;50 mm. Se realizaron análisis de la varianza y se utilizó la prueba de Duncan de diferencias de medias.

**Resultados y Discusión:** En la **Figura 1** se presenta la respuesta a dosis crecientes de fertilizante nitrogenado para el rendimiento de aquenios y la proporción de aquenios mayores y menores a 8,75 mm. Los resultados presentaron diferencias significativas entre sitios. En el sitio I se registraron incrementos de 180, 240 y 400 kg.ha<sup>-1</sup> para los tratamientos de 40, 80 y 120 kg N.ha<sup>-1</sup> respectivamente y no se observaron cambios en el calibre de aquenios. En el sitio II, se comprobaron incrementos de rendimientos de 650 y 680 kg.ha<sup>-1</sup> para los tratamientos de 80 y 120 kg N.ha<sup>-1</sup> respectivamente. Se infiere que la producción del cultivo de gira-

**Figura 1** Rendimiento de girasol conífero y proporción de achenios mayores y menores a 8,75 mm de dos sitios contrastantes. \* rendimiento total; \*\* proporción de achenios mayores a 8,75 mm. Valores seguidos por la misma letra no difieren entre sí (Duncan al nivel de 5% de probabilidad)



**Figura 2** Efecto de la aplicación de fungicidas sobre el rendimiento y proporción de achenios mayores y menores a 8,75 mm. \* rendimiento total; \*\* proporción de achenios mayores a 8,75 mm. Valores seguidos por la misma letra no difieren entre sí (Duncan al nivel de 5% de probabilidad)



sol en el sitio II fue condicionada por una menor disponibilidad de agua al momento del llenado de los achenios, y se observó una menor proporción de achenios mayores a 8,75 mm. En la **Figura 2** se presenta el rendimiento y la respuesta a la aplicación de fungicidas en dos híbridos.

En el híbrido I se registró un incremento significativo de 1.000 kg.ha<sup>-1</sup>, con un incremento en la proporción de achenios mayores a 8,75 mm. Estos resultados preliminares muestran que aspectos de manejo como son la fertilización, la aplicación de fungicidas y genotipo, condicionarían el rendimiento del cultivo y el calibre de achenios.

### Bibliografía:

- Díaz Zorita M. 2003. Nutrición mineral del cultivo de girasol. Segundo congreso Argentino de girasol. Agosto de 2003 Buenos Aires.
- Quiroga A., D. Funaro, E. Noellemeier, N. Peinemann. 2006. Barley yield response to soil organic matter and texture in the Pampas of Argentina. *Soil & Tillage Research* 90: 63-68.
- SAGyP. 2006. Secretaría de ganadería y pesca. Estimaciones agrícolas. <http://www.sagpya.mecon.gov.ar>
- Scian B. 2002. Variabilidad de las condiciones hídricas en la región semiárida pampeana, Argentina. *Geoacta*, 27, 30-52.

## Fertilización foliar con urea en girasol



Mirasson, H.R.<sup>1</sup> y Orioli, G.<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>UNLPam, <sup>2</sup>UNS \*[mirasson@agro.unlpam.edu.ar](mailto:mirasson@agro.unlpam.edu.ar)

**L**a fertilización nitrogenada del cultivo del girasol no siempre presenta las respuestas esperadas. En efecto, en el Departamento de Rivadavia (oeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina) la fertilización de cultivos de girasol en secano, en el momento de la siembra, con dosis de N suficiente para lograr 150 y 300 kg.ha<sup>-1</sup> de N incluido el N-NO<sub>3</sub> edáfico en ese momento, provocó una débil respuesta y una recuperación del 51 % de N del fertilizante (Scheiner et al., 2002). Por su parte, Merrien (1992) encontró que existe una débil utilización del N del fertilizante, entre 20 y 30 % según años y sitio de cultivo. En estudios realizados en la región de la Pampa Arenosa (oeste de Buenos Aires, este de La Pampa) sobre más de 100 lotes de producción, se obtuvieron incrementos de rendimiento de grano promedio de 11 % utilizando dosis de 40 u 80 kg.ha<sup>-1</sup> de N (Díaz Zorita y Duarte, 2002). Por otra parte en suelos de Balcarce con contenido natural de N elevado, la fertilización con N si bien incrementó el contenido de proteína, redujo el porcentaje de aceite del fruto (Aguirrezábal et al., 1998). Los bajos niveles de respuesta que ofrece el girasol a la fertilización con N aplicado al suelo, estimulan el estudio de otras formas de aplicación. Una de ellas es determinar si el nitrógeno aplicado foliaramente aumenta la acumulación de proteínas en los frutos y la duración del área foliar mejorando así la producción de aceite.

En efecto, el uso de la fertilización foliar con este fin es utilizada en otras especies como una vía corriente para corregir desequilibrios nutricionales. Así en cultivos como trigo se ha logrado incrementar el contenido de proteína cuando las aplicaciones se realizan en antesis o inmediatamente después de esta (Bly and Woodward, 2003; Shah et al., 2003; Woolfolk, 2002). La fertilización foliar en trigo y cebada, con distintas dosis de N, resultó en un incremento del rendimiento y los componentes del rendimiento (Sabir et al., 2002, a y b; Shah, 2003). En tomate, mediante la aspersión de distintas fuentes nitrogenadas como el NO<sub>3</sub>NH<sub>4</sub>, la urea más NO<sub>3</sub>NH<sub>4</sub>, etc., como complemento de la fertilización edáfica, se lograron incrementos sustanciales de rendimiento (Alcántara González et al., 1997).

En girasol, los resultados que se muestran en algunos trabajos con diferentes dosis de urea no aportan información sobre el efecto de ésta sobre el contenido de MG, como asimismo sobre la tolerancia a urea aplicada foliaramente a partir de floración (Goswami y Srivastava, 1988; Reddy-SVK et al., 1992). Con este objetivo, se evaluó la aspersión foliar de distintas dosis de urea (18-46-0, grado técnico) aplicadas como solución en un volumen de 28 ml por planta y a las concentraciones de: 0 (T); 1,0; 2,0; 5,0; 7,5; 10,0; 15,0 y 20,0 %. La aspersión se realizó en estado fenológico de R5-7 de la escala de Scheneiter y Miller (1981).

**Tabla 1.** Efecto de la aplicación foliar de distintas concentraciones de urea a plantas de girasol en estado R<sub>5,7</sub> sobre: Nro. de semillas por capítulo (SEM/CAP); peso de mil semillas (PMS); peso de frutos por planta (PFP); y, en frutos: porcentaje de nitrógeno (N %), contenido de nitrógeno (N g) y el porcentaje de materia grasa (MG %)

TRAT.	SEM/CAP	TRAT.	PMS (g)	TRAT.	PFP (g)	TRAT.	N (%)	TRAT.	N (g)	TRAT.	MG (%)
5,0%	1773,33	T	81,67 a	T	134,28 a	15%	5,73	T	7,49 a	10%	47,35 a
					126,17						
T	1682,50	1,0%	78,00 a	5,0%	123,07	10%	5,7	5,0%	6,99 a	7,5%	46,30 a
					122,18						
2,0%	1678,50	5,0%	73,00 a	1,0%	122,18	20%	5,67	1,0%	6,75 a	2,0%	42,05 b
					122,18						
1,0%	1602,17	2,0%	73,17 a	2,0%	109,57 b	7,5%	5,59	2,0%	6,62 a	1,0%	41,77 b
7,5%	1556,17	7,5%	71,67 a	7,5%	74,22 c	T	5,57	7,5%	6,11 a	5,0%	41,72 b
15%	1505,67	10%	53,50 b	20%	72,82	5,0%	5,54	20%	4,20 b	T	41,47 b
					72,82						
20%	1442,83	20%	52,17 b	10%	68,78 c	1,0%	5,49	10%	4,15 b	20%	38,58 bc
			46,00								
10%	1399,50	15%	b	15%	68,78 c	2,0%	5,42	15%	3,94 b	15%	36,58 c
MDS	609,52		17,67		24,41		0,60		1,20		4,20
Valor de p	ns		<0,0001		<0,0001		ns		<0,0001		<0,0001
CV	20,90		14,47		12,74		5,50		14,00		5,43

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) según el test de Tukey.

Para ello se utilizaron 12 plantas de girasol para cada tratamiento, cultivadas a campo, dispuestas en un espaciamiento de 1,00 m x 0,70 m, cultivadas sin restricciones hídricas. Se determinó el efecto de los tratamientos sobre componentes de rendimiento, concentración de N y MG en frutos.

Los resultados (**Tabla 1**) muestran que las plantas tratadas con concentraciones de 10% y mayores, manifestaron fuertes pérdidas de área foliar cuantificadas indirectamente a través de la respuesta de éstas sobre los componentes de rendimiento. Así para las concentraciones de 10, 15 y 20 %, se determinó menor peso de mil semillas (PMS), menor peso de frutos por planta (PFP) y menor contenido de N en frutos. Concentraciones de urea de 7,5 y 10,0 % determinaron aumentos significativos en la producción de MG, mientras que las mayores concentraciones redujeron la producción de MG. Por su parte aplicaciones de urea desde el 1,0 al

5,0 % no influyeron en la producción de MG en relación al testigo. Se concluye que:

- 1) La aplicación foliar de urea en la etapa de floración puede ser una buena alternativa para mejorar la producción de MG.
- 2) El umbral de tolerancia de plantas de girasol a soluciones de urea es de concentraciones menores al 10,0 %.

#### Bibliografía:

- Aguirrezábal et al., 1998.
- Alcántara González, et al., 1997.
- Bly and Woodward, 2003.
- Díaz Zorita y Duarte, 2002.
- Goswami-BK y Srivastava-GC, 1988.
- Merrien, 1992.
- Reddy-SVK et al., 1992.
- Sabir, et al., 2002.
- Scheiner et al., 2002.
- Scheneiter y Miller, 1981.
- Shah 2003.
- Shah, et al., 2003.
- Woolfolk, C.W, 2002.