

## EVALUACION DE LA NUTRICION NITROGENADA DE GIRASOL CULTIVADO EN BALCARCE (BUENOS AIRES, ARGENTINA)

L J SOSA, H E ECHEVERRÍA, G A A DOSIO, L A N AGUIRREZABAL

Unidad Integrada EEA INTA Balcarce - FCA. UNMP. CC 276 (7620) Balcarce, Argentina

E-mail: [hecheverr@inta.gov.ar](mailto:hecheverr@inta.gov.ar)

### NITROGEN NUTRITION OF SUNFLOWER CULTIVATED IN BALCARCE (BUENOS AIRES, ARGENTINA)

In the last two decades agricultural soils of the south eastern Buenos Aires Province (Argentina) have been more intensively used for crop production, and simultaneously increased the potential yield of sunflower. It is proposed that nitrogen fertilization increased yield of the crop, in spite of the high supply of nitrogen of the soils of the area. Our objective was to evaluate nitrogen nutrition of the crop cultivated in Balcarce by the nitrogen dilution curve of dry matter, the yield of grain and the percentage of oil and protein in the grains. Evolution of available soil nitrogen confirmed that the treatments modified availability of nitrogen to the crop during seed filling. Pairs of values of nitrogen concentration and dry matter were above the reference dilution curve, so there was no deficiency of nitrogen. The percentage of protein increased with early application of nitrogen, while the late application was not effective. The percentage of oil decreased when nitrogen was added before flowering. Nitrogen addition decreased oil content as a consequence of increased protein content in the seed. Native soil nitrogen was high enough to produce crop growths and yields as potentially expected for this area.

**Key words:** Sunflower-Nitrogen fertilization-Dilution curve-Oil percentage-Protein percentage

### INTRODUCCION

La intensificación de la actividad agrícola produjo disminuciones significativas en los contenidos de materia orgánica de los suelos en el norte de la Región Pampeana Argentina, en las últimas dos décadas. Este efecto también fue señalado para el sudeste de la provincia de Buenos Aires (Echeverría, Ferrari 1993), afectando la disponibilidad de nitrógeno. La magnitud de esta disminución es menor en el sudeste en comparación con el norte de la Provincia de Buenos Aires debido a la menor cantidad de años de actividad agrícola y al elevado contenido de materia orgánica de los suelos. Paralelamente, en dicho período, se generalizó el uso de materiales genéticos de alto potencial de producción, los que incrementaron significativamente los rendimientos promedios de los cultivos y por lo tanto los requerimientos de nutrientes de los mismos (Andrade *et al.* 1996). La combinación del aumento de los requerimientos y la disminución de la disponibilidad de nutrientes haría suponer que la fertilización nitrogenada del cultivo de girasol

incrementaría el crecimiento y rendimiento del mismo. No obstante, para condiciones con adecuado suministro hídrico, el aporte de nitrógeno del suelo por mineralización (Echeverría, Bergonzi 1995) alcanzaría para asegurar el crecimiento y rendimiento máximos (Andrade *et al.* 1996).

Andrade *et al.* (1996) arribaron a dicha conclusión utilizando un método de balance entre la oferta potencial del suelo y la demanda del cultivo. Esta aproximación, de utilidad práctica, posee algunas desventajas tales como: 1) el nitrógeno juega un rol importante, ya sea directa o indirectamente, en procesos como el crecimiento y senescencia foliares y la determinación de los componentes del rendimiento (Merrien 1992), los que se definen en diferentes etapas del ciclo del cultivo. Deficiencias puntuales de nitrógeno durante los estadios críticos de estos procesos podrían afectar de manera diferencial el crecimiento y rendimiento. El método de balance no permite apreciar si existen deficiencias temporarias. Un método alternativo sería la denominada curva de dilución de N (Greenwood *et al.* 1990). La misma determina, para distintas acumulaciones

de biomasa, la concentración crítica de nitrógeno en planta que permite alcanzar al cultivo la máxima tasa de crecimiento, 2) el balance efectuado por Andrade *et al.* (1996) consideró un rendimiento máximo para el girasol cultivado en Balcarce de 4400 kg ha<sup>-1</sup>, no obstante, existen indicios que dicho rendimiento para cultivos regados podría superar los 5000 kg ha<sup>-1</sup> (V. Pereyra, comunicación personal). Para este rendimiento la oferta del suelo considerada en el balance, probablemente sea insuficiente. Mas aún, para estos rendimientos Lavado *et al.* (1998) estimaron requerimientos de nitrógeno de 387 kg ha<sup>-1</sup> los que superan a los 300 kg ha<sup>-1</sup> asumidos por Andrade *et al.* (1996). No se han reportado estudios que hayan evaluado la eventual necesidad de aporte de nitrógeno en esta zona para dicho nivel de rendimiento y 3) la composición de los frutos de girasol (*Helianthus annuus* L.) es de importancia desde el punto de vista comercial e industrial. El porcentaje de aceite determina en gran medida el rendimiento industrial de los frutos y su porcentaje de proteína es uno de los determinantes de la calidad de subproductos. El porcentaje de proteínas de los frutos, para un mismo cultivar, es fuertemente dependiente de la disponibilidad de nitrógeno para la planta, pudiendo ser modificado a través de la fertilización (Steer *et al.* 1986). No obstante, aumentos de la concentración proteica han sido frecuentemente asociados a disminuciones en el porcentaje de aceite (Massey 1971, Zubrisky, Zimmerman 1974, Thompson, Fenton 1979). Fertilizaciones con nitrógeno en ambientes de elevada oferta del elemento pueden, en consecuencia, alterar esta relación. No se conoce para la zona el nivel mínimo de aporte de nitrógeno que produce disminuciones en el porcentaje de aceite.

Se plantea la hipótesis que en un Paleudol Petrocálcico de Balcarce, laboreado de manera convencional, no ofrece una disponibilidad de nitrógeno suficiente para que el cultivo de girasol desarrolle su máximo crecimiento y rendimiento. El objetivo fue evaluar el estado de nutrición nitrogenada de plantas de girasol mediante su comparación con la curva de dilución de

nitrógeno en la materia seca aérea total, el rendimiento en grano y sus componentes y los porcentajes de aceite y proteínas en los frutos. Para ello se generaron condiciones variables de disponibilidad de nitrógeno para las plantas, principalmente a través de la aplicación de fertilizante nitrogenado al suelo, aunque también se evaluó la aplicación foliar en etapas tardías. En un caso se efectuó el aporte de residuos al suelo a fin de disminuir la disponibilidad de nitrógeno para el cultivo. También se efectuaron tratamientos raleados a partir del fin de la floración, lo que permitió conocer si la fuente fotosintética limitó el porcentaje de aceite en los tratamientos testigos (Dosio *et al.* 1995, Andrade y Ferreiro 1996).

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó durante las campañas 1994-95 y 1995-96, en el campo experimental de la E.E.A. INTA de Balcarce, con el híbrido de girasol Dekalb G100 (Dekalb Argentina S.A., Buenos Aires). El suelo fue un Paleudol Petrocálcico serie Balcarce, familia fina mixta térmica, en ambos experimentos. Las siembras se llevaron a cabo los días 15/11/94 y 14/11/95, y las densidades de plantas fueron 52100 y 46300 plantas ha<sup>-1</sup>, en la primera y segunda campaña, respectivamente. La preparación de la cama de siembra fue de tipo convencional, con una pasada de arado de rejas y dos pasadas de rastra de discos y dientes. Las malezas fueron controladas químicamente con herbicidas y mecánicamente con escardillo, manteniendo al cultivo libre durante todo su ciclo. Las parcelas fueron regadas cuando el contenido de agua del suelo a 0,6 m de profundidad, se acercaba al 40% de la capacidad de campo. Para establecer la oportunidad del riego, se midió el contenido de agua del suelo en forma semanal con sonda de neutrones. Hasta el período de botón floral el riego se efectuó por aspersión y, luego de alcanzado este período, las parcelas se regaron por surco. Se empleó la escala de Merrien (1992) para definir los estadios de desarrollo del cultivo.

En ambas campañas se utilizó un diseño en bloques completos aleatorizados, con cuatro repeticiones. La descripción de los tratamientos aplicados en cada campaña, junto con el estado fenológico en que se realizó la aplicación, se sintetiza en la Tabla 1.

Los valores de pH (en agua relación 1:2,5) fueron de 6,1 y 6,1, fósforo disponible (Bray, Kurtz 1945) 29 y 28 mg kg<sup>-1</sup> y el porcentaje de materia orgánica (Walkley 1947) 5,6 y 5,7 %, para ambas campañas, respectivamente.

Tabla 1: Descripción, estadio fenológico y nomenclatura correspondientes a los tratamientos aplicados en los dos años de experimentos.

Campaña	Descripción	Momento	Tratamiento
1994195	5000 kg ha <sup>-1</sup> de rastrojo de trigo.	F1	T RAS
	30 kg ha <sup>-1</sup> de N en hojas.	F4 M1.1 M1.2	TFO
	30 kg ha <sup>-1</sup> de N al suelo.	F4	T S U
	Testigo		T95
1995196	30 kg ha <sup>-1</sup> de N al suelo.	B5	T30
	50 kg ha <sup>-1</sup> de N al suelo.	B5	T50
	100 kg ha <sup>-1</sup> de N al suelo.	B5 E4	T100
	Raleo hasta 25190 pl ha <sup>-1</sup> .	M0	TR
	30 kg ha <sup>-1</sup> de N al suelo + raleo hasta 25190 pl ha <sup>-1</sup> .	B5 y M0	TR30
	Testigo		T96

Referencias: F1 flores liguladas perpendiculares al receptáculo, F4 plena floración, M1.1 el receptáculo es verde limón a verde amarillo y las brácteas verdes, M1.2 la parte posterior del receptáculo es amarillo pálido y las brácteas amarillas, B5 quinta hoja de más de 4 cm de largo, E4 el botón está separado de las hojas y posee entre 5 y 8 cm de diámetro, M0 caída de las flores liguladas.

En la primera campaña se efectuó un seguimiento del efecto de los distintos tratamientos sobre la concentración de nitrato y amonio en el suelo.

En la primera campaña se realizaron cuatro muestreos de la parte aérea de las plantas en los siguientes estadios (Merrien 1992): flores liguladas perpendiculares al receptáculo (F1), plena floración (F4), el receptáculo es verde limón a verde amarillo y las brácteas verdes (M1.1), y brácteas y parte posterior del capítulo oscuras (M3). Los mismos correspondieron a: 70, 84, 97 y 121 días desde de la siembra, respectivamente. En la segunda campaña se realizaron seis extracciones de plantas en: quinta hoja de cuatro cm de largo (B5), aparición del botón floral (E1), botón separado de la corona foliar (E2), botón entre cinco y ocho cm de diámetro (E4), F1 y M3. Los mismos correspondieron a: 30, 42, 52, 59, 71 y 125 días desde la siembra, respectivamente. Estos muestreos consistieron en la extracción de la parte aérea de tres plantas por bloque (antes de la aplicación de los tratamientos), o tres plantas por tratamiento (a partir de su aplicación), y la separación en hojas, tallo y capítulo, según el momento del muestreo. El material muestreado se secó en estufa hasta peso constante para determinar el valor de materia seca acumulada en los distintos órganos. La materia seca aérea total de la planta fue calculada como la suma del valor de cada uno de estos compartimientos.

En ambos experimentos se determinó, en el último muestreo (M3), el rendimiento de frutos, trillando cinco capítulos por tratamiento y repetición en foima individual, colocándolos luego en una estufa hasta peso constante. El peso de mil frutos se determinó separando tres repeticiones de 50 frutos por capítulo, las que luego fueron pesadas. A partir de dicho resultado se calculó el número de

semillas por capítulo. El porcentaje de aceite en los frutos se midió con un equipo de resonancia magnética-nuclear (RMN, NMR Analyser, Magnet Type 10, Oxford Instrument).

El porcentaje de nitrógeno en cada una de las fracciones de la planta se determinó previa molienda de las mismas, por digestión Kjeldahl (Nelson, Sommers 1973). El contenido de nitrógeno en el grano se multiplicó por 6,25 para obtener el porcentaje de proteína (Burghart *et al.* 1987). Pares de datos por planta (materia seca y porcentaje de nitrógeno) fueron utilizados para comparar con la curva de dilución de nitrógeno propuesta por Merrien (1992).

El procedimiento ANOVA del Statistics Analysis System (SAS Institute, 1988), fue empleado para los análisis estadísticos.

Cuando las diferencias entre tratamientos fueron significativas se compararon sus medias aplicando la prueba de Duncan.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La temperatura media durante los meses de desarrollo del cultivo fue similar en ambas campañas y no varió con respecto al promedio para la localidad de Balcarce. Las precipitaciones entre noviembre y marzo fueron de 432 y 447 mm para las campañas 1994-95 y 1995-96, respectivamente. Las mismas no difirieron del promedio de los últimos 10 años (460 mm). La evapotranspiración potencial fue de 566 y 623 mm para las campañas 1994-95 y 1995-96, respectivamente. Si bien la demanda atmosférica en el segundo año fue mayor, no

fue necesario realizar riegos frecuentes ya que con las precipitaciones registradas, la humedad del suelo fue pocas veces cercana al límite establecido para la aplicación de los mismos.

El contenido de fósforo del suelo fue muy alto, el pH ligeramente ácido y el contenido de materia orgánica elevado para ambas campañas (ver materiales y métodos), tal como ocurre en la mayoría de los suelos agrícolas del Partido de Balcarce (Echeverría, Ferrari 1993). Por lo tanto, la disponibilidad de fósforo no fue limitante para el crecimiento del girasol y los suelos utilizados fueron representativos de la zona.

La concentración inicial de amonio no varió en profundidad (0-80 cm), observándose valores inferiores a  $2,5 \text{ mg kg}^{-1}$  en ambas campañas. Por su parte, el contenido de nitratos hasta los 60 cm de profundidad, fue mayor en la segunda campaña con respecto a la primera ( $116 \text{ vs } 74 \text{ kg N-NO}_3 \text{ ha}^{-1}$ ). La buena disponibilidad de las formas minerales de nitrógeno a la siembra del cultivo, junto con la elevada capacidad de liberar dicho nutriente por mineralización de estos suelos (Echeverría, Bergozi 1995), sugieren que la oferta de nitrógeno del suelo fue elevada en ambos experimentos, aún para los testigos.

El efecto de los tratamientos realizados en la primera campaña sobre la disponibilidad de nitrógeno para el cultivo en el estadio M3, se presenta en la Figura 1.

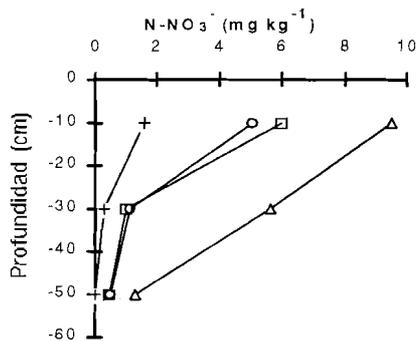


Figura 1: Variación en la concentración de nitrógeno como nitrato en M3, en función de la profundidad de suelo, para los tratamientos: T RAS (cruces), T 95 (círculos), T SU (triángulos) y T FO (cuadrados) correspondientes al experimento realizado en 1994-95 (ver Tabla 1).

La concentración de nitratos fue mayor ( $P < 0,05$ ) cuando se aplicó nitrógeno al suelo (T SU), en comparación con la aplicación foliar (T FO) y el testigo (T 95). En el tratamiento en el cual se incorporó rastrojo de trigo (T RAS) se observó la menor disponibilidad de nitrógeno para el girasol. Estos resultados indican que la aplicación de los tratamientos permitió modificar la oferta de nitrógeno del suelo durante la etapa de llenado de los frutos.

Los datos de porcentaje de nitrógeno en función de la materia seca aérea por planta obtenidos en estos experimentos, junto con la curva de dilución del nitrógeno en la materia seca propuesta por Merrien (1992), se presentan en la Figura 2.

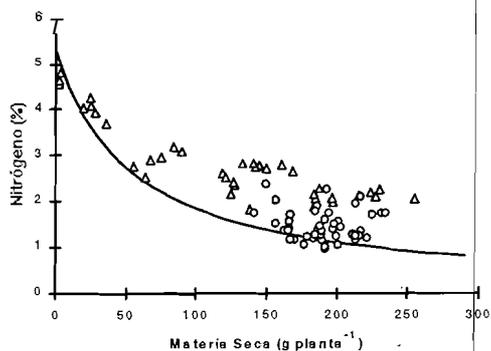


Figura 2: Relación entre la concentración de nitrógeno en planta y la materia seca aérea total de plantas de girasol, en las campañas 1994-95 (círculos) y 1995-96 (triángulos). La línea representa el modelo ( $N\% = 281,5 / (MS + 52,6)$ ) propuesto por Merrien (1992).

En la misma se observa que la mayoría de los valores experimentales se ubican por encima de dicha curva, lo que significa que estas plantas poseen un porcentaje de nitrógeno superior al necesario para obtener la tasa máxima de crecimiento. Aún el tratamiento con el agregado de rastrojo, con el que se inmovilizó parte del nitrógeno del suelo, produjo niveles del elemento ubicados en la zona de consumo de lujo. Además, la curva de dilución muestra que no hubo deficiencias de nitrógeno temporarias. Los escasos puntos que se distribuyen por debajo de la curva, que corresponderían a plantas deficientes en nitrógeno, fueron obtenidos en estadios tempranos (con muy

baja acumulación de materia seca) y al comienzo de la etapa de síntesis de aceite. Estos últimos corresponden a un estadio para el cual esta metodología no es válida (Aguirrezábal *et al.* 1996).

Estos resultados coinciden con lo señalado por Andrade *et al.* (1996) quienes consideran que la oferta de nitrógeno en suelos de Balcarce con algunos años de agricultura convencional, es suficiente para alcanzar un rendimiento de 4000 kg ha<sup>-1</sup>. Más aún, los resultados sugieren que los rendimientos que podrían alcanzarse sin aporte de nitrógeno son aún mayores, ya que en nuestro caso se obtuvieron en algunos tratamientos, rendimientos superiores a 5000 kg ha<sup>-1</sup>.

La acumulación de materia seca aérea total del testigo del segundo año fue mayor que la del primero (280 vs 200 g planta<sup>-1</sup>). No obstante, para cada año, no se determinaron diferencias entre tratamientos. Tampoco se determinaron diferencias en la partición a los compartimeitos hojas, tallo, receptáculo y fruto (datos no presentados).

En el primer año, cuando se varió la disponibilidad de nitrógeno en posfloración, no se evidenciaron efectos importantes atribuibles a los tratamientos, en la cantidad de nitrógeno asimilado por las plantas. Tampoco sufrió modificaciones la distribución del nitrógeno entre los distintos órganos de la planta. En el segundo año, la absorción total de nitrógeno fue mayor ( $P < 0,05$ ) en los tratamientos T 50 y T 100, con el agregado de nitrógeno en aplicaciones tempranas, que en T 96 (4,8 vs 3,8 g N pl<sup>-1</sup>). La repartición del nitrógeno total acumulado por la parte aérea entre los diferentes órganos de la misma no fue sustancialmente modificada cuando se varió la disponibilidad de nitrógeno en etapas tempranas del cultivo (datos no mostrados).

El porcentaje de aceite de los frutos de los distintos tratamientos varió entre años, presentando el testigo de la primera campaña valores algo mayores que el de la segunda (Tabla 2).

Tabla 2: Incidencia de las aplicaciones diferidas de nitrógeno sobre la composición de los frutos de girasol y los componentes del rendimiento.

Campaña	Tratamiento	Proteína	Aceite	Rendimiento	N en frutos	Peso de frutos	Frutos
		(%)	(%)				
1994-95	T Ras	13.5 b	51.3 a	4437 a	95,8 a	49.7 b	712 a
	T Fo	13.8 ab	50.6 a	4035 a	89,1 a	48.9 b	1582 a
	T Su	14.9 a	50.9 a	4071 a	97,1 a	49.8 b	1574 a
	T 95	14.1 ab	51.3 a	4066 a	91,7 a	53.0 a	1479 a
1995-96	T 96	16.5 bc	49.9 ab	4486 a	118,4 b	54.5 a	1753 a
	T 30	15.5 c	49.8 ab	4684 a	116,2 b	54.3 a	1857 a
	T 50	17.8 ab	48.5 cd	4994 a	142,2 a	52.0 a	2065 a
	T 100	18.0 a	48.4 d	4553 a	131,1 a	51.4 a	1924 a
	TR	16.8 ab	49.4 bc	3131 b	84,2 c	58.9 a	2084 a
	T R30	16.5 abc	50.7 a	2760 b	72,9 c	55.7 a	1909 a

Para cada campaña, valores seguidos por letras iguales, no difieren significativamente según prueba de Duncan ( $P < 0,05$ ).

Las variaciones del aporte nitrogenado al cultivo durante la etapa de llenado de los frutos, tanto a través de modificaciones de la oferta del suelo como por fertilización foliar, no tuvieron efecto significativo sobre el porcentaje de aceite ( $P > 0,05$ ), a pesar de que la disponibilidad de

nitrógeno en el suelo fue afectada por los tratamientos realizados (fertilizaciones o inmovilizaciones con residuos). En el segundo experimento, el porcentaje de aceite no varió entre los tratamientos raleados (TR1 y TR30) y el testigo (T 96), sugiriendo, de acuerdo a los resultados obtenidos en el mismo híbrido por

Dosio *et al.* (1995), que la radiación interceptada por las plantas del tratamiento testigo no fue limitante para la síntesis de aceite. En este experimento, en el que se aplicó nitrógeno en etapas más tempranas, se produjo una significativa disminución del porcentaje de aceite ( $P < 0,05$ ) con respecto a los testigos, cuando las dosis fueron mayores a  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  (Tabla 2).

El porcentaje de proteína en los frutos varió entre años, siendo mayor el valor correspondiente al testigo de la segunda campaña (Tabla 2). Como se mencionó, el aporte nitrogenado al cultivo durante la etapa de llenado de los frutos (primera campaña) no produjo cambios en la cantidad de nitrógeno acumulado por planta, además, tuvo escaso efecto sobre el porcentaje de proteína y el nitrógeno exportado en los frutos (Tabla 2). Por el contrario, la aplicación de nitrógeno en etapas más tempranas del cultivo (segunda campaña), afectó ambas variables (Tabla 2). Con agregados de nitrógeno mayores a  $30 \text{ kg ha}^{-1}$ , el porcentaje de proteína y el nitrógeno exportado en los frutos aumenta. El raleo no afectó el porcentaje de proteína, ni siquiera combinado con la aplicación de  $30 \text{ kg N ha}^{-1}$ .

En ambas experiencias se determinó una relación inversa entre el porcentaje de proteína y el de aceite (Figura 3).

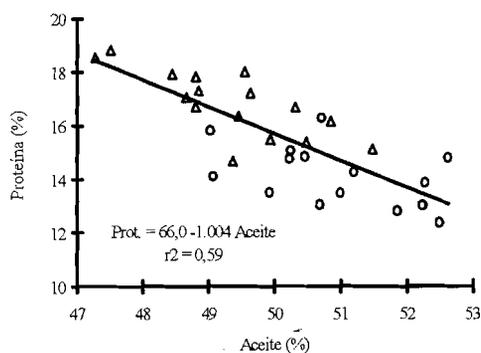


Figura 3: Relación entre el porcentaje de proteína y el de aceite en los granos de girasol, en las campañas 1994-95 (círculos) y 1995-96 (triángulos).

La figura muestra una zona donde los valores obtenidos en ambas experiencias se mezclan. Para el rango de variación obtenido

la relación es lineal, pero en otros experimentos que exploraron una gama de variación en el porcentaje de aceite mayor, se han encontrado relaciones inversas pero no lineales (Dosio, no publicado; Agüero, no publicado).

El peso de mil frutos del testigo fue mayor en el segundo año que en el primero (Tabla 2), el número de frutos llenos por capítulo también fue mayor en el segundo año (Tabla 2). Dentro de cada experimento se observan diferencias entre tratamientos tanto para el peso como para el número de frutos, evidenciando cierta compensación entre estas dos variables. El rendimiento del T96 fue levemente superior al del T95 (Tabla 2). Dentro de cada año no se detectaron diferencias entre tratamientos, excepto para los tratamientos raleados, en los que fue menor, por la disminución del número de plantas por hectárea (Tabla 2). En ambos años los rendimientos obtenidos en los tratamientos no raleados fueron similares o superiores al rendimiento máximo estimado para la zona (Andrade *et al.* 1996), llegando a registrar valores cercanos a  $5000 \text{ kg ha}^{-1}$ .

En conclusión, la aplicación de los diferentes tratamientos permitió modificar la oferta de nitrógeno para el cultivo. Aplicaciones tempranas de nitrógeno produjeron una mayor absorción de este elemento que las tardías. La oferta natural de nitrógeno del suelo fue suficiente para alcanzar un crecimiento y rendimiento cercanos a  $5000 \text{ kg ha}^{-1}$ , considerado potencial del cultivo en la zona. El método de la curva de dilución confirma las conclusiones obtenidas con el método del balance de nutrientes utilizado por Andrade *et al.* (1996), sugiriendo, además, que no se produjeron deficiencias temporarias de este elemento. Mientras que el rendimiento no fue afectado, la fertilización modificó la composición química de los frutos. El porcentaje de aceite disminuyó frente a aportes de nitrógeno al cultivo superiores a  $30 \text{ kg N ha}^{-1}$  aplicados en prefloración.

Considerando que las condiciones climáticas, edáficas y culturales existentes durante este ensayo fueron las normales para cultivos de girasol realizados con labranza convencional, en ausencia de deficiencias hídricas y nutricionales, puede deducirse que es posible extrapolar estos resultados a

cultivos realizados en suelos similares de la zona de Balcarce. Por el momento, no sería necesario recurrir a la práctica de la fertilización nitrogenada del girasol, ante el peligro de que se produzca una disminución de los contenidos de aceite del grano y un eventual deterioro de la calidad ambiental.

## AGRADECIMIENTOS

El trabajo fue financiado con fondos aportados por la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNMdP (proyecto AGR 064), la Estación Experimental Agropecuaria INTA de Balcarce (PIR 0165), Oleaginosa Moreno Hnos., Nidera S.A. y Aceitera General Deheza S.A.

## REFERENCIAS

- Aguirrezábal LAN, Orioli GA, Hernández L, Pereyra VR, Miravé JP, 1996. Girasol: aspectos fisiológicos que determinan el rendimiento. Editorial Unidad Integrada Balcarce (ISBN N°950-9853-71-2). 127 pp.
- Andrade FH, Echeverría HE, González NS, Uhart S, Darwich N, 1996. Requerimientos de nitrógeno y fósforo de los cultivos de maíz, girasol y soja. EEA INTA Balcarce. Boletín Técnico N° 134, 17 pp.
- Andrade FH, Ferreiro MA, 1996. Reproductive growth of maize, sunflower and soybean at different source levels during grain filling. Field Crop Res. 48: 155-165.
- Bray RH, Kurtz LT, 1945. Determination of total, organic and available form of phosphorus in soil. Soil Sci., 59: 360-361.
- Burghart P, Lagarde F, Merrien A, Nouat E, Prevot A, Ribailly D, Wolff JP, 1987. L'analyse des graines oleagineuses. Guide Pratique 131-133.
- Dosio GAA, Pereira VR, Nolasco, SM, Aguirrezábal LAN, 1995. Influencia de la radiación interceptada durante el llenado de los frutos de girasol. I. Rendimiento de aceite en dos híbridos de girasol de diferente porcentaje de aceite potencial. I Congreso Nacional de Soja. II Reunión Nacional de Oleaginosos. Pergamino. Tomo 2: 1-6.
- Echeverría HE: Ferrari JL, 1993. Relevamiento de algunas características de los suelos agrícolas del Sudeste Bonaerense. EEA INTA Balcarce. Boletín Técnico N°112, 18 pp.
- Echeverría HE, Bergonzi R, 1995. Estimación de la mineralización de nitrógeno en suelos del sudeste bonaerense. EEA INTA Balcarce. Boletín Técnico N°135, 15 pp.
- Greenwood, D.J., Lemaire, G., Gosse, G., Cruz, P., Draycott, A. y Neeteson, J. 1990. Decline in percentage N of C3 and C4 crops with increasing plant mass. Annals of Botany 66: 425-436.
- Lavado RS, Zubillaga MM, Scheiner JD, Rodriguez D. 1998. Requerimientos de macro y micronutrientes en girasol. III Reunión Nacional de Oleaginosas: 117-118.
- Massey J, 1971. Effects of nitrogen rates and plant spacing on sunflower seed yields and other characteristics. Agron. J. 63: 137-138.
- Merrien A, 1992. Physiologie du tournesol. CETIOM, Paris. 66pp.
- Nelson D, Sommers I, 1973. Determination of total nitrogen in plant material. Agron. J. 65: 109-112.
- SAS 1988 Institute Inc. SAS/STAT. ANOVA Procedures. User's Guide, Release 6.03 Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1028 pp.
- Steer B, Hocking P, 1984. Nitrogen nutrition of sunflower (*Helianthus annuus* L.): acquisition and partitioning of dry matter and nitrogen by vegetative organs and their relationships to seed yield. Field Crop Res. 9: 237-251.
- Thompson J, Fenton Y, 1979. Influence of plant population on yield and yield components of irrigated sunflower in southern New South Wales. Aus. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 19: 570-574.
- Walkley A, 1947. A critical examination of rapid method determining organic carbon in soils. Effect of variation in digestion condition and of inorganic soil constituents. Soil Sci. 63: 251-264.
- Zubriski J, Zimmerman D, 1974. Effects of nitrogen, phosphorus, and plant density on sunflower. Agron. J. 66: 798-801.