

Diagnóstico de Fertilización Nitrogenada en Girasol en el Sudeste de Buenos Aires, Argentina.

González Montaner J.(1y2), Porsborg M.(2), Dodorico F.(2), Wanger W.(2).

(1) Cátedra de Cereales. Fac. de Agronomía .U.B.A. (2) Convenio AACREA-Dekalb. Mar y Sierras.Sarmiento 1236.CP 1046.Cap.Fed. Argentina.

Palabras clave : girasol, fertilización nitrogenada, diagnóstico de fertilización, nitrógeno en planta , curva de dilución.

Resumen

El reciente incremento de la duración de los periodos agrícolas y el incremento de la productividad por la adopción de mejoras tecnológicas, renuevan el interés sobre las posibles limitaciones del rendimiento por factores nutricionales en la región sudeste de la Pcia. de Buenos Aires, una de las zonas girasoleras típicas de la Argentina.

En este trabajo se reportan los resultados de 15 ensayos de fertilización nitrogenada en dos campañas , con el objeto de:

-identificar las variables que afectan la respuesta al agregado de nitrógeno (N).

- evaluar el interés del empleo de la medición de Nt en estados precoces, como útil complementario para predecir respuestas a N. Se detectó una gran variabilidad en las respuestas a N; desde -300 kg/ ha. hasta 750 kg/ha. Se identificó a la disponibilidad hídrica como factor condicionante tanto de la productividad como de la respuesta a la fertilización, explicitándose mecanismos de compensación entre componentes del rendimiento ante el agregado de fertilizante.

Se sugiere un umbral de aproximadamente 3.5% de N total en el estado de 10 a 14 hojas (V10 a V14), para el 90% del rinde máximo. El modelo de dilución (Merrien 93) permitió mejorar la interpretación de los sitios con biomásas mayores.

La efectividad en la predicción de respuestas a N basadas en los análisis mencionados esta supeditada a la evolución posterior de las condiciones hídricas: ya sea por defecto, como se mostró aquí o por excesos como lo sugiere algún sitio con problemas sanitarios.

Introducción

El girasol presenta una baja respuesta al N agregado , esto ha sido atribuido a la gran capacidad de este cultivo de absorber nitrógeno nativo (CETIOM 1994). Los suelos bajo este cultivo en Argentina presentaban condiciones muy favorables a la mineralización , como consecuencia , se reportaban pocas situaciones de respuesta al agregado de N (Barberis y col. 1982 y Andrade F . y col .1994).

En el Sudeste de la Pcia. de Bs. As. la prolongación de los sitios agrícolas y el simultáneo incremento de la productividad , por un mejor manejo y uso de tecnología, debieran incrementar la probabilidad de obtención de respuestas al agregado de N.

Recientemente para la región en estudio , G.Montaner y col 1993 midieron respuestas a 50 kg. de N de 300 kg. promedio con sitios con respuestas entre 600 y 900 kg. de grano/ha.

Las variables edáficas (Ct, Nt, N-No3 , agua disponible) determinadas a la siembra no permitieron discriminar satisfactoriamente los sitios con y sin respuesta a la fertilización .

Este hecho probablemente sea atribuible a la variabilidad en las tasas de mineralización de N durante el cultivo o bien a condiciones edafo-climáticas que afectan la eficiencia de absorción del N. En este contexto se destaca la necesidad de situarse para el pronostico en el momento mas tardío posible en el ciclo permitido por la practica de fertilización, donde el análisis de planta parece pertinente.

La utilización de curvas de dilución del Nt para determinar el nivel de estrés nitrogenado de un canopeo fueron propuestas por numerosos autores, entre otros: Lemaire y Sallette 1984 en gramíneas forrajeras, Greenwood 1986 ,y col. lo generaliza a otras especies y recientemente en trigo E.Justes y col 1994. En Girasol la dificultad de hallar estrés N precoces limita la abundancia

de trabajos específicos. Tentativamente Merrien (1993, 1994) propone el siguiente modelo, el mismo corresponde a los niveles mínimos de Nt donde el N no limitó significativamente el crecimiento. *Materia seca (gr./planta): 281.5/Nt-52.6 r: 0.98*

Este trabajo tiene como objetivos:

- Cuantificar la importancia de variables de sitio (disponibilidad hídrica y nutricional) y de manejo (densidad y sistema de labranzas) sobre la productividad del cultivo de girasol.
- Analizar la respuesta del rendimiento y de sus componentes al agregado de N.
- Aportar información preliminar para evaluar la utilidad del empleo de la concentración de Nt en planta en estados de desarrollo tempranos del cultivo, como herramienta de pronóstico de la fertilización nitrogenada.

Materiales y métodos

Se condujeron 14 sitios experimentales durante las campañas 93 y 94 en el partido de Tres Arroyos (SE. de la Pcia. de Bs. As.) sobre Hapludoles típicos y petrocálcicos.

En 1993 en un lote con una profundidad efectiva de 50 cm y con 8 años de cultivos agrícolas, se realizó un experimento factorial con cuatro repeticiones y parcelas de 6 m². Se combinaron diferentes niveles de fertilización con sistemas de labranza y cobertura de suelo con rastrojo de trigo.

Los niveles de los factores fueron: a) nutricional: i. Testigo, ii. Fosfato diamónico 90 kg./ha, iii. Fosfato diamónico 90 kg./ha + 160 kg. de Urea, iiiii. Urea 160 kg./ha.

b) cobertura de suelo con rastrojo y labranza: i. labranza con disco, labranza cero con 25% de cobertura. ii. labranza cero con 50% de cobertura, iii) labranza cero con 100% de cobertura.

El material fue Dekasol 3881, sembrado el 29-11, con una densidad a cosecha de 43 pl./m².

El lote presentaba los siguientes datos de análisis químicos de suelo a la siembra:

Ct: 2.4% ,Nt.%: 0.23% , P (Kurtz y Bray): 8 ppm , N -NO₃ (0-50 cm) 33 kg /ha, el agua disponible el 1/10 (inicial-punto de marchitez permanente) fue de 70 mm. Se realizó un seguimiento quincenal de humedad en el perfil para cada sistema de labranza y cobertura. Las precipitaciones (mm) fueron las siguientes: septiembre: 111, octubre: 81, noviembre: 142, diciembre: 83, enero: 150, febrero: 90. (Lluvias prefloración madurez: 240 mm)

Durante la campaña 1994 se realizaron parcelas de fertilización con urea (100 kg/ha a la siembra) con su testigo apareado, en parcelas de 1 hectárea.

En los sitios se determinó el Ct, Agua disponible, N-NO₃ y nivel de P a la siembra.

Condiciones de los sitios de 1994. Los antecesores fueron Maíz, Trigo y Pastura y los híbridos G100, 3881 y Rancul.

1 ¹	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
5	+de100	5	40	66	99	147	10	50	9	35	132	41	112
8	80	10	41	69	83	150	1	+de100	8	22	89	137	167
9	80	10	43	125	130	150	4	+de100	0	27	146	117	167
6	+de100	2	49	107	124	168	13	+de100	5	34	98	65	121
7	+de100	9	36	98	104	168	11	40	0	41	98	36	203
3	+de100	4	38	91	92	121	12	30	5	42	77	52	203
2	+de100	7	43	132	104	121							

¹ 1. Sitio número, 2. Profundidad de tosca (cm) .3. Años de agricultura, 4. Plantas/m² a cosecha, 5. N-NO₃ en suelo 60 cm . 6. Agua disponible a la siembra mm (0-60 cm), 7. Lluvia mm preflor.-madurez.

En los dos años se midió la biomasa aérea y el nivel de Nt en la misma en , V10 a V14 . Los rendimientos se obtuvieron por cosecha manual en el primer caso y por cosecha mecánica en el segundo , registrándose el peso de mil granos.

Resultados y discusión : Campaña 1993 (q/ha).

	labranza con discos	25%cobert. s.directa	50%cobert. s.directa	100%cobert. s.directa	Promedio
Testigo	11.1	13.9	16.2	13.8	14.5 a
Pda	12.0	14.7	15.7	15.7	15.9 a
Pda + urea	15.7	19.6	19.2	19.5	18.7 b
Urea	18.3	21.4	20.2	20.2	20.6 b
Promedio	14.30a	17.4 b	17.8 b	17.3 b	

Tanto el factor nutricional (en particular el efecto N) como el cobertura -labranza presentaron diferencias significativas (Newman y Keuls 5%), no observándose interacción entre los mismos. Los rendimientos fueron favorables para el sistema de labranza cero con cobertura , sin que se verifiquen diferencias entre los distintos niveles de cobertura. Los pesos de mil granos no fueron afectados por los tratamientos. En los sistemas de Labranza cero con cobertura se verificó una mayor disponibilidad hídrica en el perfil en etapas tempranas, 40 y 80 mm más en V4 y en R1 respectivamente en relación con la labranza con discos, no detectándose diferencias a partir de prefloración. Este resultado podría deberse tanto a una menor evaporación como a una menor tasa de crecimiento precoz del cultivo.

Campaña 1994 . Rindes (quintales/ha).

Nº Sitio	5	8	9	6	7	3	2	10	1	4	13	11	12
T ¹	31.2	19.2	24.8	33.2	28.5	24.5	26.6	19.9	23.1	26.0	19.0	19.0	23.0
U ²	30.2	21.5	25.2	30.3	32.0	25.0	26.3	20.0	28.5	27.6	20.0	19.0	23.0

¹. Testigo ². Urea 100 Kg/ha

El rendimiento de los testigos (gráfico 1) estuvo principalmente limitado por el agua disponible en el suelo a la siembra (determinada en gran medida por la variación en la profundidad de los suelos).

A raíz de este resultado se aislaron los casos donde la cercanía de la tosca no fuese una limitante principal (tosca a mas de 80 cm). Para esta población pudo observarse un manifiesto efecto de la densidad de plantas sobre el rendimiento de los testigos (grafico 2).

Los casos que se escapan de esta relación 13 y 2, parecieran explicarse aceptablemente por otros factores limitantes: heterogeneidad de suelo y problemas sanitarios respectivamente.

La respuesta a N.

La respuesta promedio para el conjunto de los lotes fue nula (fertilizados: 2541 kg/ha testigo: 2501 kg/ha). Sin embargo hubieron dos casos con respuestas importantes: sitio 1 : 548 kg/ha y 7 con 348 kg/ha, pero también se observaron efectos depresivos en el sitio 6.

Los dos casos de respuestas se observaron en lotes con disponibilidades hídricas superiores a los 100 mm a la siembra.

La respuesta expresada como diferencia en el Numero de granos/m² (lotes profundos) se relacionó inversamente con la densidad de plantas ($r^2:0.89$), así fue como densidades superiores a las 40000 plantas no presentaron aumentos del numero de granos/m². A su vez se detectó una relación inversa entre el incremento en el número de granos y el incremento en el peso del grano ($r^2: 0.76$) como consecuencia de la fertilización; interpretada como una competencia entre el número y tamaño de los destinos.

Los dos ensayos donde el rendimiento respondió al agregado de N, 1 y 7 ven atenuado este mecanismo compensatorio entre el incremento del número de granos y la caída del peso de mil granos; tal vez debido a un efecto directo de la densidad de plantas sobre la economía de uso del agua. Para la red de 1994, el N ofertado por el suelo parece haber sido suficiente para los potenciales del año y solo se manifestó como limitante en situaciones de buena profundidad efectiva y densidades infraóptimas.

El N total en planta : En el gráfico 3 se presentó la relación entre el porcentaje de Nt en planta entera y el cociente entre el rinde del tratamiento evaluado y el rinde máximo para ese sistema de labranza - cobertura para 1993, mientras que para 1994 se utilizó el cociente entre el rinde del testigo y el del fertilizado con N.

La relación entre estos es significativa $r^2: .42$ n:28 $Ri\ Test/Ri\ Fert\ (\%): 53.4 + 10.34\ Nt\ \%$
Las biomásas promedio se hallaron en los 1000 kg/ha (mínimo 200 y máximo 1700), y con un promedio de 24.5 gr./planta con un máximo de 36 gr./planta y un mínimo de 8 gr./planta.

Si se acepta un nivel de estrés del 90%, el valor umbral de Nt% sería del orden de 3.5%. Utilizando este umbral, aparecen 3 casos del 93 y el sitio 11 del 94 con niveles inferiores de Nt (%) y sin embargo sus rindes no difirieron del fertilizado.

El siti 11 puede explicarse por lo limitado de su disponibilidad hídrica determinada por su poca profundidad efectiva y por la baja disponibilidad de agua inicial. Los 3 casos del 93 no presentan una explicación particular. Este modelo presenta solo dos casos donde valores superiores a 3.5 % presentaron índices de estrés inferiores al 90%, pero sin distanciarse excesivamente.

El modelo de dilución : La utilización del modelo citado permitió calcular los respectivos índices de nutrición nitrogenada (INN%): expresión porcentual de la razón entre el valor de Nt del tratamiento en cuestión y el Nt sugerido por el modelo como no limitante del crecimiento para una biomasa dada.

El gráfico 4 muestra la relación entre el rinde del testigo y el fertilizado respecto del INN. Los casos que el modelo determina como de estrés asumiendo una distancia +- 10% del valor asignado por el modelo, señalarían solo un caso (11) donde el pronóstico fue erróneo y para el cual ya se señalaron las posibles causas.

Sin embargo aparecen 2 casos donde el modelo previó satisfacción de los requerimientos en N y sin embargo los rindes fueron mas de un 10% inferiores al fertilizado.

La inclusión de la biomasa como lo propone este modelo permitió reducir el riesgo de diagnosticar estrés, con el solo dato del Nt% y que el mismo no se produzca, sin embargo presentó un mayor número de casos donde no se estimó estrés y el mismo existió.

Conclusiones

Este trabajo demuestra que las condiciones hídricas condicionan el rendimiento y la respuesta a Nitrógeno para la región en estudio. La campaña 1993 caracterizada por un buen régimen de lluvias posfloración presentó bajos rindes de testigos y altas respuestas a N, a pesar de lo cual dada la escasa reserva hídrica se valorizó la acumulación de agua permitida por la labranza cero con cobertura de rastrojo. En la campaña 1994 las menores precipitaciones posfloración

remarcaron la importancia de la disponibilidad hídrica inicial. La medición de N total en estados precoces del cultivo permitió caracterizar satisfactoriamente las situaciones con y sin estrés nitrogenado, en particular en el ensayo de 1993 donde las variaciones de estado nutricional fueron generadas por el agregado de N. La introducción de variabilidad entre sitios durante la campaña 1994, generada por las diversidad de condiciones hídricas, disminuyó la performance de esta herramienta como explicativa de respuestas.

Esto señala la necesidad de profundizar los estudios para identificar y cuantificar las variables que alteran la relación entre poblaciones a priori limitadas por N y la respuesta del rendimiento al mismo y viceversa.

La gran susceptibilidad del Girasol en las condiciones señaladas a *Verticilium* y a *Sclerotinia* en particular, determinan la necesidad de integrar la probabilidad de las mismas dentro de la decisión.

Agradecimientos: A los grupos CREA TRES ARROYOS de la Zona Mar y Sierras a la Coop.ALFA de Tres Arroyos, así como a la firma DEKALB por haber apoyado la realización de estos trabajos.

Bibliografía

- Andrade F. y col. 1994. Requerimientos de nitrógeno y fósforo de los cultivos de girasol, maíz y soja en el partido de Balcarce, Bs. As. 1994. Jornada INTA Balcarce. 11 pag.
- Barberis, L. A., Baumann F. y González Montaner J. 1982. Fertilización de girasol en el Sudoeste de Bs.As. Rev. C.R.E.A. No.96: 12-18.
- C.e.t.i.o.m. 1984. La culture du tournesol. Brochure. 15 pg.
- González Montaner y col. 1993. Elaboración del rendimiento en girasol en la zona Mar y Sierras. Revista Crea No. 163. 30-40.
- González. Montaner y col. 1994. Avances resultados 1993. Siembra directa en Mar y Sierras. Convenio Dekalb-AACREA. 8 pg.
- González Montaner, J-M. Meynard et B.Mary 1987. C.R. Acad. Agric. Fr., 1987, 73, no3, pp 105-115.
- González Montaner, Di Napoli y De Bellis. 1992. Diagnostico de la fertilidad nitrogenada en Maiz bajo riego. V Congreso Nacional de Maiz. Pergamino Argentina. Cap .II. 110-117.
- Greenwood D., Neeteson J., Draycot A. 1986. Proc Symposium avril 1985, Univ Groningen, Haren, Neth. 367-387.
- Lemaire G. Salette J. 1984. Agronomie, 4 (5), 423-436.
- Justes E., y col 1994. Determination of a critical Nitrogen dilution curve for winter wheat crops. Annals of Botany 74 : 397-404, 1994.
- Merrien A. 1993. Diagnostic parcelaire sur une culture de tournesol. Persp. Agricoles. 179. 80-84.
- Merrien A. 1994. Compte-rendu. Indicateur de la nutrition azotee chez le tournesol. Mesure de la teneur en nitrates des petioles. CETIOM. 12 pg.

Grafico 1. Rinde y agua disponible a la siembra (1994).

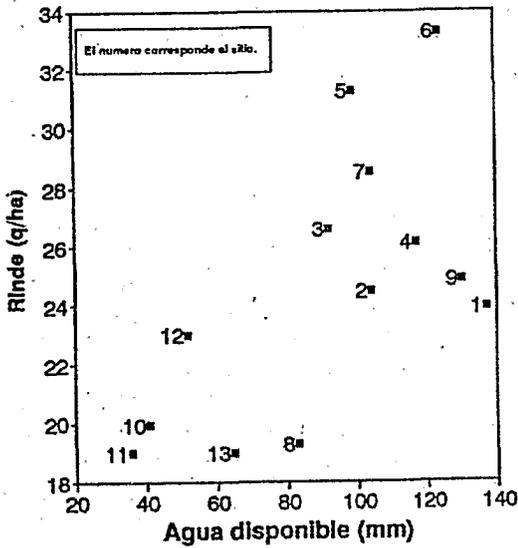


Grafico 2. Rinde y densidad a cosecha Suelos sin tosca cerca. (1994)

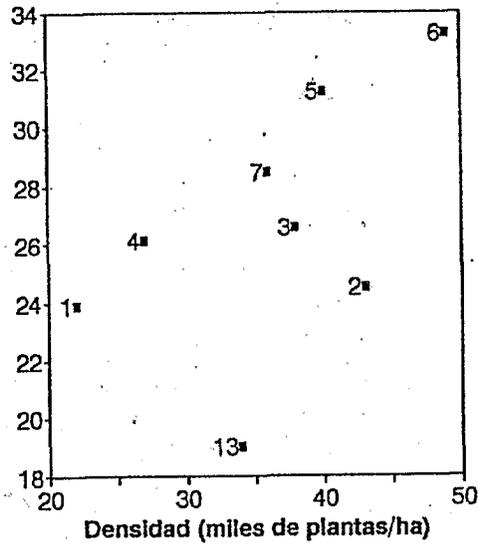


Grafico 3. Rinde (tes./fert.) y Nt en V10 a V14 (1993 & 94).

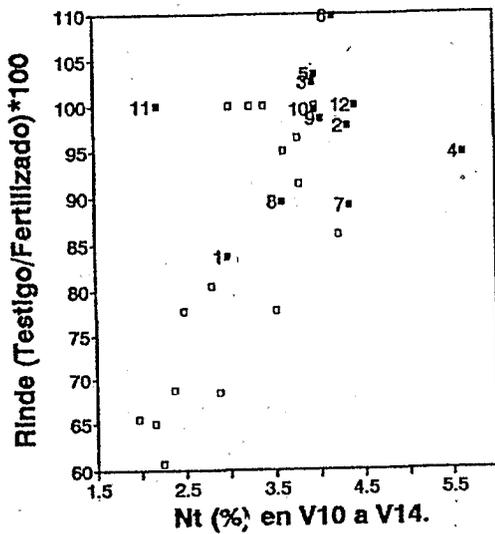
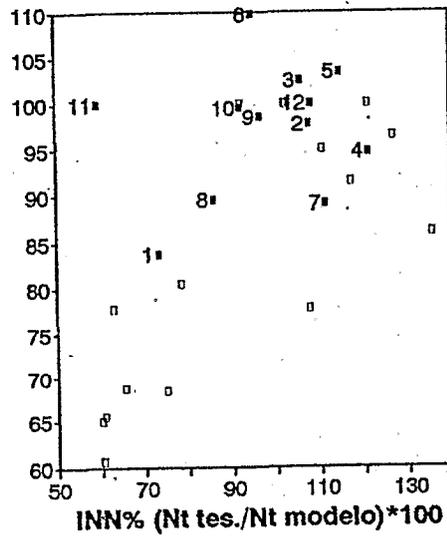


Grafico 4. Rinde (tes./fert.) e INN en V10 a V14 (1993 & 94).



■ 1994 □ 1993

■ 1994 □ 1993