

DIAGNOSTICO DE NITROGENO EN TRIGO CON ANTECESOR SOJA BAJO SIEMBRA DIRECTA EN EL SUDESTE BONAERENSE

P CALVIÑO^{1 2}, HE ECHEVERRÍA², M REDOLATTI¹

¹ CREA Tandil 1. E-mail: pcalvino@infovia.com.ar. ² Unidad Integrada EEA INTA Balcarce-Facultad de Ciencias Agrarias (UNMP). C.C. 276, (7620) Balcarce, Argentina.

Recibido 8 de mayo de 2001, aceptado 3 de junio de 2002

WHEAT NITROGEN FERTILIZATION DIAGNOSIS FOLLOWING SOYBEAN UNDER NO TILLAGE IN THE SOUTHEAST OF BUENOS AIRES PROVINCE

The expansion of soybean (*Glycine max* L. Merr. S) as a wheat (*Triticum aestivum* L., T) preceding crop, the increment of the area under no-tillage system and the increment in wheat yields in the southeast of Buenos Aires province, created the necessity of testing the methods commonly used for the nitrogen fertilization diagnosis. The aim of this work was to assess the relationship between relative grain yield (RR) and agronomic nitrogen use efficiency (EUNf) with nitrogen availability (Ns+f). The work was made in 23 production fields of the southeast of the Buenos Aires. At each site, a completely randomized block design with rates of nitrogen and tree replications was used. The relative yield (RR) was highly correlated with the sum of nitrogen at sowing (Ns) (N-NO₃-0-60 cm) and fertilizer nitrogen (Nf). This relationship was fitted with a lineal plateau model. For all the experiments, the RR increased until 147 kg Ns+f ha⁻¹ (R² = 0,57 and P ≤ 0,01). This threshold increased for the french varieties (170 kg Ns+f ha⁻¹ R² = 0,52 and P ≤ 0,01). The EUNf was inversely related with de Nf, the slope of this relation was smaller (-0,167) for the french varieties than the conventional ones (-0,24). This results suggest greater EUNf for the french varieties. This results emphasize the importance of mineral nitrogen in soil at sowing for the nitrogen nutrition and as a diagnostic element to estimate nitrogen requirement for the wheat crop.

Key words: wheat, nitrogen nutrition, no tillage, fertilization diagnosis.

INTRODUCCION

El trigo es el cultivo que ocupa la mayor superficie en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. En esta zona, en la última década, como consecuencia de la intensificación de la actividad agrícola se ha generalizado la respuesta a la fertilización nitrogenada. Hasta el momento la metodología de diagnóstico más difundida se basa en la medición del contenido de nitratos en el suelo (Ns) hasta 60 cm de profundidad, a la siembra del mismo y la disponibilidad hídrica en distintos momentos, también hasta los 60 cm (González Montaner *et al.* 1997). El trabajo que dio origen a este método se realizó bajo la tecnología habitual de su época e.g. labranza de tipo convencional y con girasol como cultivo antecesor. Para determinar la dosis de nitrógeno (N) a aplicar por fertilización (Nf) se debe realizar la diferencia entre un valor determinado, que depende de la producción esperada y el Ns (Gonzalez Montaner, Di Nápoli 1998).

En el sudeste bonaerense, la superficie destinada a soja como cultivo antecesor de tri-

go se encuentra en expansión, siendo el antecesor más común de trigo en gran parte de esta región. La siembra directa (SD) también ha sufrido una gran expansión en la región. El cultivo de soja se caracteriza por dejar escasa cantidad de residuos y de menor relación C/N que girasol (Sanchez *et al.* 1998), lo que se traduce en menor capacidad para inmovilizar nitrógeno. Por lo tanto, el trigo siguiente en la rotación presentó menores requerimientos de nitrógeno (Echeverría *et al.* 1992). No obstante, evaluaciones de N disponible a la siembra del trigo en lotes de producción, han presentado entre 20 y 40 kg ha⁻¹ mas con antecesor girasol que con soja (Calviño, datos no presentados). Por otra parte, la SD, al modificar las condiciones de temperatura y humedad del suelo, afectan la dinámica del nitrógeno en el suelo y por lo tanto, la disponibilidad del mismo para los cultivos (Fox, Bandel 1986). En los primeros dos años de instalada dicha práctica, se han determinado mayores respuestas en la producción de trigo por el agregado de nitrógeno, que en el siste-

ma de labranza de tipo convencional (Bergh 1997), lo que se asoció a una menor capacidad de suministrar nitrógeno por mineralización durante el ciclo del cultivo de trigo (Falótico *et al.* 1999). A pesar de esto, información preliminar señala que los umbrales de respuesta de Ns entre estos sistemas de labranza no se incrementan de manera significativa (García *et al.*, 1998). Por lo tanto, surge la necesidad de determinar los umbrales de respuesta a nitrógeno en trigo en lotes con varios años en el sistema de SD y para antecesor soja.

En el sudeste de Buenos Aires en los últimos años se introdujeron cambios tecnológicos (uso de fungicidas y nuevas variedades) que han aumentado los rendimientos esperados (Calviño, Sadras 2002). A pesar de dichos cambios, se hipotetiza que es factible diagnosticar los requerimientos de nitrógeno para el cultivo de trigo en el sudeste bonaerense en función de la disponibilidad del mismo a la siembra.

El objetivo de este trabajo fue ajustar el método de diagnóstico de necesidades de nitrógeno para trigo, con antecesor soja en SD en el sudeste bonaerense. A fin de verificar esto se planteó: a) determinar la relación entre el aumento de producción por el agregado de nitrógeno y la disponibilidad de nitrógeno para el cultivo (Ns + Nf), b) evaluar si ante diferencias de producción, por características de las variedades, la dosis de N (siembra + fertilizante) puede surgir del cálculo de: "*Rendimiento esperado / X*" siendo X la eficiencia agronómica de utilización de nitrógeno (EUNf) y c) establecer como se afecta la EUNf en función de la disponibilidad de nitrógeno (Ns+f).

MATERIALES Y METODOS

Durante las campañas 1999/2000, 2000/2001 y 2001/2002 se condujeron 23 ensayos de fertilización, bajo SD y con cultivo antecesor soja. Los mismos se realizaron en lotes de producción pertenecientes a establecimientos agropecuarios integrantes del CREA Tandil 1, en los partidos de Azul, Balcarce y Tandil. Los suelos no presentaron limitantes en profundidad y se clasificaron como Argiudoles Típicos con pendientes menores a 1%, con textura franca en el horizonte superficial y franco-arcillosa a arcillosa en el horizonte subsuperficial.

Los barbechos químicos fueron iniciados

inmediatamente de cosechado el cultivo de soja y mantenidos libres de malezas. Las siembras se realizaron entre el 25 de junio y 20 de agosto y se utilizaron variedades de trigo adaptadas al momento de siembra, con una densidad no inferior a 350 semillas por m². En todos los casos se realizaron aplicaciones de fungicidas en forma preventiva en hoja bandera desplegada.

El diseño experimental fue en bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones con un arreglo que varió entre años. En los 9 ensayos sembrados en 1999 se utilizaron tres dosis de nitrógeno (0, 32 y 64 kg ha⁻¹), en los 4 del 2000 se utilizaron cuatro dosis de nitrógeno (0, 23, 46, 69 kg ha⁻¹), y en 9 ensayos de 2001 se utilizaron cinco dosis de nitrógeno (0, 30, 60, 90, 120 kg ha⁻¹) y en el restante ensayo de este año faltó la dosis de 30 kg ha⁻¹. Las unidades experimentales fueron de seis surcos a 0,19 m entre surcos y 5 m de largo en 1999 y los otros dos años de doce surcos y 7 m de largo.

En el tercer año se incluyó en 4 ensayos una variedad de origen francés (Baguette 10), por haber mostrado previamente mayor capacidad de generar rendimiento ante distintos regímenes hídricos (Calviño, Sadras 2002).

El nitrógeno fue aplicado como urea al voleo en el estadio de tres hojas del trigo y el fósforo como fosfato diamónico (PDA=18-20-0) o fosfato monoamónico (PMA = 11-22,6-0) en la línea a la siembra, tal como es habitualmente realizado por los productores de la zona. La cantidad de fósforo aplicado se realizó en función a las necesidades y en todos los casos se aplicaron cantidades iguales o mayores a 100 kg ha⁻¹ PDA o de PMA o 90 kg ha⁻¹ PDA.

A la siembra se tomaron muestras compuestas de suelo para determinar el nivel de materia orgánica (MO) y de fósforo extractable (Bray, Kurtz 1945) a 20 cm. Los contenidos de MO variaron entre 58 y 66 g kg⁻¹ (Tabla 1) y los de fósforo extractable entre 4,5 y 17 mg kg⁻¹. También se determinó, sobre muestras compuestas, el contenido de humedad y el contenido de nitrógeno bajo la forma de nitratos (N-NO₃⁻) a 60 cm (0-20, 20-40 y 40-60 cm). Para determinar el valor de Ns+Nf se adicionaron los kg ha⁻¹ de N-NO₃⁻ en los estratos mencionados, junto con el nitrógeno aportado por el PDA, PMA y la urea. La información de precipitaciones durante el ciclo del cultivo, fue obtenida de los registros de cada establecimiento.

El rendimiento en grano fue determinado cortando las plantas de 1 m² (4 surcos de ancho). El rendimiento se refirió a 14% de humedad. El rendimiento relativo (RR) se calculó como el cociente entre el rendimiento del tratamiento "i" y el máximo rendimiento de cada ensayo.

La eficiencia de utilización de nitrógeno

Table 1. Descripción de los sitios en los cuales se realizaron los ensayos. En todos los casos el suelo fue Argiudol Típico, de mas de 1,2 m de profundidad.

Table 1. Main characteristics of the studied sites. In all cases the studied soil was a Typic Argiudoll thicker than 1.2 m.

Año de siembra	Sitios	Materia Orgánica	N-N ₀₃	Precipitaciones	
		0-20cm	a la siembra 0-60cm	junio- septiembre	octubre-20 de diciembre
		%	kg ha ⁻¹	mm	
1999	Lf	5,9	106	245	223
	CC 3	6,2	66	284	180
	CC 4	6,4	113	284	180
	S Lo	6,6	89	271	219
	SJ 18	5,9	75	246	206
	SJ 19	6,1	80	246	206
	HH 8	6,3	130	256	242
	HH 13	6,0	79	256	242
	S Lu	6,4	85	260	206
2000	EP	6,4	85	236	309
	LL	6,3	78	206	267
	SJ	6,1	87	197	264
	TM	6,2	79	211	257
	Ale B	6,3	72	299	376
	Ale Es	6,3	72	299	376
	HH Sur	5,9	55	393	320
2001	LP B	6,1	61	377	297
	LP Sur	6,1	61	377	297
	SG B	6,1	73	327	318
	SG Sur	6,1	73	327	318
	SJ B	5,8	121	275	286
	TM B	6,3	92	296	315
	TM Pon	6,3	92	296	315

del fertilizante nitrogenado (EUNf) en producción de grano se calculó como:

$$EUNfi = (RTOj - RTOi) / Fj - Fi$$

donde EUNfi es la EANf del tratamiento i, RTOj es el rendimiento en grano del tratamiento j y Fj - Fi es la diferencia de nitrógeno aplicada entre el tratamiento j e i. Todos estos expresados en kg ha⁻¹. La eficiencia de utilización del nitrógeno del suelo mas el de los fertilizantes (EUN s+f), fue calculada de similar forma, donde Fj - Fi es la diferencia de la suma del N del suelo al momento de la siembra + el N del fertilizante entre los tratamientos j e i.

Se indican las precipitaciones que se registraron durante los experimentos, como indicativo de la situación hídrica. Se determinó la asociación entre Ns+Nf y el rendimiento relativo a través de modelos de tipo lineal-meseta. El análisis de los resultados fue realizado con el programa Statistical Analysis Systems (SAS) (SAS Institute Inc., 1985).

RESULTADOS Y DISCUSION

La producción de grano de los cultivos de trigo varió entre ensayos entre 3500 y 7400 kg ha⁻¹, para los tratamientos con mayor dosis

de fertilizante. Durante las tres campañas no se registraron deficiencias hídricas de importancia durante el ciclo del cultivo, en todos los casos las precipitaciones entre junio y el 20 de diciembre fueron mayores a 450 mm (Tabla 1). A diferencia de la mayoría de las zonas trigueras argentinas, en esta zona es poco probable que ocurran deficiencias hídricas tempranas (Calviño, Sadras 2002), las deficiencias pueden ocurrir mas hacia fin del ciclo. De esta forma la influencia del agua sobre la respuesta a la fertilización tiene menor efecto que hacia el Sudoeste de Buenos Aires (González Montaner *et al.* 1991).

La respuesta a la fertilización fue muy errática (Tabla 1) evidenciando la importancia de utilizar un método diagnóstico. En el primer año para aplicaciones de 64 kg N ha⁻¹ hubo una respuesta promedio de 511 kg ha⁻¹ con extremos de 82 a 824 kg ha⁻¹, en el segundo año la respuesta a agregados de 69 kg N ha⁻¹ fue de 1049 kg ha⁻¹ con extremos de 789 y 1572 kg ha⁻¹, y por último en el tercer año la respuesta a aplicaciones de 60 kg N ha⁻¹ fue

Tabla 2. Producción promedio de grano de trigo según la cantidad agregada de nitrógeno, en 23 ensayos de fertilización.

Table 2. Mean grain wheat production by nitrogen application, in 23 fertilisation trials.

Sitio	Variedad	Producción según dosis de N					
		Dosis de fertilizante (kg N ha ⁻¹)					
		0	32	64	DMS		
		----- kg ha ⁻¹ -----					
Lfu	Klein Estrella	3562	4179	4419	432		
CC 3	Buck Poncho	5065	5218	5255	447		
CC 4	Klein Dragón	4595	4631	4677	437		
S Lo	Buck Poncho	3036	3642	3851	393		
SJ 18	Buck Poncho	4847	4956	5186	418		
SJ 19	Buck Poncho	3853	4432	4677	379		
HH 8	Klein Estrella	3199	3564	3953	499		
HH 13	Klein Dragón	4010	4529	4281	387		
S Lu	Buck Poncho	3856	4149	4320	416		
		----- kg ha ⁻¹ -----					
		Dosis de fertilizante (kg N ha ⁻¹)					
		0	23	46	69	DMS	
		----- kg ha ⁻¹ -----					
EP	Klein Estrella	4272	4724	5160	5398	325	
LL	Buck Poncho	3839	4455	4786	4954	512	
SJ	Klein Dragón	3898	4703	5471	5670	444	
TM	Buck Poncho	2904	3283	3693	3748	468	
		----- kg ha ⁻¹ -----					
		Dosis de fertilizante (kg N ha ⁻¹)					
		0	30	60	90	120	DMS
		----- kg ha ⁻¹ -----					
HH	Klein Sureño	2498		3535	3716	3474	560
SJ B	Klein Sureño	4320	5211	5622	5910	5888	402
Ale	Baguette 10	5686	6256	6421	6601	6802	708
Ale	Klein Estrella	3785	4491	4549	4292	4306	520
L P	Baguette 10	4579	5223	5637	5413	5590	359
L P	Buck Sureño	3727	3933	4073	3994	4082	469
S G	Baguette 10	5194	5709	6127	6288	7056	668
S G	Buck Sureño	3642	4600	4881	5140	5250	605
T M	Baguette 10	6060	6480	7508	7482	7432	571
T M	Buck Poncho	4806	5301	5287	4935	4891	507

DMS: Diferencia mínima significativa, para comparar tratamientos dentro de un ensayo (P<0,05).

de 952 kg ha⁻¹ con diferencia entre el tipo de variedades utilizadas. Para las variedades tradicionales la respuesta a 60 kg N ha⁻¹ fue de 892 kg ha⁻¹ y para La variedad francesa de 1049 kg ha⁻¹. El rendimiento de los ensayos con la variedad francesa fue mayor al obtenido con las variedades tradicionales, en 1834 kg ha⁻¹ en los testigos y 2136 kg ha⁻¹ para el tratamiento de mayor dosis de fertilización.

El RR en grano se relacionó ($R^2 = 0,57$) con la suma de Ns (N-NO₃ 0-60cm) + Nf, para todos los datos en forma conjunta (Figura 1a). Esta relación se ajustó con un modelo lineal meseta, según el cual el RR se incrementó a razón del 3% por cada 10 kg ha⁻¹ de Ns+f, hasta los 147 kg ha⁻¹. Por encima de dicho valor no se registraron aumentos en el RR. A su vez, al separar los datos por variedad y rangos de

producciones, se observa que el valor umbral no se mantuvo constante. En la Figura 1b, para las variedades tradicionales y rendimientos menores a 4500 kg ha⁻¹, el RR se incrementó hasta los 125 kg N ha⁻¹. Este valor es coincidente al determinado en labranza de tipo convencional para rangos de producciones similares, por González Montaner *et al.* (1991), y superior a los 100-110 kg N ha⁻¹ determinado para SD y labranza convencional por García *et al.* (1998), para producciones menores. Para las variedades tradicionales con rendimientos mayores a 4500 kg ha⁻¹, el rendimiento aumentó hasta 146 kg N ha⁻¹ (Figura 1c). Los mayores rendimientos promedios obtenidos en este trabajo, junto con un menor aporte por mineralización (Falotico *et al.* 1999) y la existencia de mecanismos de retención de nitró-

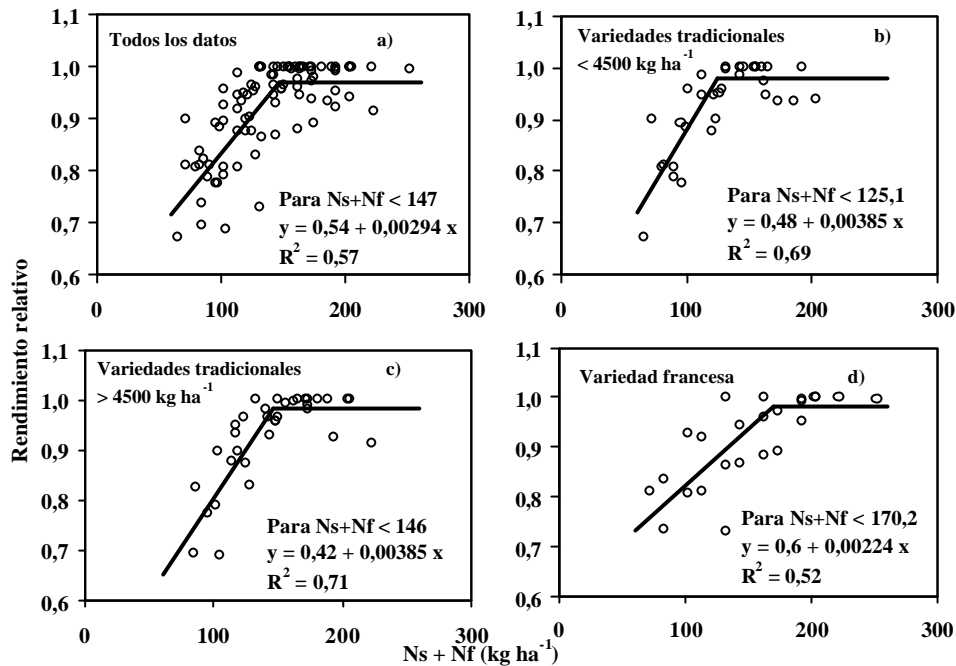


Figura 1. Relación entre el rendimiento relativo en grano y el $N-NO_3$ en el suelo a la siembra (Ns) y la cantidad de nitrógeno aplicada como fertilizante (Nf).

Figure 1. Relationship between relative grain yield and soil $N-NO_3$ at sowing (Ns), and N fertilizer applied (Nf).

geno más activos bajo SD que en labranza convencional, probablemente expliquen el mayor valor de umbral de respuesta a nitrógeno determinado.

Considerando que el rendimiento promedio de los tratamientos ubicados en la zona de meseta de la Figura 1b fue de 3950 kg ha^{-1} , es factible suponer que la EUNf fue de $31,6 \text{ kg trigo kg N}_{s+f}^{-1}$. En el caso de la Figura 1c, el rendimiento promedio de la zona de meseta fue de 5050 kg ha^{-1} , que equivale a una EUNf de $34,6 \text{ kg trigo kg N}_{s+f}^{-1}$. Este valor de EUNf sería coincidente con el reportado para menores rendimientos en la zona (González Montaner *et al.* 1997). El RR para la variedad francesa se incrementó hasta los $170 \text{ kg N}_{s+f} \text{ ha}^{-1}$. El rendimiento promedio de la zona de meseta fue de 6600 kg ha^{-1} . Este valor indica una EUNf de $38,7 \text{ kg de trigo kg de N}_{s+f} \text{ ha}^{-1}$ (Figura 1d).

En base a estos resultados, sería factible realizar el diagnóstico de la fertilización de nitrógeno de manera diferencial, considerando las distintas EUNf originadas por prácticas de manejo, ambientes y de variedades con distintas características.

Desde el punto de vista práctico, las EUNf señaladas, permitirían calcular las dosis a fertilizar de acuerdo al rendimiento esperado (objetivo) ante cambios tecnológicos o de ambiente. De esta manera, en situaciones de reducido déficit hídrico, se podría calcular la cantidad de N_{s+f} como:

$$\text{Requerimiento de } N_{(s+f)} = \text{Rendimiento esperado} / \text{EUNf}$$

El valor EUNf para las variedades tradicionales sería de aproximadamente 30, 32, 34 $\text{kg trigo kg de N}_{(s+f)}^{-1}$ para rendimientos de 3000, 4000 y 5000 $\text{kg de trigo ha}^{-1}$, respectivamente. Para la variedad de origen francés, el valor del cociente debería ser un 20% más alto. El buen ajuste del modelo sin tener en cuenta el agua en el suelo y/o las lluvias, a diferencia de otros realizados en el SE y SO bonarense (Gonzalez Montaner *et al.* 1997, Ron, Loewy 2000), posiblemente se deba a las menores pérdidas de agua bajo SD y especialmente a la baja probabilidad de sequía durante el macollaje del trigo en el SE bonarense. En Balcarce, Tres Arroyos y en Coronel Suarez

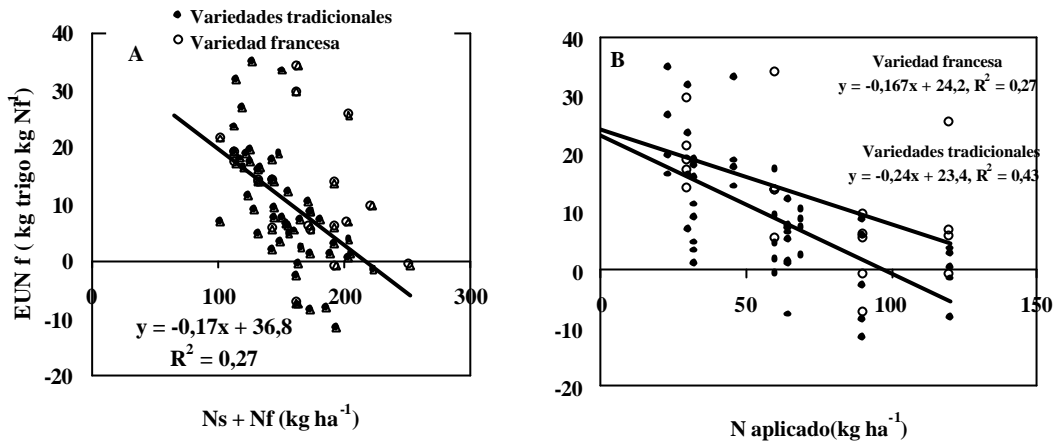


Figura 2. Eficiencia agronómica de utilización del nitrógeno (EUNf) aportado por fertilización en función de (A) la disponibilidad de N-NO₃ en el suelo a la siembra (Ns) y la cantidad de nitrógeno aplicada con el fertilizante (Nf) y (B) la cantidad de nitrógeno aplicada con el fertilizante (Nf).
 Figure 2. Nitrogen utilization agronomy efficiency (EAUN) in relation to (A) soil N-NO₃ at sowing (Ns), and N fertilizer applied (Nf), and (B) and N fertilizer applied (Nf).

las precipitaciones entre julio y septiembre fueron menores que la ETP en 3, 6 y 12 años de 30 años, respectivamente.

En la Figura 2 a, se presentan las EUNf en función de la disponibilidad de Ns+f. Se observa que por cada incremento de 10 kg ha⁻¹ en Ns+Nf la EUN disminuye en 1,7 kg trigo por kg N aplicado. Esta variación en las EUNf se explicó en forma significativa con un modelo lineal (R²=0,27; P<0,01). Cuando la cantidad de Ns+Nf fue mayor a 150 kg, las parcelas con la variedad francesa tuvo EUNf

mayores que la línea de ajuste en 8 de 11 situaciones y en cambio las variedades tradicionales sólo en 4 de 22 casos.

En la Figura 2 b, la EUNf se presenta en función de la cantidad de fertilizante aplicado, independientemente del que se encuentra en el suelo. Ante aumentos en el nitrógeno aplicado, se observa una reducción de la EUNf mayor en las variedades tradicionales respecto a la de origen francés.

En la Tabla 3, se agruparon las EUNf por rangos en función de la disponibilidad de

Tabla 3. Eficiencia agronómica de utilización del nitrógeno del fertilizante (EUNf), número de casos (n), coeficientes de variación (CV), en función de Ns+Nf y de la variedad.
 Table 3. Nitrogen of fertisant utilization agronomy efficiency (EUNf), number of cases (n), coefficient of variation (CV), in relation of Ns+Nf and cultivar.

		Ns+Nf (kg ha ⁻¹)			
		<125	125-150	150-175	>175
Variedades tradicionales	Promedio EUNf (kg trigo: kg N aplicado)	19,21	13,28	5,44	-0,50
	CV	40%	64%	176%	1187%
	n	9	15	16	9
Baguette 10	Promedio EUNf (kg trigo: kg N aplicado)	19,20	11,81	13,58	8,56
	CV	11%	36%	130%	107%
	n	3	4	5	7

nitrógeno (Ns+f), en forma análoga a la reportada por González Montaner *et al.* (1991). Se determinó que para rangos menores a 125 kg ha⁻¹ de Ns+f las eficiencias fueron elevadas y similares para ambos tipos de variedades. En la medida que se incrementó la disponibilidad de nitrógeno, disminuyeron las EUNf y aumentó la variabilidad. Desde el rango de 150 a 175 kg ha⁻¹ de Ns+f las variedades tradicionales apenas cubren los costos históricos del fertilizante (relación Promedio 1988-1998 de 4,1 kg trigo kg N⁻¹ como urea; según Series de Precios Agropecuarios, AACREA). Para rangos mayores a 175 kg ha⁻¹ de Ns+f, las EUNf la variedad tradicional presentó valores negativos y muy variables, mientras que la variedad francesa presentó valores de 8,6 kg trigo por kg N aplicado. Estos resultados coinciden con los reportados por Fiez *et al.* (1995).

En síntesis, para el cultivo de trigo bajo el sistema de SD, con antecesor soja, se determinó que a) el RR estuvo estrechamente asociado al contenido de Ns+Nf, b) los umbrales hasta los cuales se encuentra respuesta a la fertilización son dependientes del rendimiento que se puede obtener en cada ambiente, c) la EUNf permite calcular la dosis a fertilizar en función del rendimiento esperado, d) la variedad de origen francés, Baguette 10, ha mostrado ser más eficiente en el uso del nitrógeno para la producción de grano y e) la EUNf decreció en función de aumentos de Ns+f.

Los resultados obtenidos, enfatizan la importancia de la disponibilidad de nitrógeno (0-60 cm) a la siembra del cultivo de trigo y la interacción con el rendimiento esperado y el tipo de variedad, como elementos de diagnóstico para estimar los requerimientos de nitrógeno del cultivo de trigo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos especialmente a los productores del CREA Tandil 1 por el apoyo brindado durante las experiencias. Trabajo parcialmente financiado por el Proyecto de Investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNMP) 15/A107.

REFERENCIAS

Bergh R. 1997. Dinámica del nitrógeno, crecimiento y rendimiento de trigo bajo siembra directa y labranza convencional. Tesis Magister

- Scientiae Fac. Cs. Agr. UNMP. Balcarce, Buenos Aires. 75p.
- Bray RH, Kurtz LT. 1945. Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.* 59:39-45.
- Calviño PA, Sadras VO. 2002. On-farm assessment of constraints to wheat yield in the south-eastern Pampas. *Field Crops Research.* 74: 1-11.
- Echeverría HE, Navarro CA, Andrade F. 1992. Nitrogen nutrition of wheat in relation to different previous crops. *Journal of Agricultural Science-Cambridge.* 118:157-163.
- Falotico J, Studdert G, Echeverría HE. 1999. Nutrición nitrogenada del trigo bajo siembra directa y labranza convencional. *Ciencia del Suelo.* 17:9-20.
- Fiez TE, Pan WL, Miller BC. 1995. Nitrogen use efficiency of winter wheat among landscape positions. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59:1666-1671.
- Fox RH, Bandel VA. 1986. Nitrogen utilization with no tillage. p. 117-255. *En: MA Sprage and GB Triplett (eds) No-tillage and surface tillage agriculture. The tillage revolution.* John Willey & Sons, New York.
- García F, Fabrizzi K, Berardo A, Justel F. 1998. Fertilización nitrogenada de trigo en el sudeste bonaerense: respuesta, fuentes y momentos de aplicación. *Actas XVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo.* Carlos Paz. Córdoba. 109-110.
- Gonzalez Montaner JL, Di Napoli MR. 1998. Diagnóstico de fertilización nitrogenada en trigo para el sur de la provincia de Buenos Aires. *Comité de Fertilidad de Suelos, Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo.* Pp 10-16.
- Gonzalez Montaner JL, Maddoni GA, Di Napoli MR. 1997. Modeling grain yield and grain yield response to nitrogen in spring wheat crops in the Argentinean Southern Pampa. *Field Crops Research* 51: 241-252.
- Gonzalez Montaner JL, Maddoni GA, Maillard N, Posborg M. 1991. Optimización de la respuesta a la fertilización en el cultivo de trigo a partir de un modelo de decisión para la subregión IV (Sudeste de la provincia de Buenos Aires). *Ciencia del Suelo* 9:41-51.
- Ron MM, Loewy T. 2000. Modelo de fertilización nitrogenada y fosforada para trigo en el Sudoeste Bonaerense. *Ciencia del Suelo* 18:44-49.
- Sanchez SR, Studdert GA, Echeverría HE. 1998. Dinámica de la mineralización de nitrógeno de residuos en descomposición en un Argiudol típico. *Ciencia del Suelo,* 16:1-6.
- SAS. Institute Inc. 1985. User's guide. Statistics. Version 5. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA.