

FERTILIZACION NITROFOSFORICA DEL TRIGO EN ARGIUDDOLLS TIPOICOS DE CORONEL SUAREZ (BUENOS AIRES - ARGENTINA)

T LOEWY

EEA Bordenave INTA CC 44 (8187) Bordenave, Buenos Aires, Argentina

NITROGEN AND PHOSPHORUS FERTILIZATION OF WHEAT IN TYPIC ARGIUDDOLLS OF CORONEL SUAREZ (BUENOS AIRES - ARGENTINA)

The objective of this paper is to analyse yield response to nitrogen and phosphorus of wheat, grown after soybean or sunflower, in Typic Argiudolls of Coronel Suárez (Buenos Aires - Argentina). The field experiments were carried out in 3 sites in 1990, 1991 and 1992. A 2 factor randomized complete block design with strip subplots combined over 2 sites (previous crop) was used. Treatments were 0, 6, 12 and 18 kg P ha⁻¹ of triple superphosphate (SPT) and diammonium phosphate (PDA). Subtreatments were check and a nitrogen rate of urea (40 kg ha⁻¹) applied at sowing or at tillering. The soils were of a clayey loam texture, pH of about 6, organic matter 3 to 4 % and Bray and Kurtz extractable phosphorus (PE) of 6, 8 and 11 mg kg⁻¹. Annual rainfall ranged between 900 and 1100 mm and the previous use of the sites was of 3 and 9 years of agriculture, after a mixed pasture. Yield response to 18 kg P was 140, 300 and 630 kg ha⁻¹ for decreasing PE levels. Yield response to nitrogen was high (efficiency = 19 kg wheat kg N⁻¹) in the plot with greater agricultural use and moderate in those of 3 years of annual crops. Sunflower was better or equal to soy bean as a previous crop for wheat. There was a great response to phosphorus and nitrogen of wheat in the Typic Argiudolls of Coronel Suárez when PE was lower than 8 mg kg⁻¹ and previous use of the plot exceeded 3 years of agriculture after a mixed pasture. PDA may be used without additional nitrogen within the first 3 or 4 years of agriculture.

Key words: Wheat - Fertilization - Diammonium phosphate - Previous crop - Typic Argiudolls - Argentina

INTRODUCCION

El trigo es un cultivo clave dentro de los sistemas mixtos del Sudoeste Bonaerense. En el Partido de Coronel Suárez la agricultura de verano también tiene relevancia, particularmente con el girasol y en menor medida con la soja. Ambas oleaginosas son antecesores de cosecha fina. En la Región Pampeana Húmeda, algunos modelos de fertilización nitrogenada en trigo, distinguen la soja de otros antecesores (Barberis *et al.* 1983). El balance nitrogenado de esta leguminosa, sin embargo, es consistentemente negativo (Alvarez *et al.* 1995). En la década del 80 se desarrollaron estudios en trigo, para un amplio espectro edáfico del Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires (Loewy 1990, Ron, Loewy 1990). Más recientemente se avanzó en el desarrollo de las recomendaciones de fertilización (Loewy, Ron 1995, Ron, Loewy 1996). El objetivo del presente trabajo es analizar la respuesta del trigo al nitrógeno y al fósforo en Argiudoles típicos de Coronel Suárez, con diferentes niveles de fertilidad. Complementariamente se expone la performance del superfosfato triple (SPT), fosfato diamónico (PDA) y de dos cultivos antecesores: girasol y soja.

MATERIALES Y METODOS

Durante los años 1990, 1991 y 1992 se condujeron ensayos de fertilización N - P en trigo, sobre soja y girasol, en 3 lotes del establecimiento Curaco (Cascada, Coronel Suárez). El diseño fue de dos bloques completos, con parcela dividida (en franjas) y combinados en dos sitios contiguos (antecesores). La unidad experimental fue de 65 m². Las dosis de fósforo (tratamientos) fueron de 0 - 6 - 12 y 18 kg ha⁻¹, como SPT y como PDA. El nitrógeno se aplicó en 3 subtratamientos: 0 y 40 kg ha⁻¹ como urea, a la siembra o al macollaje. Los cultivares fueron Cooperación Nanihue (1990) y Buck Fogón (1991-1992).

Los suelos utilizados (Argiudoles típicos), de textura franco arcillosa, registraron una profundidad media de 60 cm, hasta la plancha de tosca. El uso previo varió entre 3 (91-92) y 9 (90) cultivos anuales, sobre pastura mixta. El pH osciló entre 6,9 y 6,4 y la materia orgánica, entre 3 y 4%. El fósforo extraíble (PE) fue de 8, 11 y 6 mg kg⁻¹, en los años sucesivos. La preparación del suelo incluyó dos labores de rastra excéntrica y un vibrocultivador, en presiembra. Las lluvias anuales se aproximaron a los 1000 mm, con amplias oscilaciones estacionales.

Se realizó el análisis de varianza con los datos de rendimiento. Para los tratamientos y subtratamientos que resultaron significativos por el ANOVA, se realizaron comparaciones múltiples de medias (Tukey 5%). Con el fin de estudiar el efecto global de los tratamientos y comparar los dos productos utilizados, se hicieron contrastes establecidos *a priori* (Steel, Torrie 1992).

RESULTADOS Y DISCUSION

Descripción de las respuestas del trigo

La variación global de los rendimientos osciló entre 2.200 y 4.700 kg ha⁻¹. El efecto máximo entre años y por fertilización fue de 800 y 1.300 kg ha⁻¹, respectivamente. Los valores de F y su significación estadística se resumen en la Tabla 1. La influencia del sitio fue importante en el primer año, a favor del girasol (500 kg ha⁻¹) y moderado en los siguientes (Figura 1). Esto implica que, al menos para un ciclo con soja, el girasol resulta mejor o igual antecesor del trigo (Loewy 1994). La maduración más temprana del girasol, quizá sea decisiva para una mayor reserva inicial de agua y nutrientes, en el trigo. La ventaja comparativa de la leguminosa sería un mayor aporte de nitrógeno, luego de varios ciclos sucesivos (Bodrero *et al.* 1989). Este efecto y el del rastrojo (facilmente descomponible), sin embargo, pueden quedar neutralizados por la mayor remoción nitrogenada de la soja (Forjan 1994).

El cultivo mostró alta respuesta al nitrógeno en 1990 (eficiencia = 19), en las dos épocas de aplicación. En el 91 las eficiencias fueron de 5 y 7, para siembra y macollaje, respectivamente (Figura 2). Los incrementos por fósforo, en esos 2 años, no alcanzaron a ser significativos (Figura 3). En 1992 se verificó interacción entre tratamientos y subtratamientos. El nitrógeno sólo respondió estadísticamente en presencia de SPT: las eficiencias fueron de 5, 8, 8 y 12 para el testigo y los niveles crecientes de fósforo. Junto al PDA, el nitrógeno no arrojó respuestas positivas (Figura 4). Sin nitrógeno, el P-SPT respondió en forma muy gradual, alcanzando significación en la dosis mayor (eficiencia = 22). El PDA mostró respuesta en los 3 niveles, superando un 20% al SPT (en la máxima dosis). Con nitrógeno las respuestas fueron más consistentes, sin diferencias por producto. Las eficiencias del fósforo llegaron a 32 - 38, en las dosis medias o altas (Tabla 2).

Tabla 1. Niveles de F y probabilidad de valores mayores, para los efectos estudiados

Fuente de variación	Año	1990		1991		1992	
		F	P(%)	F	P(%)	F	P(%)
Sitio (A)		43,0	0,01	17,0	0,1	1,8	ns
Bloque *		3,0	ns	1,8	ns	11,7	0,2
Tratamiento (T)		1,4	ns	0,8	ns	4,9	0,9
Inter. A x T		1,2	ns	0,9	ns	0,14	ns
Subtratamiento (S)		37,0	0,3	10,0	3,0	3,3	ns
Inter. A x S		2,1	ns	0,6	ns	1,9	ns
Inter. T x S		1,6	ns	1,7	ns	2,4	3,2
Inter. A x T x S		1,6	ns	1,1	ns	1,1	ns

n s: no significativo P > 5 % * Bloque dentro de cada sitio. A: antecesor

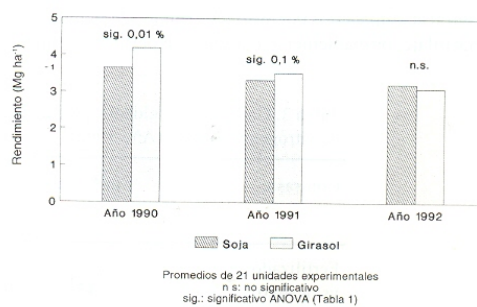


Figura 1. Efecto global del antecesor sobre la producción de trigo

Tabla 2. Efecto de los tratamientos a distintos niveles de nitrógeno (Año 1992)

Subtratamiento	0-nitrógeno		40 kg N-siembra		40 kg N-macollaje	
	SPT	PDA	SPT	PDA	SPT	PDA
Dosis	Rendimiento (Mg ha ⁻¹)					
0	2,64 a	2,64 a	2,84 a	2,84 a	2,84 a	2,84 a
30	2,82 ab	3,10 b	3,13 ab	3,17 abc	2,91 ab	3,01 a c
60	2,94 ab	3,18 b	3,23 abc	3,28 bc	3,24 bcd	3,30 bcd
90	3,04 b	3,63 c	3,53 cd	3,71 d	3,42 d	3,31 cd

Letras distintas, dentro de cada nivel de nitrógeno, difieren P < 0.05 (Tukey). SPT: superfosfato triple, PDA: fosfato diamónico

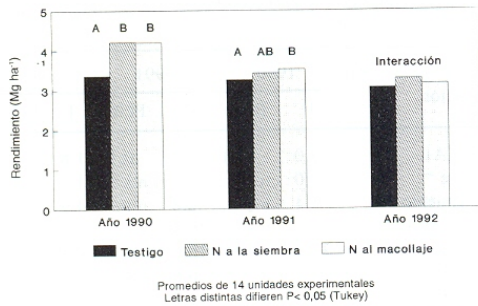


Figura 2. Efecto global del nitrógeno sobre la producción del trigo

Para este año, se hicieron contrastes a priori, del efecto global de los tratamientos y el diferencial PDA/SPT, para cada nivel de nitrógeno (Tabla 3). En promedio, los tratamientos mejoraron la respuesta en un 40% cuando fueron acompañados por nitrógeno (urea) a la siembra vs. macollaje, probablemente por una mayor disponibilidad

del fósforo aplicado, (Miller *et al.* 1970). Sin urea, el PDA aventajó al SPT entre 250 y 600 kg ha⁻¹ (según dosis). Con urea las ventajas fueron menores a 100 kg ha⁻¹, excepto en la dosis mayor, con el producto nitrogenado a la siembra.

Relación entre variables de sitio y respuesta al fertilizante

No se detectó respuesta diferencial al nitrógeno o al fósforo, según cultivo antecesor (Tabla 1). Aunque con algunos altibajos estacionales, la disponibilidad hídrica no fue una fuerte limitante para la respuesta al nitrógeno. Esto permitió expresar razonablemente el efecto del uso previo o número de cultivos anuales, desde la última pastura mixta perenne. La respuesta en los años con 3 ciclos agrícolas previos, fue de aproximadamente un tercio de la obtenida con 9.

Con respecto al fósforo, los sitios comparten la familia textural (franco fina) y el índice de sorción (50 - 60%) alto (Ron *et al.* 1995). Siendo diferencial el PE, los aumentos de producción fueron consistentes con esta variable: 140, 400 y 630 kg ha⁻¹ para 11, 8 y 6 mg kg⁻¹, respectivamente.

Tabla 3. Comparación global y parcial de tratamientos (SPT y PDA), según la aplicación de nitrógeno - (urea). (Año 1992).

Contraste	Sin N - urea		Con 40 kg N-urea ha ⁻¹			
	(kg ha ⁻¹)	s e	Siembra		Macollaje	
Fertilizado vs. testigo	475	0,5	499	0,5	353	0,5
PDA vs. SPT (media)	370	0,5	90	n s	14	n s
PDA vs. SPT (30 kg)	276	1,0	39	n s	98	n s
PDA vs. SPT (60 kg)	244	2,5	48	n s	53	n s
PDA vs. SPT (90 kg)	590	0,5	185	10,0	-110	n s

s e: significación estadística (%) n s: no significativo

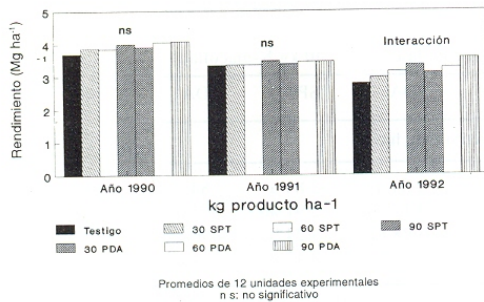


Figura 3. Efecto de los tratamientos sobre la producción del trigo

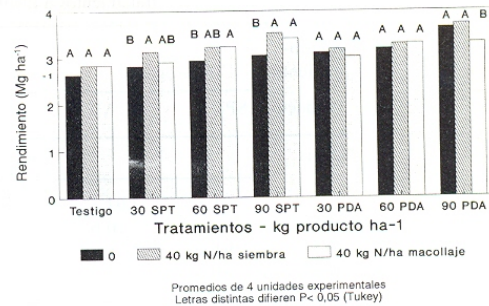


Figura 4. Efecto global del N-urea sobre el trigo a distintos niveles de SPT y PDA - 1992

En suelos de esta granulometría, 8 mg kg^{-1} de PE resulta un valor crítico para decidir la fertilización fosfórica (Ron, Loewy 1996).

Rentabilidad de la práctica y conclusiones

Definimos R_N o R_P como el costo por todo concepto de 1 kg de nitrógeno o fósforo, expresado en kg de trigo. Estimando un R_N igual a 8 (para nitrógeno), las ganancias netas en el 90 se aproximaron a los 500 kg ha^{-1} . En el 91 y 92, éstas se equilibraron al costo. Los resultados obtenidos sugieren que la fertilización nitrogenada comienza a ser rentable luego de 3 - 4 años de agricultura, sobre pastura mixta. Para un R_P de 16, el beneficio fue altamente rentable (340 kg ha^{-1}) en un suelo de 6 mg kg^{-1} de PE. Con 8 y 11 mg kg^{-1} PE, las ganancias fueron ligeramente positivas y negativas, en ese orden, sin computar el previsible efecto residual (Ron, Loewy 1987).

El trigo, en Argiúdoles típicos de Coronel Suárez (franco arcillosos), responde fuertemente al fósforo y al nitrógeno cuando el PE es inferior a 8 mg kg^{-1} y el uso previo del lote supera los 3 años de cultivo anual, sobre pastura mixta. Dentro de los primeros 3 o 4 años de agricultura, el PDA puede emplearse sin adición de urea.

REFERENCIAS

- Alvarez R, Lemeoff J H, Merzari A H. 1995. Balance de nitrógeno en un suelo cultivado con soja. *Ciencia del Suelo* 13: 38-40
- Barberis L A, Nervi A, del Campo H, Conti M, Urricarriet S, Sierra J, Daniel P, Vázquez M, Zourarakis D. 1983. Análisis de la respuesta del trigo a la fertilización nitrogenada en la Pampa Ondulada y su predicción. *Ciencia del Suelo* 1:51-64
- Bodrero N L, Nakayama F y Martignone R. 1989. Experiencias Argentinas sobre fertilización en soja. IV Conf. Mundial de Invest. en soja: 621 - 627
- Forjan H. 1994. Efecto del cultivo antecesor y la fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad del trigo. CEI Barrow. III Congreso Nacional del trigo. : 57 - 58
- Loewy T. 1990. Fertilización nitrogenada del trigo en el Sudoeste Bonaerense. I Respuesta física y diagnóstico. *Ciencia del Suelo* 8: 47-56
- Loewy T. 1994. Performance de la soja como antecesor del trigo. III Congreso Nacional de Trigo: 103
- Loewy T, Ron M M. 1995. Nitrogen fertilization recommendations for wheat in southwestern Buenos Aires, Argentina. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 26 : 2041 - 2049
- Miller M H, Marmil C P, Blair G L. 1970. Ammonium effects on phosphorus absorption through pH changes and phosphorus precipitation at the soil root interface. *Agron. J.* 62:524-527
- Ron M M, Loewy T. 1987. Efecto residual de la fertilización fosfórica en trigo sobre un Haplustol típico. *Ciencia del Suelo* 5: 65-70
- Ron M M, Loewy T. 1990. Fertilización fosfórica del trigo en el S O Bonaerense. I Modelos de la respuesta. *Ciencia del Suelo* 8:187-194
- Ron M M, Bussetti S G de, Loewy T. 1995. Uso de un índice de sorción como complemento del fósforo extraíble para la fertilización del trigo. *Ciencia del Suelo* 13:35-37
- Ron, M M, Loewy T. 1996. Recomendaciones de fertilización fosfórica para trigo en suelos del Sudoeste Bonaerense. *Ciencia del Suelo* 14: 16-19
- Steel R G D, Torrie J H. 1992. Bioestadística: principios y procedimientos. Cáp. 8. MacGraw Hill. pág. 171 - 174