

Fertilización de trigo en el norte de Santa Fe: Experiencias bajo riego y en seco (Campaña 2003/04) *

¹Claudia M. Vidal y ²Ademar Franco

¹EEA INTA Reconquista.

²Cooperativa Agropecuaria Malabrigo Ltda.
cvidal@trcnet.com.ar

Introducción

En el norte santafesino se realizan aproximadamente 420.000 ha de agricultura, el cultivo de soja ocupa el 58% del total con 243.000 ha con un alto porcentaje de monocultivo de soja. El cultivo de trigo (110.000 ha), desplazó al girasol del segundo lugar (82.000 ha), y le siguen maíz, sorgo y algodón. La superficie sembrada de trigo pasó de 53.300 has (Vidal 2001b) a 108.000 ha en la campaña 2002/2003.

El nutriente más estudiado en la zona y en el trigo ha sido el nitrógeno (N), encontrándose respuestas importantes (Separ, 1985; Esperanza 1994; Vidal y Corti 1999; Vidal 2000; Vidal y Brach 2001). En condiciones potenciales, con riego y fertilización adecuada, se han alcanzado rendimientos del orden de los 4750 y 4900 kg/ha de trigo en siembra directa (SD) y labranza convencional (LC), respectivamente (Vidal, 2000). La eficiencia en el uso del fertilizante en seco, ha variado de acuerdo a las campañas desde 28,6 kg de grano/kg de N, con dosis de 50 kg/ha de N (Esperanza, 1994) hasta 10,4 kg de grano/kg de N, con 69 kg/ha de N en años secos (Vidal y Corti, 1999). Bajo riego, las mismas han sido de 27,2 kg de grano/kg para la dosis N 69 (Vidal, 2000) y de kg de grano/kg para la dosis N 60 (Vidal y Brach, 2001) con respuestas de 18,7 y 9,9 q/ha para ambas situaciones, respectivamente.

Con el objetivo de evaluar la respuesta del cultivo de trigo al agregado de N y P en siembra directa bajo seco y riego, se realizaron dos ensayos en la campaña 2003-2004 en dos localidades del noreste santafesino; Nicanor Molinas (secano) y Reconquista (con riego).

Materiales y métodos

El ensayo de Nicanor Molinas se instaló en campo de productor, en condiciones de seco, y el de Reconquista; en el módulo de riego de la EEA-INTA Reconquista. El diseño fue de parcela dividida en bloques completos al azar con 4 o 3 repeticiones, siendo el tratamiento de P la parcela principal y el de N la parcela secundaria. Las dosis evaluadas fueron P (0-12-24) y N (0-46-92) en Nicanor Molinas y P (0-16-24) y N (0-60-120) en Reconquista.

En Nicanor Molinas, las parcelas tenían 10 m X 15 m (150 m²) y se cosecharon 3 muestras de 2,19 m². En Reconquista, las parcelas eran de 11 m² y se cosecharon muestras en microparcels de 5,7 m². Las principales características de cada ensayo se describen en la Tabla 1.

* Publicado en Informaciones Agronómicas del Cono Sur, N°22, Junio 2004

Tabla 1. Descripción de las características de cada ensayo.

	Nicanor Molinas	Reconquista
Fecha de siembra	22/06/03	5/6/03
Cultivar	Klein Don Enrique	ACA 302
Cultivo antecesor	Soja	Soja
Aplicación de P	A la siembra	A la siembra
Aplicación de N	26/7/03	7 y 14/8/03
Aplicación de Fungicidas	Tebuconazole (500 cc/ha)	no
Precipitaciones (mm)	251	330
Riego (mm)	--	115
Fecha de cosecha	4/11/03	7/11/03

Se realizó un muestreo de suelo previo a la siembra; en tres profundidades; para determinar el contenido de N-NO₃⁻, y superficial para analizar materia orgánica (MO), pH y P (Tabla 2).

Tabla 2. Resultado del análisis de suelo previo a la siembra del cultivo de trigo

Profundidad (cm)	Nicanor Molinas				Reconquista			
	N-NO ₃ ⁻ -----ppm-----	P	M.O %	pH	N-NO ₃ ⁻ -----ppm-----	P	M.O %	pH
0-20	5,7	4,8	1,7	5,7	5,7	5,6	1,4	5,4
20-40	2,8				2,5			
40-60	2,2				1,3			

Las variables medidas fueron: peso de biomasa aérea por ha, rendimiento de granos por ha (corregido a humedad comercial), número de espigas por m² y peso de mil granos.

Los datos fueron analizados por ANOVA y los promedios se compararon por el Test de Fisher ($\alpha=0,05$) con el software InfoStat 2001.

Resultados y discusión

1. Ensayo Nicanor Molinas

Las precipitaciones durante los periodos de macollaje y floración fueron escasas afectando la producción del cultivo (75 mm de emergencia a floración).

A pesar del estrés hídrico sufrido hubo respuesta en rendimiento del cultivo por efecto de la fertilización con a N y P ($p<0.05$) (Tabla 3). El tratamiento N92P24 presentó el mayor rendimiento (1637 kg ha⁻¹) y el testigo (N0P0) el menor, con 836 kg ha⁻¹. El rendimiento medio del ensayo fue de 1172 kg ha⁻¹. El número de espigas registrado en N92P24 (500 espigas m⁻²) se diferenció significativamente de los demás tratamientos, siendo el promedio del ensayo 376 espigas m⁻². El peso de mil granos promedio fue

de 28,88 g con un rango desde 29,74 g (N46P24) hasta 27,73 g (N46P0). La biomasa varió entre 4835 kg ha⁻¹ (N92P24) y 2935 kg ha⁻¹ (Testigo), con un valor medio de 3.822 kg ha⁻¹.

Tabla 3. Componentes de rendimiento analizados del ensayo Nicanor Molinas.

Tratamientos	Número de Espigas	Biomasa	Rendimiento	peso de 1000 granos
	(Espigas m ⁻²)	------(kg ha ⁻¹)-----		(g)
N92P24	500 a	4.835 a	1.637 a	29,14 ab
N46P24	390 b	4.206 ab	1.406 ab	29,74 a
N92P12	367 b	4.463 bc	1.300 bc	28,74 b
N46P12	393 b	4.056 bc	1.239 bcd	28,55 bc
N0P24	386 b	3.769 cd	1.185 bcd	29,69 a
N0P12	395 b	3.276 cd	1.031 cde	29,22 ab
N92P0	326 b	3.609 de	966 de	28,44 bc
N46P0	312 b	3.341 de	953 de	27,73 c
Testigo	314 b	2.935 e	836 e	28,67 bc
Promedio	376	3.822	1.172	28,88
C.V %	17,10	11,12	17,02	2,25
MDS	93	622	291	0,948

Considerando el agregado de N solo, se observa una tendencia creciente a medida que se incrementa la dosis. Con el agregado de P se mantiene la misma tendencia pero con rendimientos mayores. Esto último estaría indicando el efecto del P sobre la actividad radical, lo cuál le permite a la planta ser más eficiente en utilizar el N del suelo. Cuando la dosis de P se duplicó (P24), se observó una respuesta a N en todas las dosis en forma lineal (R² 0.98)(Figura 1).

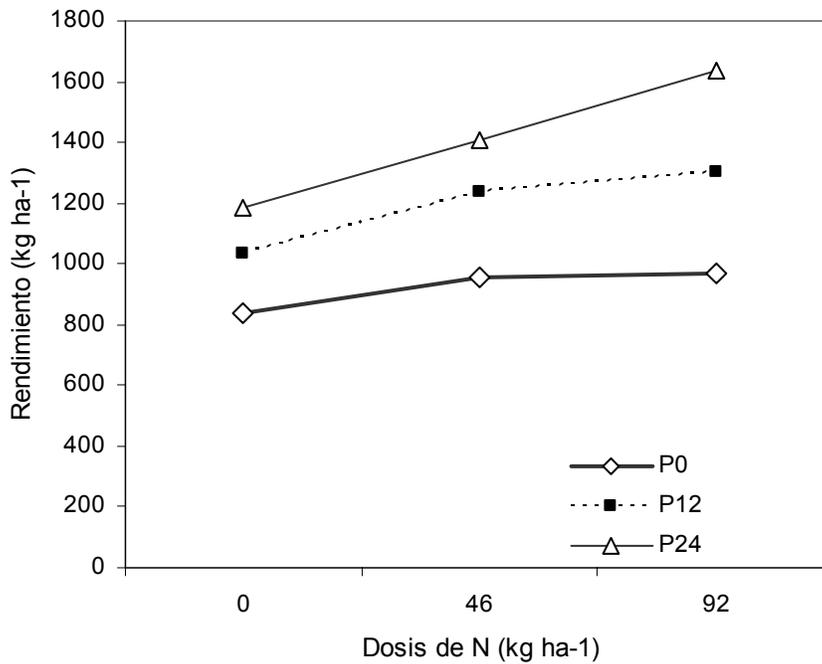


Figura 1. Rendimientos de trigo con diferentes dosis de N y P. Ensayo Nicanor Molinas.

La Figura 1 permite visualizar la respuesta del cultivo debido al agregado de N solo para los tres niveles de P. La dosis de N46 fue más eficiente con respecto a la de N92 para P0 P12, en cambio para P24, la dosis de N92 presentó mayor respuesta que N46. Esto estaría indicando que cuando el P no es limitante (P24), la respuesta al agregado de N (N92), sigue siendo significativa aún en dosis más altas.

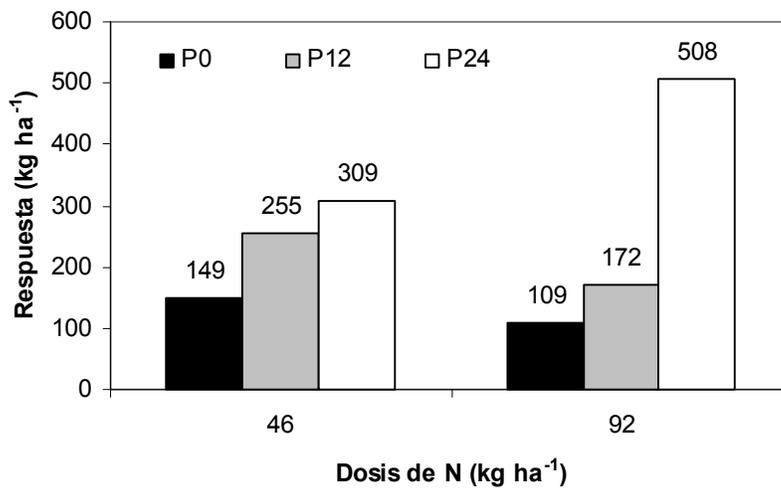


Figura 2. Respuesta a la fertilización con N en trigo para diferentes dosis de P. Ensayo Nicanor Molinas.

2. Ensayo Reconquista

Se encontraron respuestas significativas por efecto de la fertilización con N y P (Tabla 4). Los tratamientos de mayor rendimiento fueron N120P24 y N120P0 5296 y 5037 kg ha⁻¹ respectivamente, y el de menor, el Testigo (N0P0), con una producción de 3825 kg ha⁻¹. El número de espigas por m² varió desde 641 (N60P16) a 511 (N0P16), con un promedio de 589 espigas m². La producción media de biomasa aérea fue de 10338 kg ha⁻¹, con un rango de 11680 kg ha⁻¹(N120P24) a 8930 kg ha⁻¹(N0P24). El peso de mil granos promedio fue 28, 52 g; variando entre 27.8 g (N120P24) y 29,45 g (N0P24).

Tabla 4. Componentes de rendimiento del ensayo de Reconquista.

Tratamientos	Número de espigas	Biomasa	Rendimiento	peso de 1000 granos
	(Espigas m ⁻²)	------(kg ha ⁻¹)-----		(g)
N120P24	617 ab	11.680 a	5.296 a	27,8 b
N120P0	595 ab	10.966 ab	5.037 a	27,91 b
N60P24	576 ab	10.162 ab	4.922 ab	28,6 ab
N120P16	594 ab	10885 ab	4.909 ab	28,13 b
N60P16	641 a	10.640 ab	4.807 abc	28.97 ab
N60P0	604 ab	10.565 ab	4.194 bcd	28,05 b
N0P16	511 b	8.932 b	4.161 cd	28,84 ab
N0P24	581 ab	8.930 b	4.009 d	29,45 a
N0P0	581 ab	10.282 ab	3.825 d	28.95 ab
Promedio	589	10.338	4.573	28.52
C.V %	11,16	12,85	9,20	2,39
MDS	113,5	2.229	728	1,18

En la Figura 3 se muestran los rendimientos según dosis de N para los 3 niveles de P. Si bien a medida que aumenta la dosis de P hay un incremento en la producción con N60 y con N120, las diferencias son proporcionalmente menores a las observadas en el ensayo de Nicanor Molinas.

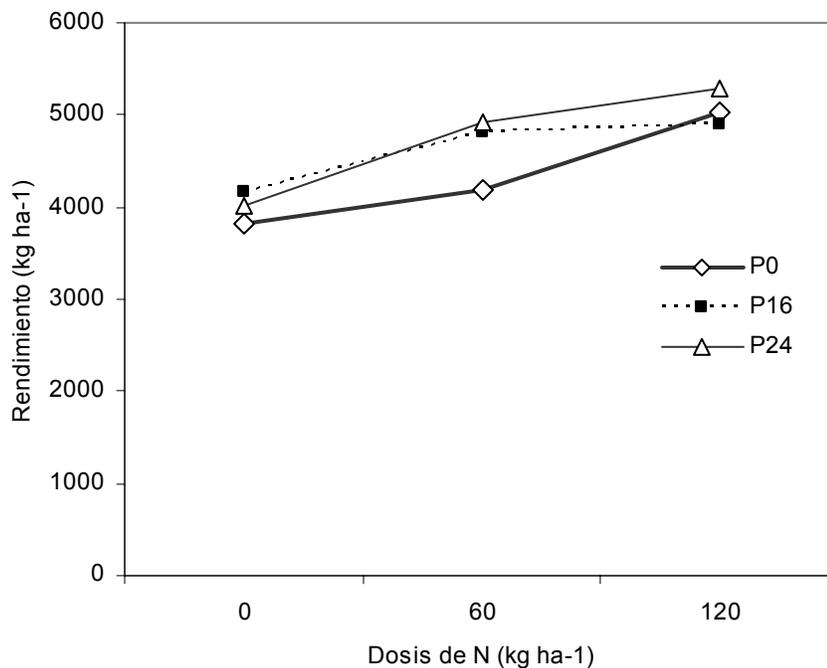


Figura 3. Rendimiento de trigo con diferentes dosis de N y P. Ensayo Reconquista.

La Figura 4 muestra la respuesta del cultivo debido al agregado de N para los tres niveles de P. La dosis de N120 siempre presentó mayor respuesta que N60 en todas las situaciones aunque esta diferencia fue significativa solamente para P0. La eficiencia de uso del N fueron de 6 y 7 kg de grano/kg N aplicado para N60 y N120 considerando sólo N; 11 y 6 kg de grano/ kg N aplicado para N60 y N120 en N+16P; y 15 y 11 kg de grano/ kg N aplicado para N60 y N120 considerando N+24P.

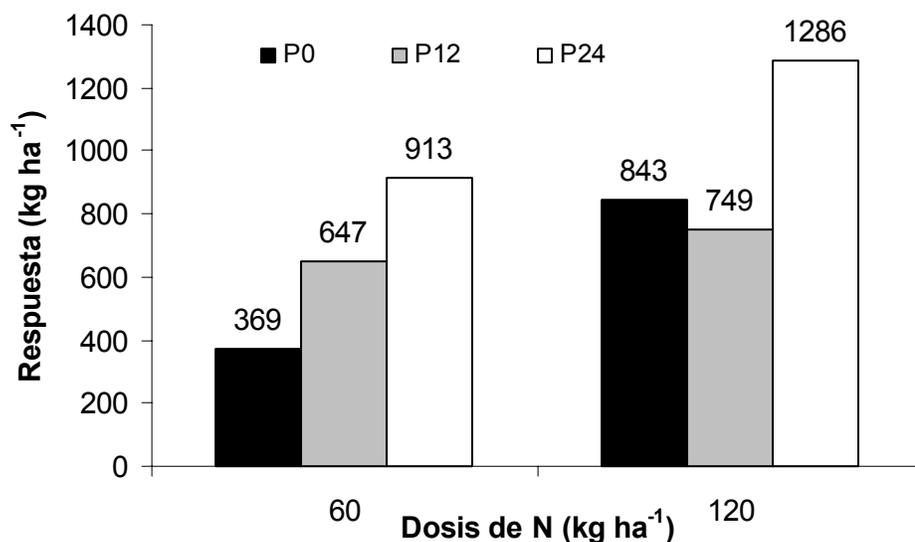


Figura 4. Respuesta del cultivo de trigo a la fertilización nitrogenada con distintos niveles de P. Ensayo de Reconquista.

Conclusiones

Los rendimientos y las eficiencias de uso de N y P fueron más bajas en seco (Nicanor Molinas) que bajo riego (Reconquista). De todas maneras, las eficiencias alcanzadas para N en seco pueden considerarse rentables: 6.7 y 5.5 kg trigo/kg N con P24 para N46 y N92, respectivamente, en seco. Bajo riego (Reconquista), las eficiencias de uso de N variaron entre 6.1 y 15.2 kg trigo/kg N.

Las eficiencias de uso de P variaron entre 14.5 y 27.9 kg trigo/kg P en seco, y de 7.7 a 38.3 kg trigo/kg P bajo riego. Considerando precios actuales de fertilizantes y trigo, la eficiencia de indiferencia sería aproximadamente 16 kg trigo/kg P.

En síntesis, la fertilización NP bajo condiciones de baja fertilidad como la de estos ensayos, permite alcanzar respuestas rentables bajo riego o en seco en años muy secos.

Bibliografía

- Esperanza V. 1994. Trigo: Labranzas conservacionistas en campos de productores. PAC II. INTA Reconquista.
- Separ. 1985. 1º Jornada regional de fertilización. Reconquista, Julio de 1985.
- Vidal C y P. Corti. 1999. Fertilización nitrogenada en trigo con el agregado de azufre. Informe Final de Beca
- Vidal C. 2000. Cultivo de trigo campaña 2000. Módulo de producción bajo riego en dos sistemas de labranza, siembra directa y labranza convencional. Informe anual EEA INTA Reconquista
- Vidal C y A. Brach 2001. Cultivo de trigo campaña 2001. Módulo de producción bajo riego en dos sistemas de labranza, siembra directa y labranza convencional. Informe anual EEA INTA Reconquista.
- Vidal C. 2001a. Relevamiento de cultivos en el norte santafesino a partir del uso de imágenes satelitales. APPA, Resumen de actividades realizadas. Ciclo agrícola 2000/2001. Pag 20-22. Septiembre 2001.
- Vidal C. 2001b. Relevamiento de la superficie con cultivos del Dpto. Gral. Obligado a partir de imágenes satelitales. Convenio UAA-EEA INTA Reconquista. Diciembre 2001.