

ROTACION Y FERTILIZACION EN SISTEMAS DE PRODUCCION DE LA REGION SEMIARIDA BONAERENSE. I. Productividad (calidad y rendimiento) del trigo.

J.A. GALANTINI; J.O. IGLESIAS; A.M. MIGLIERINA;
R.A. ROSELL y A. GLAVE¹

Recibido:18-08-92

Aceptado:04-01-93

RESUMEN

*En la región semiárida bonaerense se estudió el efecto de 12 años de diferentes rotaciones con trigo (*Triticum aestivum*) sobre la productividad del cultivo. Las rotaciones estudiadas fueron: TV, trigo-verdeos de invierno y verano; TI, trigo verdeos de invierno; TPa, trigo-alfalfa (*Medicago sativa*); TPc, trigo-pastura consociada. Todas ellas divididas en tratamientos sin (nf) y con (f) fertilizantes (N y P todos los años). Se incluyó la rotación trigo-pastoreo (TP), típica de la región. Se evaluaron la producción de materia seca total aérea (MSta), de grano, de paja, de proteína y el contenido de N en grano y paja.*

La inclusión de verdeos en la rotación produjo efecto positivo pero de corto plazo, mejoró el rendimiento pero no la calidad proteica del grano. La fertilización incrementó el rendimiento pero sólo en TV mejoró la calidad.

En las rotaciones con pastura el rendimiento en grano fue semejante, pero la respuesta a la fertilización fue significativa solamente en TPc. La alfalfa como antecesor favoreció la mayor producción y calidad inicial de la materia seca del trigo, pero no se tradujo en incremento en el rendimiento en grano.

Palabras clave: Rotaciones, trigo, productividad, región semiárida

SUMMARY

*The effect of different 12 years rotation on crop productivity was study. The crop rotations were wheat with: oat (*Avena sativa*), vicia (*Vicia sativa*), corn (*Zea mays*) and triticale grasses (TV); oat, vicia and triticale grasses (TI); wheat-alfalfa (TPa); wheat-mixed pasture. All of them without (nf) and with (f) fertilizers applications (N+P each year). Wheat-natural pasture (TP) was include. Grain, straw and its nitrogen content were evaluated.*

The TI and TV rotations gave high fertility only for short time, the wheat yield was increased, but the grain protein was not increased. The fertilizer application yielded more grain but the grain protein only in TV was increased.

The grain yield was similar in the two wheat-pasture rotations, only fertilizer response was significative in TPc. The wheat after alfalfa gave more quality and production but grain yield did not increase.

Key words: Rotations, wheat, productivity, semi-arid region

¹Laboratorio de Humus y Biodinámica del suelo (LAHBIS). Departamento de Agronomía (UNS). CIC (Pcia. de Bs. As.). EEA-INTA Bordenave.

INTRODUCCION

La región semiárida bonaerense posee clima templado, con precipitaciones altamente variables, en promedio inferiores a 700 mm anuales. El período lluvioso generalmente coincide con el otoño y la primavera. Los suelos predominantes son de textura mediana a gruesa (Gómez *et al.*, 1981), de buena permeabilidad y de profundidad variable (oscilando en los 80-100 cm), limitado por un horizonte petrocálcico (tosca).

Dadas las características climáticas y edáficas propias de la región semiárida, el uso ó manejo de los sistemas agrícolas ha provocado cambios marcados en los suelos.

La falta de rotaciones, el sobrepastoreo y el uso reiterado de implementos de labranza convencional han llevado a la paulatina pérdida de su fertilidad original. La secuencia trigo-pastoreo del campo natural ha provocado disminuciones del 24 al 40% de la materia orgánica (MO) y del 36 al 50 % del nitrógeno (N) de la capa arable de estos suelos (Galantini *et al.*, 1988; Migliarina *et al.*, 1988).

La pérdida de la estabilidad estructural, el aumento del encostramiento y la formación de capas u horizontes endurecidos (Amiotti *et al.*, 1988), son signos evidentes del grado de degradación física alcanzada por estos suelos. Esta situación disminuye la infiltración, lo que aumenta las pérdidas por escurrimiento y evaporación, reduciendo el agua disponible para el cultivo y los rendimientos potenciales.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes manejos agrícolas utilizados durante un lapso de 12 años sobre la productividad del cultivo de trigo en la región semiárida de la provincia de Buenos Aires.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó sobre un ensayo que se inició en 1975 ubicado en la Estación

Experimental Agropecuaria del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (EEA del INTA) de Bordenave (63° 01' W; y 37° 52' S).

Los datos analíticos se obtuvieron durante el año 1987, cuando todos los tratamientos estaban sembrados con trigo (*Triticum aestivum* cv. Cochicó INTA) de ciclo intermedio.

El suelo es un Haplustol éntico de textura franco gruesa. Se caracteriza por constituir planos relativamente altos (Unidad cartográfica N° 4 de la Carta detallada de Suelos), de relieve normal-subnormal, con pendientes del 0 al 1%, con escurrimiento lento y de permeabilidad moderadamente rápida (Gómez *et al.*, 1981).

Se estudiaron las siguientes rotaciones:

TV: trigo (5 años)-otros cultivos, principalmente verdes de invierno y verano, avena (*Avena sativa*), vicia (*Vicia sativa*), maíz (*Zea mays*) y triticale;

TI: trigo (4 años)-otros cultivos (rotación semejante a la anterior, sin maíz, desplazada dos años);

TPa: trigo-alfalfa (*Medicago sativa*), 4 años de cada cultivo;

TPc: trigo-pastura consociada, alfalfa y gramíneas perennes (*Dactylis glomerata*, *Phalaris* spp. y *Festuca* spp.) 4 años de cada cultivo.

En todos las rotaciones se utilizó labranza conservacionista (cincel, barra escardadora y sembradora de surco profundo). Se mantuvo la mayor cobertura de residuos posible en todo momento. La mitad de cada parcela recibió 64 kg N ha⁻¹ y 37 kg P ha⁻¹ cada año en forma de fosfato diamónico y urea durante la siembra (f) mientras que la otra mitad se mantuvo sin fertilizar (nf).

Rotación y fertilización en sistemas de producción...

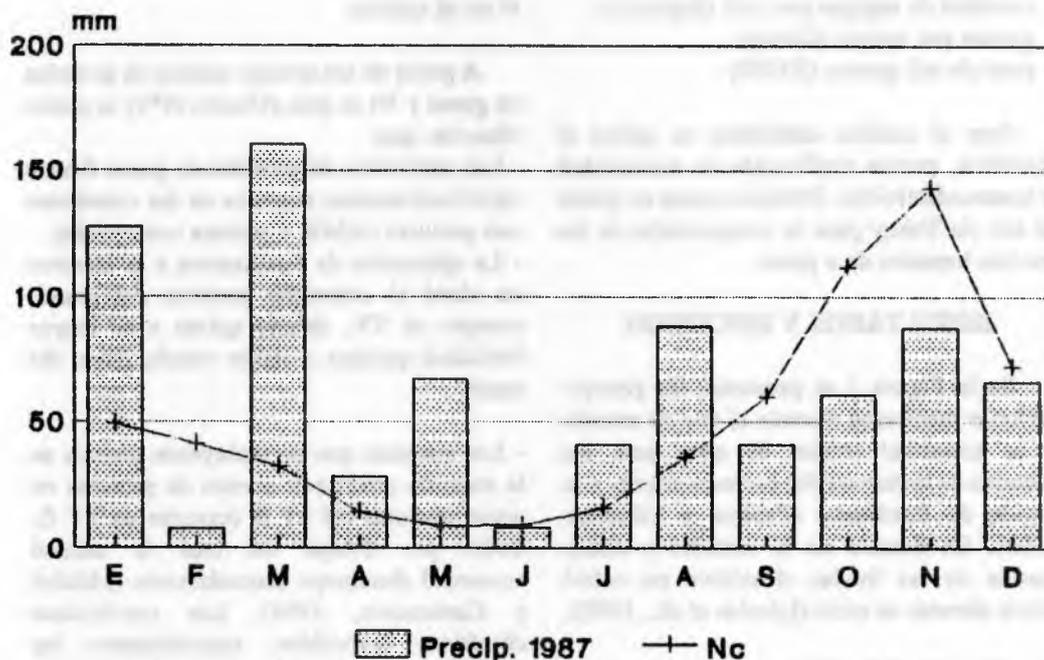


Fig. 1: Precipitación y necesidad mensual de agua (Nc)

Los verdeos de invierno consistieron en una asociación de una gramínea (avena o triticale) y una leguminosa (vicia). Los verdeos se pastorearon y posteriormente se incorporaron al suelo.

Se utilizó como referencia la rotación típica de la región:

TP: trigo (1 año)-pastoreo del campo natural (1 año), en la que se utilizó labranza convencional (arado rastra, rastra de discos y siembra en sistema plano) y no se aplicó fertilizante.

El diseño experimental consistió en 3 bloques completos aleatorizados. La dimensión de cada parcela fue de 30 x 25 metros.

En cada parcela se cosecharon 3 áreas de 0,5 m² durante madurez fisiológica, por

encima de 1-2 cm del suelo. A partir de este material se determinaron:

- rendimiento de materia seca total aérea (MSta, kg ha⁻¹)
- rendimiento en grano (Gr, kg ha⁻¹)
- rendimiento en paja (kg ha⁻¹)
- proteína en grano (Prot, %, base 13,5 % de humedad) por Espectroscopía de Reflectancia Infrarrojo Cercano (NIR), mediante un equipo Infraanalyzer 400.
- nitrógeno total en paja (Nt, %), por el método semimicro Kjeldhal (Bremner y Mulvadey, 1982).

Sobre la base a estos parámetros se calcularon los contenidos de N en grano, paja, MSta e índice de cosecha de N (ICN), expresados en kg ha⁻¹ sobre materia seca.

Sobre el material cosechado se determinaron:

- cantidad de espigas por m² (Esp/m²)
- granos por espiga (Gr/esp)
- peso de mil granos (P1000)

Para el análisis estadístico se aplicó el ANOVA, previa verificación de normalidad y homocedasticidad. Posteriormente se aplicó el test de Tukey para la comparación de las medias tomadas de a pares.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 1 se presentan las precipitaciones mensuales durante el año de estudio y la necesidad teórica de agua para los cereales de invierno (Nc) correspondiente a la región de Bordenave (Paoloni y Vázquez, 1985). En función de la cantidad y distribución de las lluvias el cultivo no sufrió estrés durante su ciclo (Iglesias *et al.*, 1990).

Rendimiento del cultivo a cosecha

En los tratamientos no fertilizados la producción de MSt_a osciló entre 4.885 y 8.445 kg ha⁻¹, en tanto que el rendimiento en grano varió entre 1.734 y 3.180 kg ha⁻¹ (Cuadro N° 1), correspondientes a las rotaciones TI y TV respectivamente. La diferencia más importante entre ambas es que el cultivo de trigo en TV es el primero luego del verdeo, mientras que en TI es el tercero consecutivo. Esto indicaría el efecto benéfico de corto plazo de los verdes de invierno, el que se tradujo en condiciones físicas y químicas edáficas favorables. Esta mejoría estaría relacionada con mayor disponibilidad de N (debi- da a la leguminosa) y mejor estado físico debido a los aportes orgánicos (Andriulo *et al.*, 1990).

El tratamiento TP presentó rendimientos intermedios entre el TI f y el TI nf.

Los mayores rendimientos (superiores a 400 kg ha⁻¹) en proteína (Cuadro N° 1) se observaron en las rotaciones con pasturas, sin o con fertilizantes, y en el TV fertilizado.

N en el cultivo

A partir de los niveles medios de proteína en grano y Nt en paja (Cuadro N° 2) se puede observar que:

- Los contenidos de proteína en grano fueron significativamente mayores en las rotaciones con pasturas (alfalfa o pastura consociada).

- La aplicación de fertilizantes a la siembra no elevó el contenido proteico del grano, excepto en TV, debido quizás a su mayor fertilidad química y mejor estado físico del suelo.

- Los sistemas que no incluyeron pastura en la rotación mostraron niveles de proteína en grano menores del 11 % (excepto en TV f), límite por debajo del cual la calidad comercial disminuye marcadamente (Möckel y Cantamutto, 1984). Las condiciones climáticas favorables, especialmente las precipitaciones ocurridas desde el 1 de julio al 10 de setiembre (146,7 mm) fueron, probablemente, las responsables de los bajos niveles de proteína encontrados (Cantamutto *et al.*, 1986). Bajo estas condiciones la aplicación de fertilizante nitrogenado durante el macollaje ó encañazón elevaría el contenido proteico del grano (Rosell *et al.*, 1987).

- Los contenidos de Nt en paja presentaron diferencias altamente significativas entre tratamientos. Este aspecto es de suma importancia ya que:

- el rastrojo queda en el suelo y su N se recicla. Las cantidades recicladas en los sistemas estudiados variaron entre 8,8 y 37,5 kg de N ha⁻¹ en paja en los tratamientos TI nf y TPa f;

- las variaciones en las relaciones C:N afectan la velocidad de descomposición de los residuos (Christensen, 1985);

- es un índice del grado de movilización del N absorbido hacia el grano (Martínez, 1987).

Rotación y fertilización en sistemas de producción...

Cuadro N°1: Rendimiento de MSta, grano, paja y proteína en kg ha⁻¹ en cada uno de los tratamientos estudiados con (f) y sin (nf) fertilización.

Rendimiento	TV		TI		TPa		TPc		TP
	f	nf	f	nf	f	nf	f	nf	
MSta	a 10515	b 8445	b 7968	d 4885	b 8880	b 8165	b 9108	b 7913	c 6329
Grano	a 3965	bc 3180	de 2627	f 1734	cd 2916	cd 2729	ab 3584	c 3051	e 2249
Paja	a 6550	b 5265	b 5341	d 3152	ab 5964	b 5436	ab 5524	bc 4862	cd 4080
Prot.	a 462	cd 330	de 270	f 163	ab 436	bc 399	a 491	b 418	ef 225

Para cada parámetro igual letra representa diferencia no significativa

Cuadro N°2: Contenidos medios (en %) de proteína en grano y de N en paja para cada uno de los tratamientos estudiados.

Contenido %	TV		TI		TPa		TPc		TP
	f	nf	f	nf	f	nf	f	nf	
Prot.	c 11,7	d 10,4	d 10,3	d 8,4	a 14,9	ab 14,6	b 13,6	b 13,6	d 9,8
N paja	cd 0,344	d 0,311	cd 0,322	d 0,280	a 0,622	b 0,520	bc 0,477	c 0,407	d 0,277

Para cada parámetro igual letra representa diferencia no significativa

Cuadro N°3: Incremento en la producción de materia seca total aérea (MSta), paja, grano y proteína debido a la aplicación de fertilizantes e incremento por cada unidad de N aplicado.

	TV		TI		TPa		TPc	
	dif	ef	dif	ef	dif	ef	dif	ef
MSta	*	32,3	**	48,2	ns	11,2	ns	18,7
Paja	**	19,8	**	34,2	ns	8,3	ns	10,3
Grano	**	12,3	**	14,0	ns	2,9	*	8,3
Prot.	**	2,1	**	1,7	ns	0,6	*	1,1

dif : incremento producido por la aplicación de fertilizantes

ef : incremento por cada unidad de N aplicado

**, * y ns: diferencias con P ≤ 0,01, P ≤ 0,05 y no significativas

Cuadro N°4: N en el grano, paja y MSta (kg ha⁻¹) e índice de cosecha de N (ICN) en los diferentes tratamientos.

N en:	TV		TI		TPa		TPc		TP
	f	nf	f	nf	f	nf	f	nf	
Grano	a 94,0	e 67,1	f 54,9	h 29,6	bc 88,2	d 80,8	a 99,0	cd 84,2	g 44,7
Paja	b 22,5	cd 16,4	cd 17,4	d 8,8	a 37,5	ab 28,4	ab 27,5	bc 19,8	cd 11,3
MSta	ab 116,5	cd 83,5	d 72,3	f 38,4	a 125,7	b 109,2	a 126,5	bc 104,0	e 56,0
ICN	a 0,81	a 0,80	ab 0,76	ab 0,77	b 0,70	ab 0,74	ab 0,78	a 0,81	a 0,80

Para cada parámetro igual letra representa diferencia no significativa

Cuadro N°5: Número de espigas m⁻² (esp/m²), de granos por espiga (gr/esp) y peso de mil granos (P₁₀₀₀) en los diferentes tratamientos.

	TV		TI		TPa		TPc		TP
	f	nf	f	nf	f	nf	f	nf	
esp/m ²	a	cd	de	e	ab	bc	ab	d	f
	432	345	310	278	399	384	412	338	211
gr/esp	b	bc	b	c	ab	b	b	ab	a
	23,9	23,0	24,9	18,3	27,1	24,6	25,2	25,7	30,6
P ₁₀₀₀	ab	a	bc	c	d	d	bc	bc	b
	38,5	40,0	34,9	34,5	27,5	29,1	34,7	35,1	36,8

esp/m², espigas por metro cuadrado

gr/esp, granos por espiga

P₁₀₀₀, peso de 1000 granos

Para cada parámetro igual letra representa diferencia no significativa

En las rotaciones con pastura los niveles de Nt en paja resultaron mayores, más aún cuando la pastura fue alfalfa, debido posiblemente a la alta disponibilidad de N y a la disminución en su traslación como consecuencia de la escasez de agua. En las rotaciones sin pastura no se encontraron diferencias entre tratamientos ni tampoco debidas a la aplicación de fertilizantes.

Efecto de la fertilización

Se encontró respuesta, estadísticamente significativa, a la aplicación de fertilizantes en la producción de MSta en las rotaciones TV y TI, o sea aquellas que no incluyen pastura en la rotación (Cuadro N°3), con eficiencias semejantes en el uso de cada unidad de N aplicado. El tratamiento TPc mostró valores intermedios y el TPa los más bajos.

En los tratamientos con pastura solamente en TPc se observó incremento significativo en la producción de grano y proteína. Esto nos indicaría que la fertilidad química, tanto nitrogenada como fosforada, presente en el sistema TPa (trigo-alfalfa) resultaría suficiente para producir un rendimiento elevado. Es probable que sean otros los factores limitantes del rendimiento. Loewy (1987) observó efectos negativos, ocasionados por estrés hídrico, sobre el primer trigo

implantado luego de la rotación de pasturas.

Los incrementos en el rendimiento de proteína por efecto de la aplicación de fertilizantes a la siembra (Cuadro N°3), fueron variables, desde un valor mínimo en TPa (ns), hasta un valor máximo en TV (**).

Absorción de N en la MSta

Las rotaciones con pastura y TV f presentaron los mayores valores de absorción de N, en MSta, grano y paja (Cuadro N°4). Al comparar las rotaciones con verdeos entre sí se puede observar que:

- la absorción de N en TV superó a la de TI, en un 100 % en el tratamiento no fertilizado y un 60 % en el fertilizado;
- la fertilización en ambos tratamientos produjo un incremento semejante en la absorción de N;
- la cantidad de N exportado del sistema (TV) a través del grano es elevada, por lo que la aplicación de N (fertilizante) permitiría mantener ese nivel de producción.

Parámetros de Rendimiento

Las variaciones en el número de espigas por m⁻² (Esp/m²) a cosecha (Cuadro N°5)

puso de manifiesto diferencias en el estado del suelo durante la primera etapa del ciclo de cultivo. El rendimiento en grano estuvo correlacionado positiva y significativamente con las Esp/m-2 ($r = 0,837^{**}$) y con los granos por m-2 ($r = 0,847^{**}$). Resultados semejantes han sido encontrados por otros autores (Campbell y Davidson, 1979; Magrin y Gianni, 1983; González Montaner y Maddonni, 1990). Sin embargo, debido al efecto compensador de la planta de trigo en el uso de los fotoasimilados para la producción de grano (Evans y Wardlaw, 1976) bajo condiciones de estrés estos resultados podrían variar.

La aplicación de fertilizantes incrementó el número de espigas solamente en TV y TPc.

El parámetro granos por espiga presentó escasa variabilidad estadística.

El peso de mil granos osciló entre 34,5 y 36,8 gramos en los tratamientos TI y TPc. En las rotaciones TV los granos fueron más pesados (38,5 a 40) y en las TPa fueron más livianos (27,5 a 29,1). Este último caso indicaría condiciones desfavorables durante el llenado del grano.

El menor índice de cosecha (mayor cantidad de paja respecto de grano), la menor movilización de N hacia el grano, la falta de respuesta a la fertilización química y el menor P1000 granos demostrarían que:

- el trigo implantado luego de una pastura con alfalfa encontró condiciones de alta fertilidad, aumentó el crecimiento vegetativo, con incremento en el consumo del agua disponible;
- el cultivo llegó a la etapa reproductiva con requerimientos hídricos superiores a la disponibilidad real, lo que produciría disminución en la asimilación y traslación de carbohidratos y nutrientes.

CONCLUSIONES

El cultivo de trigo implantado luego de las pasturas produjo mayor cantidad y calidad de grano y paja, con altos rendimientos de proteína por hectárea. Solamente el trigo sembrado sobre pasturas consociadas respondió a la aplicación de fertilizantes, pero con baja eficiencia. La alta fertilidad producida por la alfalfa como cultivo antecesor favorece el crecimiento vegetativo del trigo; esto conduce a un incremento en el requerimiento hídrico que en la mayoría de los casos no puede ser satisfecho por el agua de las precipitaciones en la región semiárida.

La inclusión del verdeo de invierno (gramínea-leguminosa) en la rotación con trigo produjo un efecto positivo de corto plazo (1 o 2 años) en la fertilidad física y química del suelo. Aumentó el número de espigas y mejoró la productividad. Luego de este período los rendimientos y la calidad disminuyeron marcadamente, aún por debajo del manejo convencional.

Las rotaciones que no incluyeron pastura presentaron bajos niveles de proteína en grano, aún cuando se aplicó fertilizantes a la siembra. Por consiguiente, en años con precipitaciones superiores a las normales, para asegurar mejor calidad y mayor valor comercial de la producción, se requeriría una fertilización nitrogenada complementaria durante el macollaje.

AGRADECIMIENTOS

A la Cámara Arbitral de Cereales de Bahía Blanca por facilitar los equipos necesarios para la determinación de proteínas en grano. Al Ing. Agr. Adrián Andriulo y a la Ing. Agr. María R. Landriscini por la colaboración brindada.

J.A. GALANTINI *et al.*

BIBLIOGRAFIA

- 1) AMIOTTI N.M., J.A. FERRER y R.A. ROSELL. 1988. Cambios en las propiedades físicas de horizontes subsuperficiales inducidos por el laboreo del suelo. *Resúmenes del XII Congreso Argentino de Ciencia del Suelo, Corrientes.*
- 2) ANDRIULO A.E.; J.A. GALANTINI; J.O. IGLESIAS; E. TORIONI; R.A. ROSELL y A.E. GLAVE. 1990. Sistemas de producción con trigo en el sudoeste bonaerense. I. Propiedades físico-mecánicas del suelo. *II Congreso Nacional de Trigo, Pergamino, 1: 209-218.*
- 3) BREMNER J.M. and C.S. MULVANEY. 1982. Nitrogen total. Page *et al.* (Eds.) *Methods of Soils Analysis. Part 2. Agronomy 9.* págs. 595-624. Madison. Wis. USA.
- 4) CAMPBELL C.A. and H.R. DAVIDSON. 1979. Effect of temperature, nitrogen fertilization and moisture stress on yield components, protein content and moisture use efficiency of manitou spring wheat. *Can. J. Plant Sci.*, 59: 963-974.
- 5) CANTAMUTTO M.A.; F.E. MÖCKEL; R.A. ROSELL; R.M. MARTINEZ; G.D. GULLACE; M.R. LANDRISCINI; L.M. CASTELLI; L.M. GALLEZ; E.G. GAIDO y A.R. VALLATI. 1986. Factores que condicionan la respuesta del trigo a la fertilización con N y P en el Sur de la Pcia de Buenos Aires. *Actas XI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Neuquen, Río Negro.*
- 6) CHRISTENSEN B.T. 1985. Wheat and barley straw decomposition under field conditions: effect of soil type and plant cover on weight loss, nitrogen and potassium content. *Soil Biol. Biochem.*, 17(5) 691-697.
- 7) EVANS L.T. and I.F. WARDLAW. 1976. Aspects of the comparative physiology of grain yield in cereals. *Adv. in Agronomy*, 28: 301-359.
- 8) GALANTINI J.A., A.M. MIGLIERINA, A.E. ANDRIULO, J.O. IGLESIAS y R.A. ROSELL. 1988. Dinámica de la materia orgánica de un Haplustol bajo distintos usos agrícolas. *Resúmenes XII Congreso Argentino de Ciencia del Suelo, Corrientes.*
- 9) GOMEZ L.; V. NAKAMA y C. PURICELLI. 1981. Carta detallada de suelos Estación Experimental Agropecuaria de INTA Bordenave escala 1:10000. *Informe Interno INTA.*
- 10) GONZALEZ MONTANER J.H. y G.A. MADDONNI. 1990. Nitrógeno disponible en el suelo durante el período presiembra floración como explicativo del número de granos en el cultivo de trigo. *II Congreso Nacional de Trigo, Pergamino, 1: 142-151.*
- 11) IGLESIAS J.O.; J.A. GALANTINI; A.E. ANDRIULO; R.A. ROSELL y A. GLAVE. 1990. Sistemas de producción con trigo en el sudoeste bonaerense. III. El agua del suelo y el crecimiento del cultivo. *II Congreso Nacional de Trigo, Pergamino, 1: 226-235.*
- 12) LOEWY T. 1987. Rotación leguminosa-trigo y la fertilidad nitrogenada del suelo. *Ciencia del Suelo*, 5(1): 57-64.
- 13) MAGRIN G. y C. GIANNI. 1983. Posibles causas de los altos rendimientos en la campaña 1982/1983. *Información N° 57, Carpeta de Producción Vegetal, Trigo. INTA EERA Pergamino, 5: 1-4.*
- 14) MARTINEZ R.M. 1987. Nitrógeno (15N) en trigo. Tesis de Magister. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina. pp. 104.

Rotación y fertilización en sistemas de producción...

- 15) MIGLIERINA A.M., R.A. ROSELL and A.E. GLAVE. 1988. *Changes of chemical properties of an Haplustoll soil under cultivation in semi-arid Argentina. Resúmenes de la International Conference on Dryland Farming. Amarillo/Bushland, Texas, USA, pág. 19.*
- 16) MÖCKEL F.E. y M.A. CANTAMUTTO. 1984. *Endosperma no vítreo en trigo. Una revisión bibliográfica. Revista Facultad de Agronomía de Buenos Aires. 5 (1-2), 23-39.*
- 17) PAOLONI J.D. y R. VAZQUEZ 1985. *Necesidades teóricas de agua de los cereales de invierno y probabilidad de ocurrencia de las precipitaciones como base para el balance hídrico. An. Edafol. y Agrobiol. XLIV, 1545-1556.*
- 18) ROSELL R.A., R.M. MARTINEZ and K. CHR. SOMMER. 1987. *Wheat soil management and N fertilization in semiarid Argentina. An. Edafol. y Agrobiol. XLVI(11-12): 1319-1334.*