

EMPLEO DE LAS LLUVIAS EN EL PERIODO VEGETATIVO DEL TRIGO COMO PREDICTORAS DE LA RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN

M.A. CANTAMUTTO; F.K. MÜCKEL y A.R. VALLATI (*)

Recibido: 05-09-90

Aceptado: 11-03-91

RESUMEN

Con el fin de obtener un índice para aumentar la certeza de respuesta a la aplicación de fertilizante nitrogenado se estudió el efecto de las lluvias en diferentes períodos del cultivo (incluyendo el barbecho) sobre los rendimientos. Se realizó al efecto una Red de Ensayos de Fertilización en localidades del área semiárida del Sur de la Provincia de Buenos Aires durante los años 1980 al '88, con un total de 37 ensayos.

Los resultados hallados indican que las lluvias del período vegetativo se correlacionaron en forma altamente significativa con los rendimientos y la respuesta a la fertilización, tanto con trigos de ciclo largo como con los de ciclo intermedio, cuando la fertilización se aplicaba a fines de macollaje.

Se sugiere para el área un umbral de 80 mm en el período 1° de julio al 10 de setiembre, por encima del cual convendría la aplicación del fertilizante nitrogenado (urea) en aquellos suelos que por sus características presenten carencias de nitrógeno.

Palabras clave: trigo, lluvia, fertilización.

THE UTILIZATION OF PRECIPITATIONS OCCURING DURING THE VEGETATIVE STAGE OF WHEAT AS PREDICTOR OF RESPONSE TO N FERTILIZATION

SUMMARY

In order to obtain an index that would assist, and at the same time increase the accuracy of predicting yield increases due to N fertilization, the effect of rains occurring during the different growth stages of wheat (including fallow), was studied.

For that purpose a network of 37 fertilization trials in total, was conducted in the semiarid area of Southern Buenos Aires Province, from 1980 to 1988.

The results obtained show that precipitations falling during the vegetative stage (1st. July to the 10th of September), correlate in a highly significant manner with yield and response to N fertilization, when urea was applied at the end of tillering. This was so indistinctly for short or full season cultivars.

A threshold of 80 mm of rain in that period is suggested as a value above which economic response is expected when N fertilizer is applied to soils where deficiencies are known to occur because of their edaphic characteristics.

Key words: wheat, rains, fertilization.

(*) LABCEOL, Departamento de Agronomía y CERZOS, UNS. 8000 Bahía Blanca -Argentina-

INTRODUCCION

La región triguera en proximidades de la ciudad de Bahía Blanca ($38^{\circ}41'S$ y $62^{\circ}15'W$) presenta un clima de tipo continental y semiárido. El promedio anual de lluvias es de 550 mm, distribuidos desuniformemente a lo largo del año, presentando dos picos; uno en otoño y otro en primavera, pero con muy alta variabilidad. A tal situación se agrega la limitada capacidad de almacenamiento de agua por parte de los suelos, ya que normalmente presentan una capa de tosca a una profundidad que va de 50 a 80 cm.

La situación descrita hace que normalmente se produzcan deficiencias de agua entre 68 y 127 mm para el cultivo de trigo a partir del mes de setiembre, en coincidencia con el desarrollo y crecimiento de sus estructuras reproductivas (Paoloni y Vasquez, 1984), período que se considera crítico en cuanto a los requerimientos de agua.

No obstante ello, la importancia de las lluvias en la etapa vegetativa ha sido señalada para otras regiones de la pradera pampeana. Así, en la Pampa Ondulada, se encontró que las precipitaciones del período siembra-macollaje incrementaron los rendimientos en $2,7 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$ (Barberis *et al.*, 1983a). En la Pampa Arenosa, las lluvias de ese período, aumentaron los rendimientos en $6,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$ (Barberis *et al.*, 1983b). En la zona de influencia de la EEA del INTA de Marcos Juárez el modelo que mejor describió la respuesta a la fertilización fue aquel que incluyó a las lluvias del período macollaje-encañazón (Novello *et al.*, 1986).

Siendo entonces el agua la principal restricción para la triticicultura regional, es necesario tratar de utilizarla lo más económicamente posible. Una de las formas conocidas de mejorar la eficiencia de utilización del agua es la fertilización (Bolton, 1981; Iglesias *et al.*, 1990) pero en el es-

cenario descrito su aplicación se hace económicamente riesgosa y aleatoria.

Ese riesgo se podría disminuir si se postergara la decisión de aplicar fertilizantes hasta fines de macollaje con el objeto de poder evaluar el estado hídrico del cultivo durante su etapa vegetativa. Este criterio ha sido utilizado con éxito como herramienta predictiva de una respuesta económica (Fagioli y Bianconi, 1977). Por otra parte, los requerimientos de nitrógeno durante ese período son sólo de una quinta parte del total (Waldren y Flowerday, 1978), cantidad que puede ser provista por un correcto barbecho. Esto fue corroborado por experiencias regionales que indican que no hay diferencias a favor de la fertilización temprana con la siembra en comparación a la aplicación fraccionada o durante el macollaje (Loewy *et al.*, 1986).

En consecuencia, el presente trabajo ha sido realizado con el objetivo de probar la hipótesis de que las lluvias ocurridas durante la etapa vegetativa tienen influencia sobre la formación del rendimiento y por lo tanto son predictoras de la respuesta al fertilizante nitrogenado (urea) aplicado hacia fines de macollaje (principios de setiembre), en trigos de ciclo largo e intermedios, en la Región Triguera V Sud.

MATERIALES Y METODOS

Durante los años 1980-88 se realizaron 37 ensayos de fertilización en parcelas de cinco surcos a $0,2 \text{ m}$ por 5 m de largo, en diseño en bloques al azar y con cuatro repeticiones, realizando un ordenamiento factorial de los tratamientos de fertilización que se indican en el Cuadro N° 1, incluyendo en la serie 1980-84 un sólo cultivar y cuatro en la serie 1985-88.

Cuadro N° 1: Características de los ensayos realizados.

Años (serie)	No. Ensayos	Cultivares	kg. ha ⁻¹	
			P ₂ O ₅ (1)	N (2)
1980-'84	26	Coop. Cabildo	0 - 60	0 - 25 - 50
1985	5	Buck Pucará	--	0 - 50
		Chasicó INTA		
		Buck Nandú		
		Cochicó INTA		
1986-'88	6	idem 1985	0 - 60	0 - 50

(1) Dosis de P₂O₅ en kg. ha⁻¹ aplicado como Superfosfato triple de Calcio (46% P₂O₅) en la línea de siembra.

(2) Dosis de N en Kg. ha⁻¹ aplicado como urea (46% N) hacia fines de macollaje.

Los cultivares de ciclo largo (Cooperación Cabildo, Chasicó INTA, Buck Pucará) se sembraron en la primer quincena de junio a razón de 220 semillas viables.m⁻², y los de ciclo intermedio (Cochicó INTA, Buck Nandú) en la primer quincena de julio a razón de 280 semillas viables.m⁻².

Los ensayos se localizaron en lotes de productores destinados a trigo, con barbecho largo, en sitios ubicados a menos de 100 km de Bahía Blanca. (Cuadro N° 2). Se llevaron registros de las variables edáficas, pluviométricas y culturales.

Se estudió el efecto de las lluvias de los períodos vegetativos, reproductivo y total del ciclo, todas sin y con la contribución del barbecho, estimando en un 16% la eficiencia de los mismos sobre la base de los resultados de Puricelli (1978)

Los períodos del cultivo se delimitaron en función de los trigos de ciclo largo del siguiente modo:

Barbecho: desde la primer arada hasta la emergencia del cultivo (1° de julio ó 1° de agosto, según ciclo).

Vegetativo: desde emergencia del cultivo hasta pseudotallo erecto (10 de setiembre).

Reproductivo: desde pseudotallo erecto hasta madurez fisiológica (15 de diciembre).

Total del ciclo: desde emergencia (1° de julio ó 1° de agosto) hasta madurez fisiológica (15 de diciembre).

Se consideraron además separadamente las lluvias del mes de junio para evaluar la conveniencia de incluirlas en el índice como parte del ciclo vegetativo o del barbecho.

Las variables dependientes consideradas fueron:

Rendimiento sin fertilizantes: testigos sin fertilizar.

Rendimiento con fertilizantes: el del tratamiento fertilizado de mayor rendimiento, que en todos los casos incluía N solo o con P. Este criterio se aplicó en virtud del objetivo de estudiar la máxima res-

Cuadro N° 2: Localización de los lotes donde se realizaron los ensayos.

Localidad	Partido	Productor	Suelo (1)
B.Bca. (Aeropuerto)	Bahía Blanca	Ing. Dardo Muzi	HAPLUSTOL
Cabildo (Criadero ACA)	Bahía Blanca	Ing. Rubén Miranda	HAPLUSTOL
Coronel Falcón	Crel. Pringles	Ing. Osvaldo Bernat	ARGIUSTOL
Tres Picos	Tornquist	Ing. José Navallas	HAPLUSTOL
San Román	Crel. Dorrego	Ing. Jaime Lloret	ARGIUSTOL
San Román	Crel. Dorrego	Sr. Alberto Poggio	ARGIUSTOL

(1) Según Salazar Lea Plaza y otros, 1989).

puesta al N en los suelos de la región, cuya principal limitante es este nutriente, siendo el P de importancia secundaria, subordinado al N (Cantamutto y Möckel, 1988).

Incremento en el rendimiento: diferencia entre rendimiento con fertilizantes y rendimiento sin fertilizantes.

Para los trigos de ciclo largo se tomó al único cultivar interviniente (1980-84), o al promedio de los dos (1985-88). Ello se hizo con el fin de obtener una serie de datos lo más amplia posible (nueve años) representativa de la región. Si bien es posible que existan interacciones que mediante este arreglo son imposibles de detectar, los rendimientos son ciertamente ejemplos de trigos de ciclo largo sobre los cuales prevalecieron las influencias meteorológicas. Por lo tanto, se puede considerar como un criterio conservador en relación a los objetivos del trabajo.

Para los años 1985-88 se realizaron dos grupos, ciclo intermedio y ciclo largo promediándose en cada caso los dos cultivares empleados, por la misma razón apuntada en el párrafo anterior.

La serie 1980-83 fue analizada en forma similar y la información preliminar presentada en Cantamutto *et al.* (1984), con resultados equivalentes a los presentados en el presente trabajo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Para los trigos de ciclo largo en la serie 1980-88 se encontró que las lluvias del período vegetativo estuvieron correlacionadas en forma altamente significativa con los rendimientos sin y con fertilizantes y con la respuesta a la fertilización (Cuadro N° 3). Las lluvias del período reproductivo presentaron un comportamiento dispar ya que no correlacionaron con los rendimientos sin fertilizantes, lo hicieron en forma significativa con

Cuadro N° 3: Efecto de la lluvia en diferentes períodos del ciclo sobre el rendimiento de trigos de ciclo largo con y sin fertilización y sobre el incremento del rendimiento debido a la fertilización (Serie 1980-'88).

Período de lluvias	Lluvias Promedio/ \pm SD	Regresiones sobre rendimiento (kg.ha ⁻¹)		Regresiones sobre incremento de rendimiento (kg.ha ⁻¹)
		Sin fertilizante	Con Fertilizante	
Vegetativo	91.1 \pm 46	$y = 988 + 11x$ R:0.61**	$y = 1106 + 15x$ R:0.68**	$y = 162 + 4x$ R:0.44**
Reproductivo	177 \pm 82	$y = 1565 + 2x$ R:0.28ns	$y = 1592 + 5x$ R:0.39*	$y = 97 + 2x$ R:0.47**
Total	284 \pm 104	$y = 812 + 4x$ R:0.51**	$y = 687 + 6x$ R:0.68**	$y = -75 + 2x$ R:0.52**
Vegetativo + Barb.	145 \pm 62	$y = 1038 + 6x$ R:0.48**	$y = 999 + 10x$ R:0.60**	$y = 31 + 3x$ R:0.49**
Total + Barb.	344 \pm 107	$y = 796 + 4x$ R:0.46**	$y = 472 + 6x$ R:0.62**	$y = -238 + 2x$ R:0.59**
		Rinde prom. = 1971 \pm 825	Rinde prom. = 2450 \pm 1014	

**; * y n.s. = significativo para un nivel de $p = 0,01$; $0,05$ y no significativo, respectivamente.

los rendimientos con fertilizantes y altamente significativa con respuesta a la fertilización. Las lluvias del total del ciclo no mejoraron al ajuste logrado con las del período vegetativo excepto en lo concerniente a incremento en el rendimiento por fertilización.

La adición del posible efecto del barbecho no mejoró sustancialmente las correlaciones, por lo cual resulta poco promisorio incluirlo (Cuadro N° 3). Esto último pudo deberse a que fue estimado por un valor promedio de eficiencia determinado en otra zona de la región pampeana o a que fue efectivamente baja la influencia del barbecho frente al efecto de las lluvias caídas durante el cultivo.

Las regresiones halladas indican que las lluvias del período vegetativo incrementan en $4 \text{ kg.ha}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$ la respuesta a la fertilización (Figura 1).

Si bien las lluvias caídas en el período reproductivo o total del ciclo ajustan aceptablemente con los incrementos debidos a la fertilización, carecen de valor predictivo por ocurrir cuando ya no es posible aplicar fertilizante nitrogenado sólido (urea) sin afectar al cultivo por pisoteo.

En la serie 1985-88 se obtuvieron resultados equiparables para trigos de ciclo intermedio y largo (Cuadro N° 4). Los ajustes logrados fueron mayores, lo que podría deberse a que se trató de un grupo de ensayos más homogéneos, realizados con trigos de alto potencial de rendimiento, en una serie de años más húmedos (Lluvias total del ciclo serie 1980-88 = 284 ± 104 ; 1985-88 = $318 \pm 113 \text{ mm}$).

La inclusión del mes de junio no mejoró el ajuste de las regresiones del período vegetativo o del total del

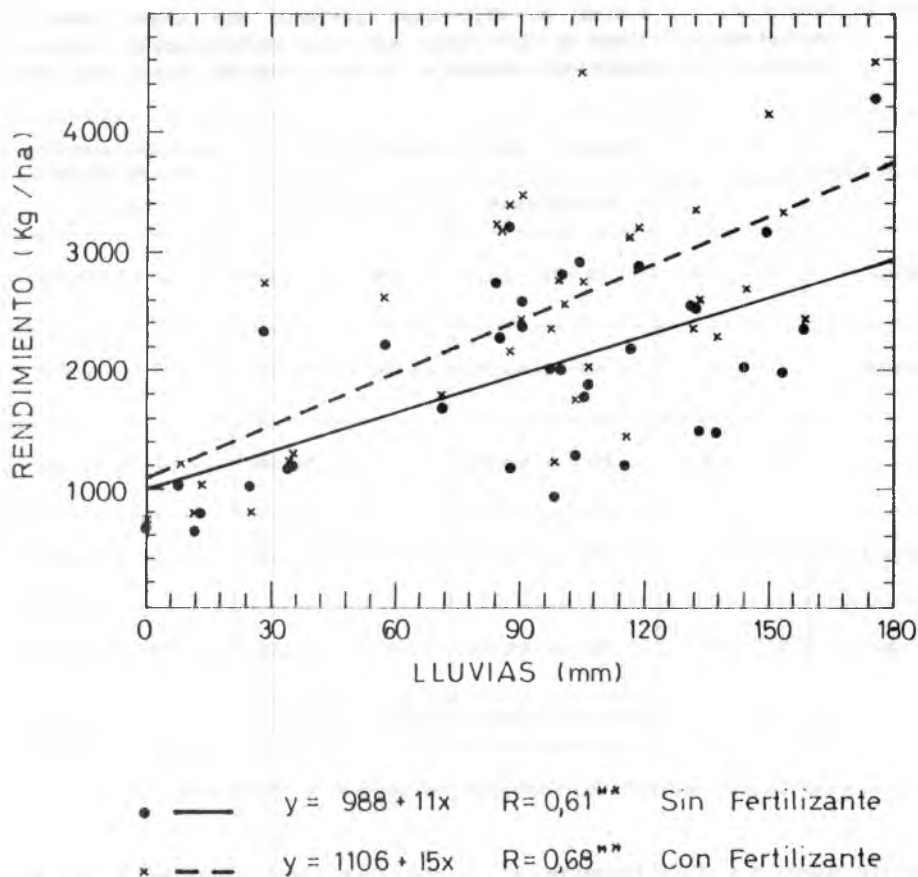


Figura 1: Efecto de las lluvias en el período julio al 10 de setiembre sobre el rendimiento de trigos de ciclo largo con y sin fertilización.

ciclo tanto en la serie 1985-88 (Cuadro N° 4) como en la serie 1980-88 para ciclos largos (datos no mostrados) quedando así descartada la alternativa de incluir a este mes en el índice. Los resultados hallados indican que también para trigos de ciclo intermedios las lluvias del período julio al 10 de setiembre explican en gran medida los rendimientos y la respuesta a la fertilización, que en este caso fue de $6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$ (Cuadro N° 4).

La importancia de las lluvias en el período vegetativo podría deberse a que están ligadas a la definición de los componentes de rendimiento: espigas efectivas $\cdot \text{plantas}^{-1}$ y espiguillas $\cdot \text{espigas}^{-1}$, que en la región de

los ensayos ocurren en coincidencia con el mes de menor precipitación (agosto) cuando reaparece el déficit hídrico (Puricelli *et al.*, 1981). Lluvias apropiadas en ese momento, en que si bien el trigo no tiene una gran demanda hídrica, aumentan el tamaño potencial de la espiga y contribuyen a la definición de un mayor número de tallos fértiles por planta. Contrariamente, en los años en que durante el período vegetativo el trigo enfrenta escasez de agua, el rendimiento potencial se vería afectado por un menor número de espigas $\cdot \text{plantas}^{-1}$ y de espiguillas $\cdot \text{espigas}^{-1}$. En esos casos, lluvias abundantes en la primavera no alcanzarían para compensar la reduc-

Cuadro N° 4: Efecto de las lluvias en diferentes períodos sobre el rendimiento de trigos de diferente ciclo (promedio de dos cultivares) bajo dos situaciones de fertilización (Serie 1985-'88).

Período de Lluvias	Regresiones sobre rendimiento (kg.ha ⁻¹)			
	Ciclo Largo		Ciclo Intermedio	
	Sin fertilizante	Con Fertilizante	Sin fertilizante	Con Fertilizante
Junio + Vegetativo	$y = 1195 + 9x R_{20.70}^{**}$	$y = 1164 + 13x R_{20.670}^{**}$	$y = 1236 + 10x R_{20.70}^{**}$	$y = 1125 + 14x R_{20.70}^{**}$
Vegetativo	$y = 1028 + 12x R_{20.76}^{**}$	$y = 878 + 9x R_{20.77}^{**}$	$y = 982 + 14x R_{20.80}^{**}$	$y = 756 + 20x R_{20.80}^{**}$
Reproductivo	$y = 1425 + 3x R_{20.53}^{**}$	$y = 1205 + 6x R_{20.73}^{**}$	$y = 1250 + 5x R_{20.73}^{**}$	$y = 1190 + 7x R_{20.72}^{**}$
Total ciclo	$y = 982 + 3x R_{20.69}^{**}$	$y = 483 + 6x R_{20.81}^{**}$	$y = 608 + 5x R_{20.87}^{**}$	$y = 296 + 7x R_{20.34}^{**}$
Junio+veget.+barb.	$y = 743 + 9x R_{20.70}^{**}$	$y = 396 + 14x R_{20.73}^{**}$	$y = 750 + 10x R_{20.69}^{**}$	$y = 404 + 15x R_{20.52}^{**}$
Vegetativo + barb.	$y = 505 + 12x R_{20.73}^{**}$	$y = 61 + 19x R_{20.80}^{**}$	$y = 378 + 14x R_{20.77}^{**}$	$y = 131 + 20x R_{20.77}^{**}$
Total ciclo	$y = 877 + 3x R_{20.71}^{**}$	$y = 389 + 6x R_{20.82}^{**}$	$y = 544 + 5x R_{20.88}^{**}$	$y = 201 + 7x R_{20.85}^{**}$

**; * y n.s. = significativo para un nivel de $p = 0,01$; $0,05$ y no significativo, respectivamente.

ción del rendimiento potencial a través de los otros componentes de rendimiento (granos.espigas⁻¹ y peso de granos).

Por otro lado existen evidencias climáticas de que cuando llueve bien en el período vegetativo del trigo, ocurre lo mismo durante la primavera. Estas evidencias emergen del estudio de una serie pluviométrica regional de 40 años de la que surge que en los años en que llovieron más de 80 mm durante julio al 10 de setiembre, en el 80% de los casos las lluvias del resto del ciclo fueron satisfactorias (mayores a 150 mm).

Los resultados hallados indican que para obtener incrementos en los rendimientos del orden de 300 kg.ha⁻¹

(un 15% por encima de la media zonal), debería llover al menos 80 mm durante el período julio al 10 de setiembre, valor coincidente al indicado en el trabajo previo (Cantamutto *et al.*, 1984). En ese trabajo se recomendaba que una vez que se identificaban los lotes con mayor chance de respuesta al nitrógeno, teniendo en cuenta variables edáficas y culturales, se postergara la aplicación de la urea hasta el 10 de setiembre, aplicándola con las mayores posibilidades de respuesta si las lluvias del período 1° de julio al 10 de setiembre superaban los 80 mm (ver anexo).

Tomando los resultados de los 37 ensayos de este trabajo se tiene que, si se hubiera aplicado el fertilizante

Anexo: Guía para la fertilización química de trigos de ciclo largo en el Área Cerealera de Bahía Blanca (1).

Instrucciones: Cada una de las columnas representa situaciones extremas de probabilidad de respuesta al fertilizante obtenidas mediante la cuntificación de tres tipos de parámetros: los derivados del análisis de suelo; los de la historia del potrero y los factores de manejo. Es necesario contar con la mayoría de los datos indicados a fin de aplicar la presente guía y aumentar su confiabilidad. Para cada parámetro se indican rangos en cada una de las columnas. La columna A presenta valores para los que no se ha obtenido respuesta en la zona. Las columnas B y C representan situaciones con probabilidad creciente de respuesta y la chance será mayor en la medida que se obtengan más valores en la columna C.

NUTRIENTE	TIPO DE PARAMETRO	PARAMETRO	A	B	C
Fósforo	Análisis de suelo	P Bray (ppm). 0-20 cm	15 o más	6 - 14	5 ó menos
Nitrógeno	Análisis de suelo	N-NO ₃ húmedo sieabra 0-20 cm (ppm)	30 o más	7.1 - 29.9	7 ó menos
Nitrógeno	Historia del lote últimos 10 años	Alfalfa de más de tres años de duración	Si	No	No
Nitrógeno	Historia del lote últimos 10 años	Vicia del año anterior	Si	No	No
Nitrógeno	Historia del lote últimos 10 años	Roturaciones (cultivos más verdes)	1 - 2	3 - 5	6 ó más
Nitrógeno	Historia del lote últimos 10 años	Trigo sobre trigo (años)	0	1 - 2	3 ó más
Nitrógeno	Historia del lote últimos 10 años	Panza Blanca en años normales (%)	8 - 10	11 - 20	21 ó más
Nitrógeno Fósforo	Factores de manejo	Barbecho (días)	90 ó menos	90 -100	100 ó más
Nitrógeno Fósforo	Factores de manejo	Mantenimiento del barbecho	Malo	Bueno	Buenos
Nitrógeno Fósforo	Historia del lote últimos 10 años	Presencia de "Cebadilla" y "Ray Grass"	Grave	Moderada	Leve
CONSEJO			NO FERTILICE	HAGA PRUEBAS	Para fósforo: FERTILICE (30 kg/ ha de P ₂ O ₅)
			En casos desesables porque el suelo está muy bien provisto de nutrientes. En casos negativos REVEER EL ESQUEMA PRODUCTIVO	MEJORE SU ES- QUEMA DE PRO- DUCCION	Para nitrógeno: COMPRE UREA (25 kg /ha de N) Si: Controló male- zas de hoja ancha, gramíneas, pulgón, etc. y: - El trigo tiene buena calidad de plantas. - Hay menos de 10 ppm de NO ₃ en húmedo a 0-20 cm en fines de ma- collaje. - Lluven más de 80 mm en el per. Jul/Ago/10 Set. APLIQUELA
PROBABILIDAD DE RESPUESTA			Pobre o nula	Moderada	Máxima

sólo cuando las lluvias superaron el umbral de 80 mm en el período julio al 10 de setiembre, se elevaría el porcentaje de casos con respuesta mayor a 300 kg.ha⁻¹ al 73,1% y se habría dejado de aplicar sólo en un 5,6% de casos que respondieron al fertilizante con lluvias menores.

CONCLUSIONES

Los resultados hallados indican que en la región bajo estudio, tanto para trigos de ciclo largo como de ciclo intermedio, las lluvias del período julio al 10 de setiembre ejercen una marcada influencia en la determinación del rendimiento, con coeficientes de determinación R=0,61 a 0,80, según la serie y el ciclo que se analice (Cuadros N° 3 y 4).

Tomando el criterio más conservador (incluyendo en el análisis trigos de bajo potencial de rendimiento), pudo establecerse que por cada milímetro de lluvia en ese período, se incrementa en 4 kg.ha⁻¹ el rendimiento de trigos de ciclo largo. De ello emerge que para obtener incrementos de

un 15% en el rendimiento adjudicables a la práctica de fertilización, deberían llover al menos 80 mm en ese lapso.

Se sugiere postergar la aplicación de N en aquellos lotes en que por su historia cultural y parámetros edáficos se prevee respuesta, hasta el 10 de setiembre. Si para esa fecha han llovido más de 80 mm se podrá fertilizar con mínimo riesgo.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento por la colaboración prestada para la ejecución de los ensayos a las personas que figuran como productores responsables en Materiales y Métodos y a las que de algún u otro modo posibilitaron la obtención de datos experimentales que siguen: Dr. Ramón Rosell, Ings. Agrs. Roberto Martínez, Eloisa Gaido, Armando Junqueiras, Guillermo Gullace, Eduardo Bernat, Liliana Gallez, Liliana Castelli, Marta Miravalles y María Landriscini.

BIBLIOGRAFIA

- 1) BARBERIS, L.; A. NERVI; H. DEL CAMPO; M. CONTI; S. URRICARRIET; J. SIERRA; P. DANIEL; M. VAZQUEZ y D. ZOURARAKIS. 1983a. Análisis de la respuesta del trigo a la fertilización nitrogenada en la Pampa Ondulada y su predicción. X Congreso Argentino y VIII Latinoamericano de la Ciencia del suelo, Mar del Plata. 23 al 28 de octubre de 1983. Actas: 192.
- 2) BARBERIS, L.; A. NERVI; A. SFEIR; P. DANIEL; S. URRICARRIET; M. VAZQUEZ y D. ZOURARAKIS. 1983b. Análisis de la respuesta del trigo a la fertilización nitrogenada en la Pampa Arenosa y su predicción. *Rev. Fac. Agronomía*, 4:325-334.
- 3) BOLTON, F.E. 1981. Optimizing the use of water and nitrogen through soil and crop management. *Plant and Soil*, 58:231-247.
- 4) CANTAMUTTO, M.A.; F.E. MOCKEL; R. ROSELL; R. MARTINEZ y otros. 1984. Posibilidades de respuesta a la fertilización en el Sudoeste Semiárido de la Pcia. de Buenos Aires. Informe técnico de circulación restringida presentado en la Reunión sobre Fertilización organizado por la EEA Bordenave del INTA en Pigüé el 4/5/84.

- 5) CANTAMUTTO, M.A. and F.E. MOCKEL. 1988. Factors conditioning wheat response to nitrogen and phosphorus in the Southern Semiarid Pampas. *Proceedings of International Conference on Dryland Farming*. Amarillo, Texas EE.UU. 15 al 19/VIII/88. P.W. Unger; T.V. Sneed; W.R. Jordan and R. Jensen, editors. *Tex. Agr. Exp. St.*: 439-440.
- 6) CANTAMUTTO, M.A.; F.E. MOCKEL y A.R. VALLATI. 1988. La disponibilidad del agua durante las etapas vegetativas del trigo y su efecto sobre la respuesta a la fertilización. *Semiario sobre el Manejo de Suelos y Cultivo sobre la Economía del uso del Agua*. EEA Bordenave INTA (Programa IICA/BID/PROCISUR) 22 al 25/XI/88. *DIALOGOS* (en prensa).
- 7) FAGIOLI, M. y A.E. BIANCONI. 1977. Fertilización nitrogenada del trigo de siembra temprana en la Región Semiárida Pampeana. *IDIA*, 349-354:13-17.
- 8) 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, 17-19/Octubre/1990. *AIANBA. Actas I*: 226-235.
- 9) LOEWY, T.; J.R. LOPEZ y S.E. GARBINI. 1986. Respuesta varietal del trigo al fertilizante nitrogenado en el SO Bonaerense. I Congreso Nacional del Trigo, Pergamino 6 al 10/X/86. *Actas (1)*:1-9.
- 10) NOVELLO, P.; A. LEGASA y M. PERETTI. 1986. Evaluación conjunta de la fertilización y factores de productividad que explican la variación de los rendimientos en el cultivo de trigo. 1º Congreso Nacional del trigo, Pergamino 6 al 10/X/86. *Actas (3)*:33-349.
- 11) PAOLONI, J.D. y R. VAZQUEZ. 1984. Necesidades teóricas de agua de los cereales de invierno y probabilidad de ocurrencia de la precipitación como base para el balance hídrico. *Anales de Edafología y Agrobiología*, 43(11-12):1545-1556.
- 12) PURICELLI, C.A. 1978. Eficiencia hídrica de los barbechos y sus efectos sobre los rendimientos de los cultivos de trigo en un sector de la región pampeana Argentina. EEA Marcos Juárez INTA. *Informe Téc. N°88*.
- 13) PURICELLI, C.A.; M. MORALES; G. DORADO y J. PAPALARDO. 1981. Estudio de algunos parámetros que caracterizan el clima de Bordenave. *Inf. Tec. N° 25*. EEA INTA Bordenave.
- 14) SALAZAR LEA PLAZA, U.C. y otros. 1989. Mapa de suelos de la Pcia. de Buenos Aires. Escala 1:500.000. S.E.A.G. y R. -INTA (Editores) (525 pgs., 11 mapas).
- 15) WALDREN, R.P. and A.D. FLOWERDAY. 1978. Growth stages and distribution of dry mattes, N.P. and K in winter wheat. *A. Journal*, 71 (3):391-397.