

LAS ESPIGAS DE APARICION TARDIA EN TRIGO: CONDICIONES QUE DETERMINAN SU OCURRENCIA Y CONSECUENCIAS SOBRE EL RENDIMIENTO

J.H. GONZALEZ MONTANER (1) y J.M. MEYNARD (2)

Recibido: 09-05-88

Aceptado: 07-06-89

RESUMEN

Se evaluó la aparición tardía de espigas en el cultivo de trigo, para la subregión triguera II N argentina, discutiéndose las consecuencias sobre el rendimiento y sus componentes.

A estos efectos se utilizaron resultados de ensayos multilocales (5 sitios) durante dos campañas (1982-1983) donde se varió la dosis y el momento de aplicación de nitrógeno.

Se demostró la incidencia de la disponibilidad y el momento de aplicación del nitrógeno sobre la magnitud de este grupo de espigas, en condiciones de sequía en encañazón seguidas por importantes lluvias en prefloración, pudiendo estas representar el 40% de las espigas totales a cosecha.

La contribución de estas espigas sobre el rendimiento se redujo a cerca de la mitad de la ejercida sobre el número de granos por metro cuadrado. Esto se debió a que los pesos de mil granos de este grupo de espigas fueron afectados por altas temperaturas durante su período de llenado, retrasando respecto al primer grupo.

Se destaca el interés para el agrónomo de cuantificar este fenómeno para mejorar las estimaciones de rendimientos y los estudios de fechas de adición de nitrógeno.

Palabras clave: trigo, componentes de rendimiento, número de espigas, fertilización nitrogenada.

LATE-EAR PRODUCTION IN WHEAT: FACTORS DETERMINING THEIR OCURRENCE AND THEIR IMPORTANCE ON WHEAT GRAIN YIELD

SUMMARY

Late ears aparition in wheat for the subregion II N in Argentina, and cosequences on yield and their components were studied.

Multilocal (5 sites) trials during two years (1982-1983) were ussed with differents rates and moments of nitrogen dressing.

Soil nitrogen availability and fertilizer timing of dressing was shown to regulate the amount of this group of ears under dry conditions during stem elongation and satisfactory hidrics conditions before flowering; this group of ears to represent 40% of total ears.

The contribution of this group of ears to yield, was near a half less than the contribution to the number of grain by square meter. This was due to the hight temperatures wich damaged the grains in a late period.

Quantification of this ears must be important for the agronomist wanting to estimate wheat yields or studing timing of nitrogen dressing.

Key words: wheat, yield components, number of ears, nitrogen fertilization.

(1) Cátedra de Cereales. Facultad de Agronomía U.B.A. Avda. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires - Argentina -

AACREA. Corrientes 127 5º (1043) Buenos Aires - Argentina -

(2) Chaire d'Agronomie. Institut National Agronomique Paris Grignon.

16 rue Claude Bernard. (75231) Paris cedex 05. - Francia -

INTRODUCCION

El número de espigas por metro cuadrado en cultivos de trigo queda determinado cuando se produce la floración de los vástagos principales (Thorne, 1973; Biffin et al., 1976; Fisher, 1977; Masle, 1980).

Sin embargo, en otros cereales como la cebada y el arroz se observa con frecuencia la aparición de espigas más tardías (Watson, 1936, citado por Aspinall, 1961; Aspinall, 1961; Gbongué, 1985).

En la Argentina, en la subregión triguera II N, se han observado en ciertos años espigas más pequeñas las cuales no siempre llegan a madurez y podrían ser consecuencia de una encañazón más tardía (Magrín et al., 1983; G. Montaner, observación personal), pero al presente existe escasa información sobre la representatividad de este fenómeno, sus factores determinantes y su contribución al rendimiento.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la generalidad de este grupo de espigas, sus consecuencias sobre el rendimiento para la región citada y estudiar las condiciones que determinan su aparición.

A estos efectos se utilizaron resultados provenientes de experimentos multilocales llevados a cabo durante dos campañas (1982, 1983) que permitieron obtener diferentes situaciones de nutrición hídrica y nitrogenada.

MATERIALES Y METODOS

La región estudiada se sitúa al norte de la Provincia de Buenos Aires y sud de la Provincia de Santa Fe, entre los 33° - 34° latitud sud y 60° 30' longitud W, teniendo como centro la ciudad de Pergamino. Los suelos son argiudoles típicos y argiudoles vérticos, y el clima es subtropical con precipitaciones medias del orden de 900 mm. La confrontación de la evapotranspiración potencial con las precipitaciones muestra una probabilidad del 50% de ocurrencia de un déficit

hídrico entre el fin del macollaje y la encañazón (de Zeljovich et al., 1980.)

El Cuadro N° 1 presenta la caracterización de todos los sitios experimentales, comprendiendo cinco ensayos en 1982 (Ensayos 7 a 11) y cinco ensayos en 1983 (Ensayos 12 a 16) que permitieron contar con variadas condiciones de nutrición hídrica y nitrogenada.

En la figura 1 se detallan las precipitaciones (cada diez días) durante el cultivo para cada sitio y en la figura 2 las temperaturas máximas superiores a 28°C durante el llenado de granos. En todos los sitios elegidos el cultivo antecesor fue el maíz.

En cada sitio descripto se aplicaron tres niveles de nitrógeno según un diseño en bloques completos con tres y cuatro repeticiones en 1982 y 1983 respectivamente:

- (i) Testigo sin nitrógeno (T), 0 kg de N/ha.
- (ii) Fertilización a la siembra (Ns), 50 kg de N/ha.
- (iii) Fertilización a fin de macollaje (Nm), 50 kg de N/ha.

Las fertilizaciones nitrogenadas se realizaron en forma de urea con incorporación a la siembra y al voleo en espiga 1 cm (elcm: altura de 1 cm desde la base del "plateau" de macollaje hasta la espiguilla terminal), el tratamiento Nm no existió en E 11.

El diseño fue en bloques completos con tres repeticiones en 1982 y parcelas de 1 ha, mientras que en 1983 se realizaron cuatro repeticiones utilizándose parcelas de 45 m². Las parcelas experimentales eran de 1 ha en 1982 y 45 m² en 1983.

En floración y en cosecha cinco subparcelas de 0,2 m² fueron tomadas al azar de cada unidad experimental, el número de espigas era contado procediéndose luego al secado del material en estufa a 80°C hasta constancia

Cuadro N° 1: Características de los suelos y precipitaciones de los sitios experimentales.

Año	Número de ensayo	Serie Suelo	C.Total 0-20 cm (%)	C. Lúvico 0-20 cm (%)	N.Total 0-20 cm (%)	P. (K.B.) 0-20 cm (ppm)	Años de Agricultura	Varietal (*)	Fecha de siembra	N. siembra (kg N/ha)	Testigo 0-60 cm	Balance Híd.	Siembra Floración (mm)	Balance Híd.	Floración cosecha
1982	7	Chacabuco	1,70	0,38	0,137	5,5	14	L	12,8	35,5	177	-2			
1982	8	Chacabuco	2,35	0,617	0,200	7,8	5	L	19,8	64,8	167	-89			
1982	9	Pergamino	1,56	0,33	0,127	17,5	7	L	22,7	38,3	123	83			
1982	10	Rojas	1,64	0,33	0,142	8,1	13	L	20,7	14,7	58	-8			
1982	11	Pergamino	1,70	0,35	0,153	12,7	14	CH	22,7	46,8	61	20			
1983	12	Monte Buey	1,80	0,222	0,158	11,5	15	PA	5,7	117,3	60	27			
1983	13	Monte Buey	1,63	-	0,141	10,5	15	L	12,7	44,55	14	22			
1983	14	Chacabuco	1,97	-	0,161	16,1	15	V	18,7	71,6	31	-3			
1983	15	Chacabuco	2,52	0,443	0,160	16,2	14	CH	24,7	72,1	31	24			
1983	16	Hughes	1,98	0,242	0,165	16,5	13	MJ	23,7	56,4	23	111			

(*) CH: Chamaco - Klein; VI: Victoria - INTA; PRE: Pangaré - Buck;
MJ: Marcos Juárez - INTA; L: Leones - INTA

de peso, para evaluar biomasa aérea. Las espigas aparecidas tardíamente fueron estimadas por la diferencia entre el recuento a cosecha y a floración.

En todos los casos el peso de los mil granos se estimó a partir de tres submuestras de 200 granos cada una por parcela; mientras que el número de granos por metro cuadrado se estimó a partir del cociente entre el rendimiento y el peso de un grano.

El rendimiento en 1982 fue obtenido a partir de la cosecha mecánica, mientras que en 1983 la cosecha fue manual; consistiendo esta última en cuatro subparcelas de 0,5 m² cada una por parcela.

Los resultados fueron analizados utilizando el análisis de varianza para el estudio del efecto año y tratamiento.

Las relaciones entre componentes del rendimiento se estudiaron empleando regresiones simples y múltiples (Program STATITCF, 1987).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se observó una interacción tratamiento por año, para la proporción de espigas aparecidas entre floración y cosecha (figura 3). En 1982 las encañazones tardías fueron poco importantes y no superaron en ningún caso

PRECIPITACIONES

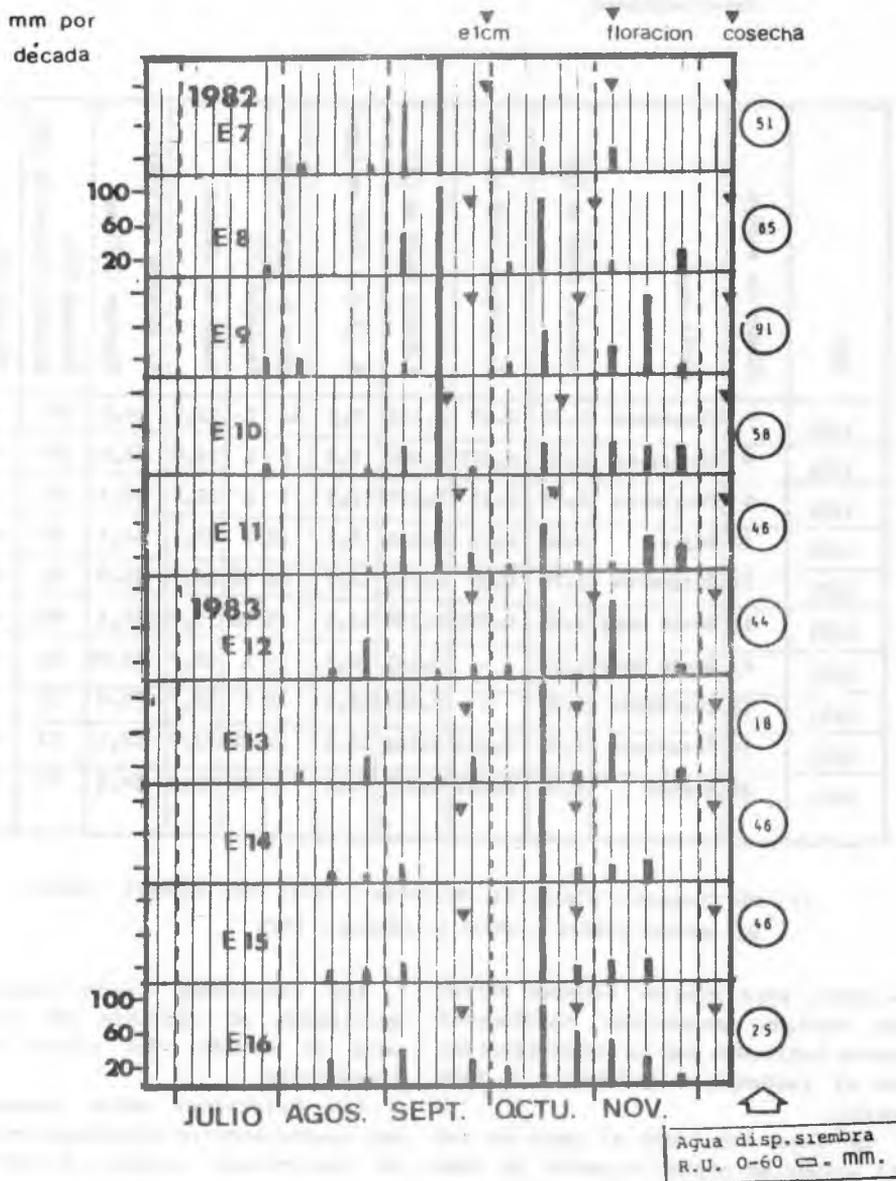


Figura 1: Precipitaciones por décadas para cada sitio.

el 30% de las espigas a cosecha, mientras que en 1983, alrededor de la mitad de los casos sobrepasó el 30% del número final de espigas, observándose principalmente para el tratamiento Nm (E 14, 15 y 16) y sobre el conjunto del ensayo 13. En todos los

casos se obtuvieron mayores porcentajes de espigas tardías sobre los tratamientos Nm comparados con Ns o con los testigos. Las diferencias meteorológicas entre estos años podrían explicar estos resultados.

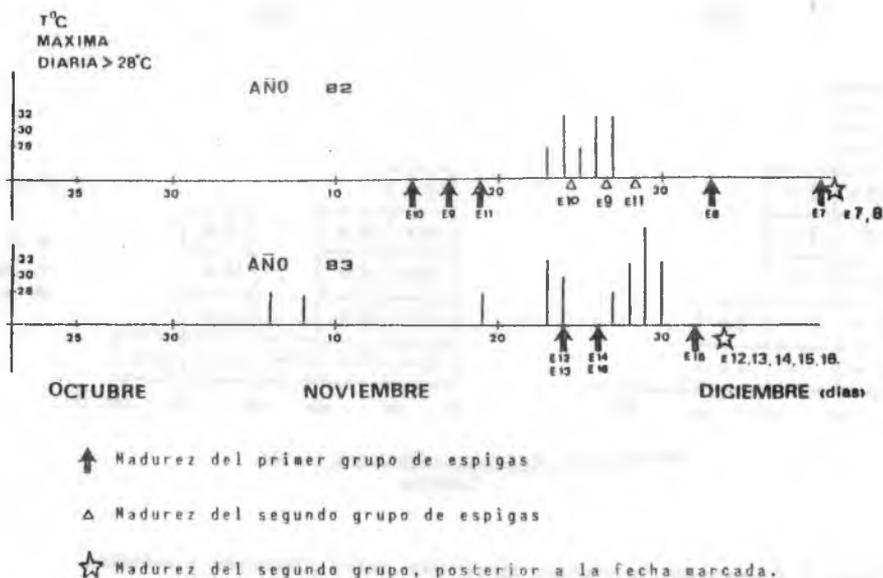


Figura 2: Temperaturas máximas diarias (Estación Pergamino) y fecha de madurez de los distintos grupos de espigas.

En 1982, las reservas en agua del suelo eran importantes a la siembra y la lluvia se había distribuido con adecuada regularidad durante el ciclo con excepción de un período seco al comienzo del macollaje. En tanto que el año 1983 se caracterizó por una baja reserva hídrica a la siembra y algunas lluvias durante el macollaje. El fin del macollaje y el comienzo de la encañazón se desarrollaron en condiciones de déficit hídrico hasta la ocurrencia de lluvias importantes unos quince días previos a floración (figura 1, Cuadro N° 1).

Magrin *et al.* (1985) mostraron que las lluvias acontecidas luego de un período de sequía pueden provocar la encañazón de nuevos macollos. Esto explicaría la mayor proporción de espigas tardías observadas durante 1983. Sin embargo, la aparición de nuevas espigas no tuvo la misma importancia sobre los distintos tratamientos en 1983 (figura 3).

Para cada tratamiento experimental se observa una relación negativa entre el número de espigas presentes a la

floración y el porcentaje de espigas aparecidas posteriormente respecto al total (figura 4).

Estas relaciones son significativas para T y Ns ($P = 5\%$), tendencia que se mantiene para Nm ($P = 10\%$).

Las mismas sugieren que esta segunda encañazón de espigas estuvo parcialmente regulada por la cantidad de espigas ya presentes a través de la competencia entre generaciones de espigas. Un resultado análogo fue obtenido por Fleury y Roncin (citado por Masle, 1980) y Gbongue (1985). Las diferencias en la posición de los tratamientos nitrogenados en la figura 4 muestran que la magnitud del efecto de la competencia entre los grupos de espigas depende del nitrógeno disponible para la población vegetal: para un mismo número de espigas a floración el porcentaje de espigas detectadas con posterioridad fue mayor en caso de adición de nitrógeno y aún más cuanto más reciente fue el aporte.

Estos resultados puestos en evidencia para una red experimental son co-

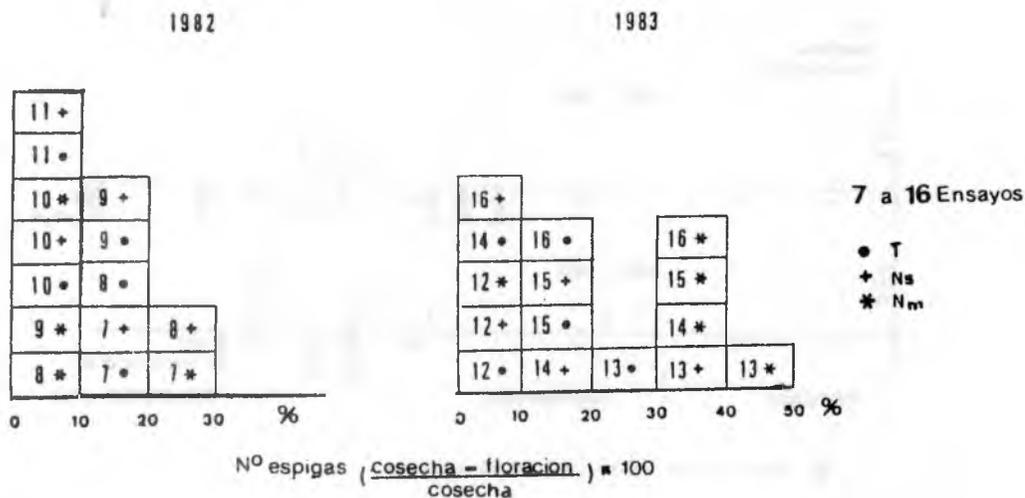


Figura 3: Porcentaje de espigas aparecidas entre floración y cosecha.

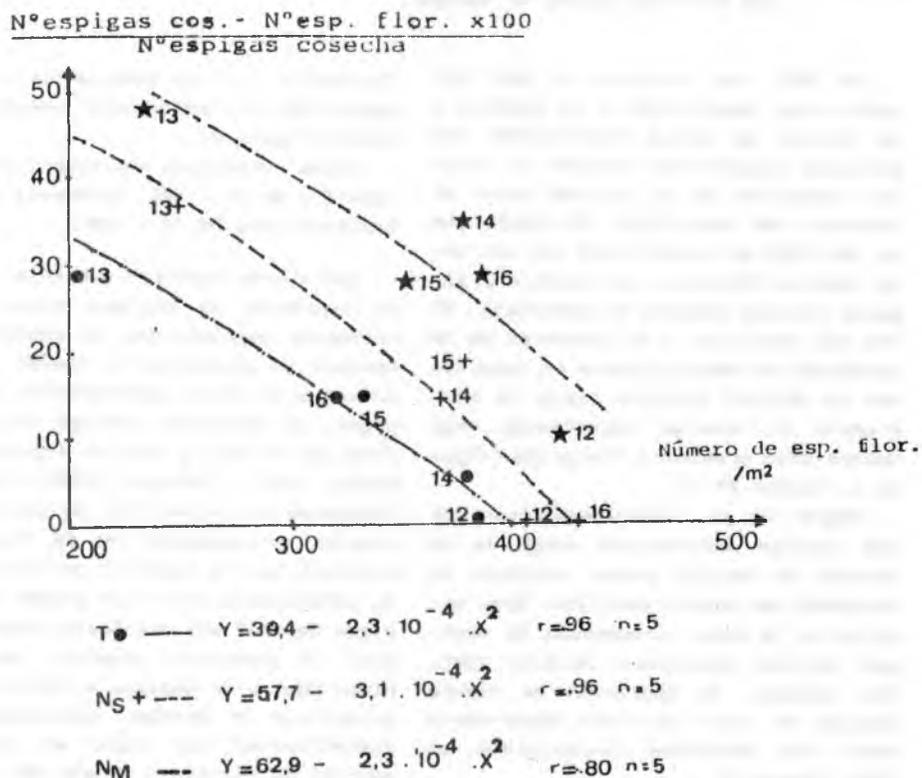


Figura 4: Porcentaje de espigas aparecidas tardíamente en función del número de espigas presentes a la floración.

herentes con otros autores quienes trabajaron en condiciones experimentales más controladas. Magrin et al. (1983), en un estudio llevado a cabo durante dos años en la estación de Pergamino mostraron que a mayores dosis de nitrógeno el porcentaje de espigas inmaduras en el momento de cosecha aumenta. Aspinall (1961), Thorne et al. (1962) y Gbongué (1985), sobre cebada observan que al suprimir el estrés nitrogenado en encañazón tardía se puede inducir la encañazón de un nuevo grupo de espigas. Según estos últimos autores esta tiene origen ya sea en el reinicio del crecimiento de los macollos que habían comenzado su senescencia o en el desarrollo de nuevos macollos.

Resulta claro que en la región estudiada la magnitud de la segunda encañazón de espigas depende de la conjunción del efecto de las lluvias y de la fertilización nitrogenada. Los resultados sugieren que las condiciones de sequía en inicio de encañazón limitaron la utilización del nitrógeno; en tanto que las lluvias en prefloración desbloquearon la condición hídrica que actuaba como limitante, permitiendo aumentar las diferencias entre los diferentes niveles y momentos de adición de nitrógeno ensayados.

Consecuencias sobre la elaboración del rendimiento.

- Número de granos por metro cuadrado

Este componente (NG) puede explicarse para el conjunto de los sitios y tratamientos, a través de una regresión múltiple, tomando como variables explicativas: el número de espigas/m² a la floración (NEf) y el número de espigas/m² aparecidas entre floración y cosecha (NEfc). Las dos variables contribuyen significativamente a la determinación del número de granos.

$$(1) \text{ NG} = 500 + 25 \text{ NEf} + 20 \text{ NEfc}$$

$$\text{P\%}=0,01 \quad \text{P\%}=0,05$$

$$\text{r}^2=0,46 \quad \text{r}^2=0,38$$

$$\text{r} = 0,73; \text{ n} = 29; \text{ P\%} = 1$$

La misma relación analizada para cada año separadamente, muestra que sólo en 1983, estas espigas tardías contribuyeron significativamente a aumentar el número de granos.

$$\text{NG 1982} = 1765 + 23 \text{ NEf} + 15 \text{ NEfc}$$

$$\text{P\%}=2 \quad \text{P\%}=17$$

$$\text{r}^2=0,41 \quad \text{r}^2=0,16$$

$$\text{r} = 0,64; \text{ n} = 14; \text{ P\%} = 5$$

$$\text{NG 1983} = -271 + 26 \text{ NEf} + 23 \text{ NEfc}$$

$$\text{P\%}=0,5 \quad \text{P\%}=0,5$$

$$\text{r}^2=0,48 \quad \text{r}^2=0,48$$

$$\text{r} = 0,77; \text{ n} = 15; \text{ P\%} = 0,5$$

Las diferencias en el número de granos entre los tratamientos Nm y Ns (figura 5) también pudieron interpretarse a través del aporte de la segunda camada de espigas como lo sugiere la siguiente relación, donde las diferencias en el número de granos entre Nm y Ns se expresaron en porcentaje de Ns (% NG m-s/s) así como la diferencia en el porcentaje de número de espigas aparecidas tardíamente en relación con las contabilizadas a cosecha (% NE(c-f/c)m-s/s).

$$\% \text{NG m-s/s} = 0,671 + 0,573 \% \text{NE(c-f/c) m-s/s}$$

$$\text{r} = 0,80; \text{ n} = 9; \text{ P\%} = 1$$

Peso de mil granos

Los pesos de mil granos fueron significativamente menores para el año 1983 (figura 6; análisis de varianza, P% = 0,001).

El efecto años sugiere una posible incidencia de las espigas tardías; por lo que, para comprender el efecto de estas sobre el peso de mil granos, se analizaron las condiciones hídricas y térmicas durante el período de llenado de estos grupos de espigas (Cuadro N° 1 y figura 2).

El déficit hídrico sufrido entre la floración y la cosecha fue poco importante (balance hídrico siempre superior a -20 mm, salvo en ensayo 8 donde el déficit alcanzó los 89 mm; Cuadro N° 1).

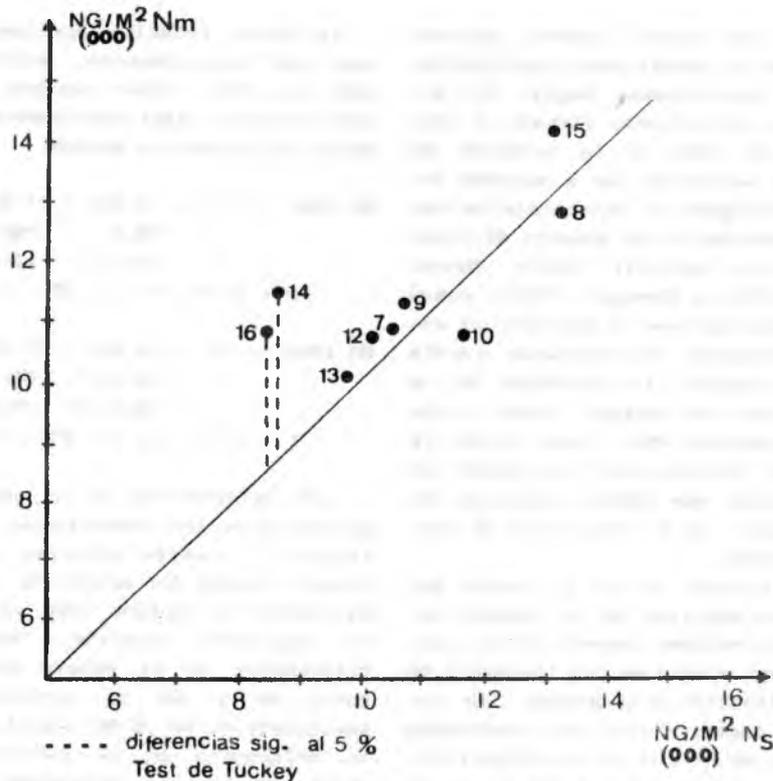


Figura 5: Confrontación entre el número de granos de los tratamientos Ns y Nm.

Por el contrario se detectaron, sobretodo en 1983, temperaturas elevadas, superiores a 28°C, en la última semana de noviembre (figura 2), susceptibles de afectar el peso de mil granos (Geslin y Jonard, 1948; Spiertz, 1977; Bhullar y Jenner, 1985; Amores, et al., 1984).

En la figura 2 yuxtapuesto al gráfico de temperaturas superiores a 28°C, se colocaron las fechas de madurez de las distintas camadas de espigas, a los efectos de poder evaluar el número de días de posible estrés térmico sufrido por cada grupo de espigas de cada ensayo. Puede observarse que el segundo grupo de espigas fue afectado los dos años por las elevadas temperaturas de la tercera década de noviembre.

La intensidad del estrés térmico fue evaluada mediante el número de día durante la fase de llenado donde la

temperatura máxima superó una temperatura base. Para el período de llenado de granos se consideraron los distintos grupos (identificados como 1a y 2a camada) independientemente, ponderando los días de estrés sufridos por la importancia relativa de cada camada.

El número de días con temperaturas superiores a 32°C resultó la variable mejor correlacionada a las variaciones del peso de los granos. La correlación obtenida sugiere que las variaciones del peso de mil granos fueron fundamentalmente debidas a las elevadas temperaturas sufridas por la camada tardía de espigas. Gbongué (1985), observó que las espigas encañadas tardíamente obtuvieron pesos de grano entre un 65 a 98 % inferiores a las de la primera generación, pero este autor no señala causas de este fenómeno. Por el contrario, no hubo efecto significativo del aumento del número de gra-

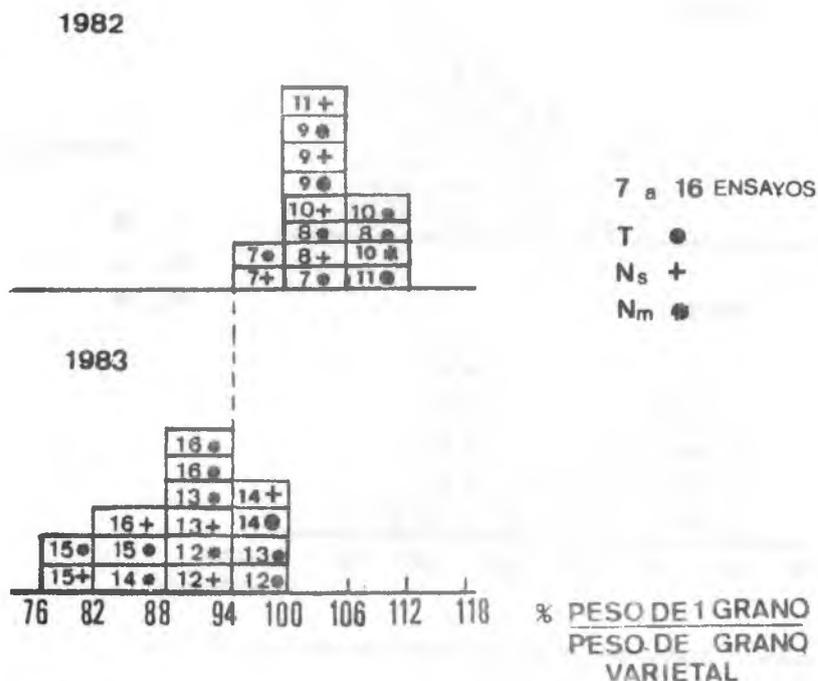


Figura 6: Histograma de los pesos de un grano para los dos años.

nos/m², sobre la caída de los granos (dentro de los límites estudiados, 8.000 a 14.000 granos/m²), probablemente debido a que el estrés térmico en cuestión resultó de mayor importancia. Para el sudoeste de la Pcia. de Buenos Aires, G. Montaner (1988) muestra interacciones negativas entre estos componentes en casos de estrés hídrico postfloración para una similar gama de números de granos/m².

Rendimiento

En la figura 7 se presenta la distribución de los rendimientos obtenidos para cada año.

Nuevamente, como se procedió con el número de granos, se utilizó una regresión múltiple para comprender el aporte de los distintos grupos de espigas al rendimiento (NEf y NEfc).

Rend.kg/ha= 574 + 6,99 NEf + 3,14 NEfc
 P%=0,14 P%=6
 r2=0,39 r2=0,12
 n = 29; r = 0,63; P% = 0,14

El aporte de las espigas del segundo grupo es poco significativo para el conjunto de los años, la estimación relativa de su contribución al rendimiento con respecto a las espigas relevadas en floración fue del 45%, mientras que la contribución relativa de este grupo al número de granos /m² (1) fue del 80%.

Como también se señaló para el número de granos por m², el rendimiento sólo fue significativamente incrementado por las espigas tardías en 1983.

Rend. 1982

kg/ha = 638+7,50 NEf + 3,59 NEfc
 P%=1 P%=27
 r2=0,44 r2=0,10
 n = 14; r = 0,66; P% = 4

Rend, 1983

kg/ha = 42+7,53 NEf + 4,37 NEfc
 P%=0,2 P%=2
 r2=0,57 r2=0,38
 n = 15; r = 0,78; P% = 2

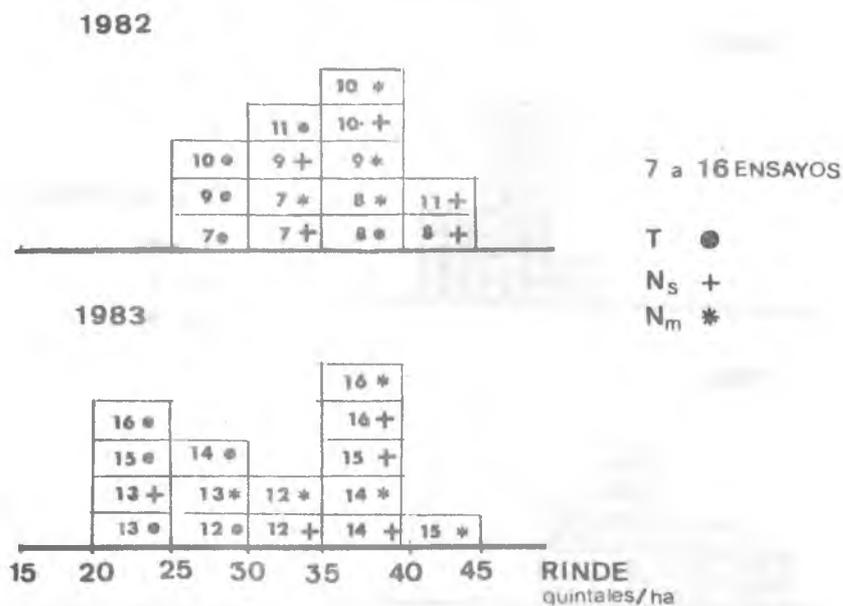


Figura 7: Histograma de los rendimientos para los dos años.

La superioridad en el número de granos/m² de los tratamientos N_m respecto de N_s (E14 y E16; figura 5) tampoco se concretó en aumentos de rendimiento significativos.

Estos resultados sugieren que el aumento del número de espigas aparecidas tardíamente para el conjunto de los tratamientos y en particular para N_m (donde este fenómeno fue más intenso) favoreció el número de granos/m² pero deprimió el peso de los mil granos a causa del estrés térmico citado.

En consecuencia, si bien éstas aportan al rendimiento, su incidencia es de difícil previsión dada la aleatoriedad de las condiciones en las cuales estas espigas se llenan.

CONCLUSIONES

La mayoría de los ensayos mostraron la aparición de espigas tardías en los dos años de estudio, acentuándose en

los casos de sequía en encañazón seguida por lluvias importantes en prefloración, pudiendo representar el 40% de las espigas a cosecha.

El número de granos por metro cuadrado puede aumentar sensiblemente a raíz de la contribución de este grupo de espigas. Sin embargo, el período de llenado de estos destinos se produce en una época del año con mayores probabilidades de temperaturas elevadas, como ocurrió en nuestros ensayos.

En estas condiciones el aumento de rendimiento es sensiblemente inferior al esperado al considerar el incremento del número de granos. Como consecuencia, esta habilidad de adaptarse a la alternancia de condiciones desfavorables y favorables dentro de un mismo ciclo, puesta en evidencia por el cultivo de trigo, resulta de difícil utilización a través de pautas de manejo.

En una región donde la realimentación hídrica en encañazón tardía sea frecuente, es importante para el agrónomo considerar que se puede incurrir

en una subestimación del rendimiento, al evaluarse sólo las espigas presentes en floración si las temperaturas son moderadas durante el llenado de granos. A su vez, la evaluación del número de espigas a cosecha puede sobrestimar el mismo, debido a que no todas contribuyen de igual forma al rendimiento ni tienen la misma sensi-

bilidad en relación a un estrés.

El conocimiento del fenómeno de aparición de espigas tardías se reveló como un elemento importante para el estudio de la elección de las fechas de adición de nitrógeno. Este estudio demostró la incidencia del nitrógeno y del momento en que está disponible sobre los flujos de espigas.

BIBLIOGRAFIA

- 1) AMORES-VERGARA E., and P.M. CARTWRIGHT. 1984. Effects of short periods of exposure to high temperature on the phenology and shoot apex development of wheat cv. Sonora 64. *Aust. J. Agric. Res.*, 35: 139-148.
- 2) ASPINALL, D. 1961. The control of tillering. I- The pattern of tillering and its relations to nutrient supply. *Aust. J. Biol. Sci.*, 14:493-506.
- 3) BHULLAR, S.S. and C.F. JENNER. 1985. Differential responses to high temperatures to starch and nitrogen accumulation in the grain of four cultivars of wheat. *Aust. J. Plant Physiol.*, 12:363-375.
- 4) BOIFFIN, J.; M. SEBILLOTTE et F. COUVREUR. 1976. Indicidence de la simplification du travail du sol sur l'elaboration des rendements du blé et du maïs. In: "Simplification du travail du sol en production cerealiere". I.T.C.F., Paris, 239-280.
- 5) FISCHER, R.A.; J. AGUILAR and D. LAING. 1977. Post-anthesis sink size in a high-yielding dwarf-wheat; yield response to grain number. *Aust. J. Agric. Res.*, 28:165-175.
- 6) GBONGUE, D. 1985. Influence de l'alimentation azotée sur l'elaboration du nombre de grains d'un pouplement d'orge d'hiver (*Hordeum h. L.*). *Thèse INA-PG*, Paris, 266 p.
- 7) GESLIN, H. et J. JONARD. 1948. Maturation du blé et du climat. *Ann. Mat. Alim.* 2:301-371.
- 8) GONZALEZ MONTANER, J.H. 1988. Análisis de los componentes del rendimiento en trigo para determinar los requerimientos en nitrógeno. En *Fisiología de la producción de trigo. IICA. BID. PROCISUR*. (En curso de publicación).
- 9) MAGRIN, G.; C. SENIGAGLIESI y E. FRUTOS. 1983. Análisis de la variación del rendimiento y sus componentes en trigo bajo diferentes densidades de siembra y dosis de fertilizante nitrogenado. *Informe técnico N° 190*, INTA., E.E.R.A. Pergamino, 1-15.
- 10) MAGRIN, G.; E. GUEVARA y G. COCA de GONZALEZ. 1985. Estudios ecofisiológicos del cultivo. *Información N° 85, Carpeta de producción vegetal trigo*, INTA, E.E.R.A. Pergamino, 7:1-4.
- 11) MASLE, J. 1980. L'elaboration du nombre d'épis chez le blé d'hiver. Influence de différentes caractéristiques de la structure du pouplement sur l'utilisation de l'azote et de la lumière. *Thèse, INA-PG*, Paris, 274p.
- 12) THORNE, G.N. 1973. *Physiology of grain yield of wheat and barley*. Rothamsted Exp. *Stn. Rep.* 1973. 2:5-25.
- 13) de ZELJKOVICH, L.T. C.M. REBELLA y A. GOLBERG. 1980. La evapotranspiración potencial en la región de Pergamino, medición y cálculos. IX Reun. Argentina de la Ciencia del Suelo, Paraná, 1980.