

INFLUENCIA DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE LA ESTIMACION DE LOS ESTADOS APICALES DE TRIGO

SILVIA E. LERNER y P.E. ABBATE¹

Recibido: 14-10-91

Aceptado: 13-03-92

RESUMEN

Con el fin de relacionar aspectos externos con cambios en el desarrollo apical, dos cultivares de trigo, Victoria INTA y Leones INTA, se sembraron a razón de 180, 560 y 930 pl/m² en un diseño factorial con tres bloques el 11 y el 19 de agosto de 1988, respectivamente. Las pendientes de las rectas de regresión entre los estados apicales del vástago principal y la suma térmica fueron diferentes entre densidades; a la mayor densidad correspondió la mayor pendiente y menor suma térmica hasta espiguilla terminal. Como consecuencia, el aumento de la densidad de siembra redujo el número de hojas finales del vástago principal. La relación entre el estado apical y el número de hojas expandidas en el vástago principal se modificó con la densidad. En cambio, la relación entre la longitud de las vainas y el estado apical sólo fue diferente entre cultivares. Un modelo para cada cultivar, incluyendo el número de hojas expandidas en relación a las totales, explicó adecuadamente los cambios entre densidades. Dado que en la relación entre estado y largo de vainas se han reportado diferencias entre fechas de siembra, el último modelo mencionado es considerado un mejor estimador del estado apical.

Palabras Clave: densidad, desarrollo, estados apicales, suma térmica, trigo.

INFLUENCE OF DENSITY ON WHEAT APICAL DEVELOPMENT STAGES

SUMMARY

In order to relate external features to apical development stages in wheat, two cultivars (Victoria INTA and Leones INTA) were seeded with three different densities (180, 560 and 930 pl/m²) on a factorial design with three blocks on August 11th and 19th, 1988 respectively. The slopes of the regression lines among main shoot apical stages and thermal sum were different among densities; the higher the density, the higher the slope but the lower the thermal sum until terminal spikelet. As a consequence, the increase in seeding density reduced the number of leaves in the main shoot. The relationship between the apical stage and the number of expanded leaves in main shoot was modified by density. On the contrary, the relationship between sheath length and the apical stage was different only between cultivars. A model for each cultivar, which takes into account the number of expanded leaves in relation to the number of total leaves, adequately explained the changes among densities. This model is considered a better estimator of apical stage, since differences due to seeding dates have been reported in the relationship between stage and sheath length.

Key Words: development, plant density, shoot apical stage, thermal sum, wheat.

¹Cátedra de Cerealicultura, Dpto. de Producción Vegetal. Facultad de Agronomía. UBA. Avda. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires -Argentina

INTRODUCCION

Existe suficiente evidencia que la duración y la tasa de desarrollo ontogénico de trigo dependen fundamentalmente de la temperatura, del fotoperíodo y de la vernalización, aunque hay otros factores que modulan las respuestas a estos factores principales, tales como la intensidad de luz (Friend, 1965; Rahman et al., 1977), la disponibilidad de nutrientes (Whingwiri y Kemp, 1980; Nerson et al., 1990; Frank y Bauer, 1982) y el genotipo (Kirby et al., 1985), entre otros.

Prácticas agronómicas como la aplicación de herbicidas o de fertilizantes sólo darán óptimos resultados si se realizan en estados precisos de desarrollo apical. Por otro lado, los cambios en la ontogenia tienen efectos sobre el crecimiento, principalmente a través de la duración de las etapas fenológicas. Para identificar estos estados se requieren estimaciones precisas y sencillas del desarrollo apical, siendo ventajosa por su simplicidad la utilización de los caracteres externos de la planta.

En la literatura referida a los efectos de la densidad del cultivo sobre el rendimiento y en algunos casos, sobre el crecimiento, no se han detallado suficientemente los efectos sobre el desarrollo. Precisamente, el objetivo de esta comunicación es relacionar algunos aspectos externos con cambios en el desarrollo apical debidos a cambios en la densidad de siembra en dos cultivares de trigo.

MATERIALES Y METODOS

Los cultivares de trigo Victoria INTA y Leones INTA se sembraron en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (latitud 34° 35'S, longitud 56° 29'W, altitud 25 m) el 11/8 y el 19/8/1988, respectivamente, en tres

densidades: 180, 560 y 930 plantas/m².

El diseño experimental fue un factorial con tres bloques completos al azar. Las parcelas consistieron en 7 surcos de 2 m de largo distanciados 0,15 m. A la siembra se fertilizó con 70 kg/ha de fosfato diamónico y en principio de macollaje con 100 kg/ha de urea. En forma periódica se aplicaron riegos y se controlaron las malezas manualmente.

Con el fin de asegurar la precisión de la densidad, las semillas se adhirieron a cintas de papel engomado que se dispusieron en los surcos a 0,01 a 0,02 m de profundidad.

A partir del momento en que las plantas tuvieron dos hojas expuestas, se cosecharon cinco plantas por repetición cada tres días y se contaron los macollos por planta. En los vástagos principales, se contó el número de hojas según la cuantificación morfológica propuesta por Haun (1973) y se midió la longitud de la vaina de la última hoja con lígula expuesta, desde la base de las plantas (el sitio de cambio de color blanco a verde, hasta la lígula). Los vástagos principales fueron disecados y su estado de desarrollo se describió de acuerdo a la escala de Gardner et al. (1985), en la que el estado 3 corresponde a doble cresta (DC) y el 8 a espiguilla terminal (ST). Las observaciones se realizaron con microscopio estereoscópico.

Los datos meteorológicos se tomaron en la estación estándar situada aproximadamente a 300 m del sitio experimental. Se calcularon las sumas térmicas como la suma de los promedios de las temperaturas máximas y mínimas diarias, desde la siembra.

Para analizar los datos se utilizaron modelos de regresión y comparaciones múltiples de rectas de regresión. Las medias se compararon por la mínima diferencia significativa (mds) cuando el análisis de varianza fue significativo. En todos los casos, el nivel de significancia utilizado fue 5%.

"Influencia de la densidad de siembra sobre..."

Cuadro N°1: Efecto de la densidad de siembra y del cultivar sobre la producción de hojas en el vástago principal.

Plantas/m ²	Leones INTA			Victoria INTA		
	180	560	930	180	560	930
Número de hojas totales en el vástago principal	8,5	7,8	7,6	9,2	8,3	8,0
	mds (Cv): 0,44			mds (D): 0,52		
	mds (Cv D): ns					

ns: diferencia no significativa. mds: mínima diferencia significativa (P=0,05). Cv: cultivar, D: densidad.

RESULTADOS

No se encontraron diferencias significativas entre cultivares ni en la suma térmica hasta DC ni tampoco hasta ST (Figura 1). El estado DC en los vástagos principales se produjo a los 425°C (30 días desde la siembra) en Leones INTA y a los 459°C (32 días) en Victoria INTA. El estado ST se produjo a los 654°C (43 días) y a los 676°C (46 días), respectivamente. En cambio, en muestreos cercanos a ST, hubo diferencias significativas en el estado de desarrollo apical entre densidades.

Concomitantemente con la variación en la suma térmica hasta ST observada, a la mayor densidad de siembra le correspondió el menor número de hojas por vástago (Cuadro N°1).

La relación entre los estados apicales (transformados logarítmicamente) y el número de hojas expandidas fue diferente entre densidades. Así, a un mismo número de hojas en el vástago principal, correspondió un estado apical más avanzado cuanto mayor fue la densidad (Figura 2).

Por otra parte, el estado apical en función de la altura de la vaina en el vástago principal, hasta ST, no difirió entre densidades, pero sí entre cultivares (Figura 3). Se estimó que el estado DC se produjo cuando la longitud de la vaina fue 3,3 y 2,9 cm y ST cuando fue de 10,0 y 7,6 cm, en Leones INTA y Victoria INTA respectivamente.

Kirby et al. (1985) propusieron que para cada estado ontogénico existe una relación entre el número de hojas totales y el número de hojas en dicho estado. Teniendo en cuenta esto, los datos se ajustaron mediante la siguiente ecuación, que considera una recta distinta para cada estado:

$$He = a + E (b + c Ht)$$

donde:

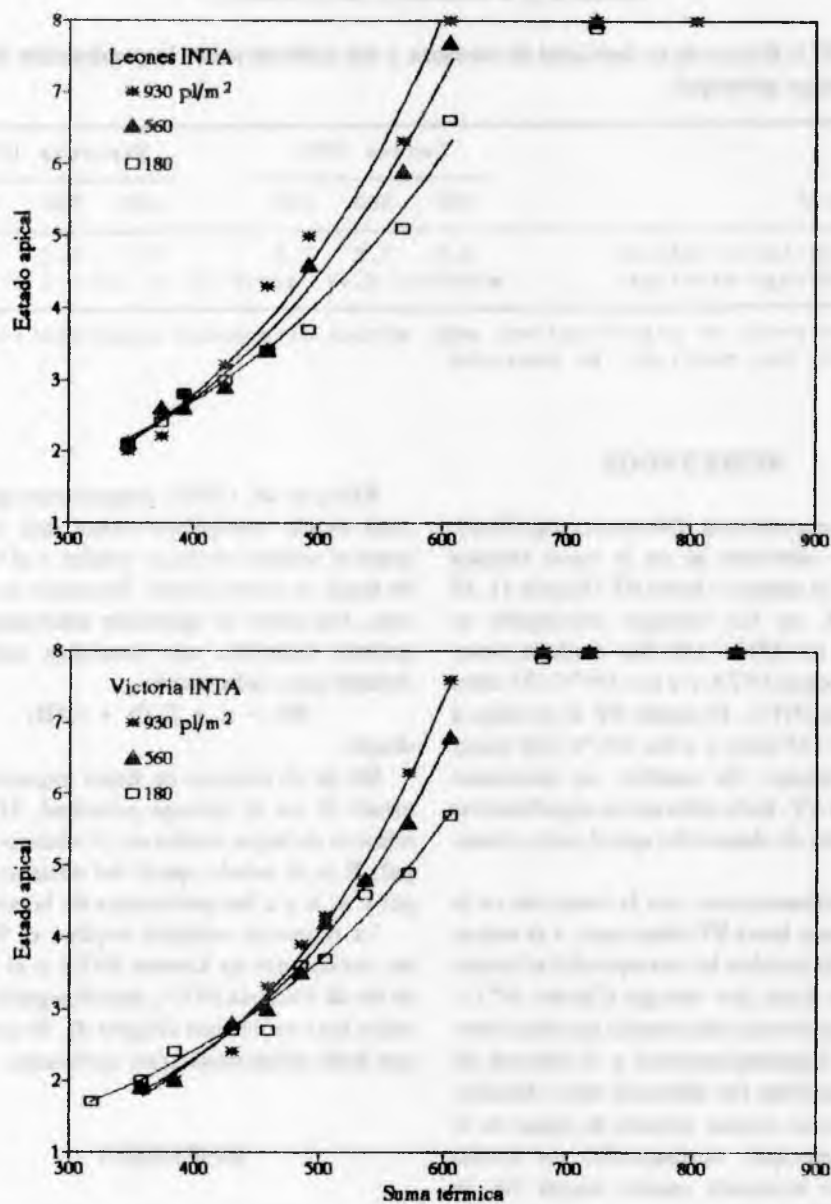
He es el número de hojas expandidas al estado E en el vástago principal, Ht es el número de hojas totales en el vástago principal, E es el estado apical del vástago principal y a, b y c los parámetros de la ecuación.

La regresión múltiple explicó el 95% de las variaciones en Leones INTA y el 96% de las de Victoria INTA, siendo significativos todos los coeficientes (Figura 4). Se encontró que hubo diferencias entre cultivares.

DISCUSIÓN

La posibilidad de estimar el desarrollo a través de caracteres externos fácilmente visibles y cuantificables parece tener algunas limitaciones.

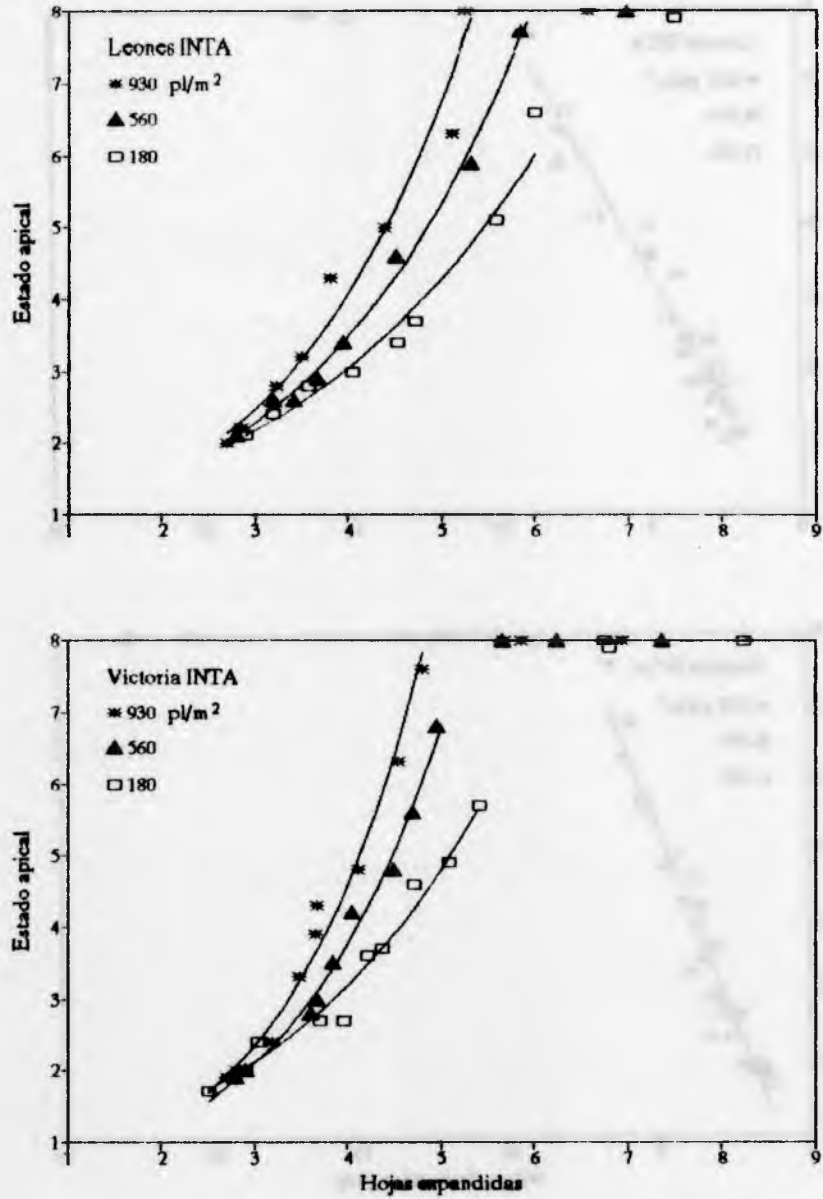
La relación encontrada entre el estado apical y el número de hojas en el vástago principal fue curvilínea (Figura 2) tal como la observada por Lozano et al. (1986). Hubo diferente número de hojas para diferentes



(pl/m ²)	Leones INTA				Victoria INTA			
	a	b	r	gl	a	b	r	gl
180	-0,29	0,0018	0,99	6	-0,36	0,0018	0,99	8
560	-0,41	0,0021	0,99	6	-0,56	0,0023	0,99	7
930	-0,48	0,0023	0,98	6	-0,67	0,0026	0,99	7

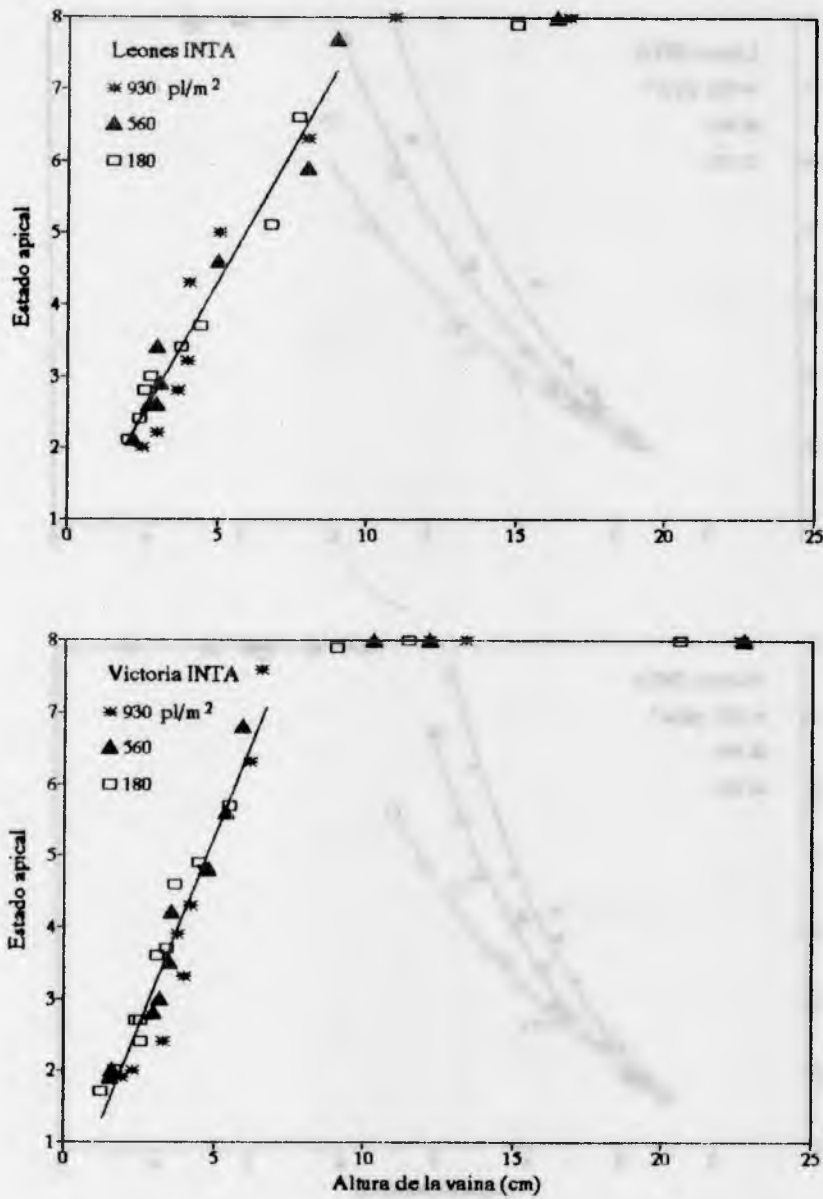
Figura 1: Relación entre los estados de desarrollo apical del vastago principal (y) y la suma térmica desde siembra (x) en Leones INTA y Victoria INTA, $y = 10^{(a+bx)}$

"Influencia de la densidad de siembra sobre..."



(pl/m ²)	Leones INTA				Victoria INTA			
	a	b	r	gl	a	b	r	gl
180	-0,11	0,148	0,99	6	-0,21	0,177	0,99	8
560	-0,20	0,185	0,99	6	-0,44	0,255	0,99	7
930	-0,26	0,219	0,99	6	-0,50	2,290	0,99	7

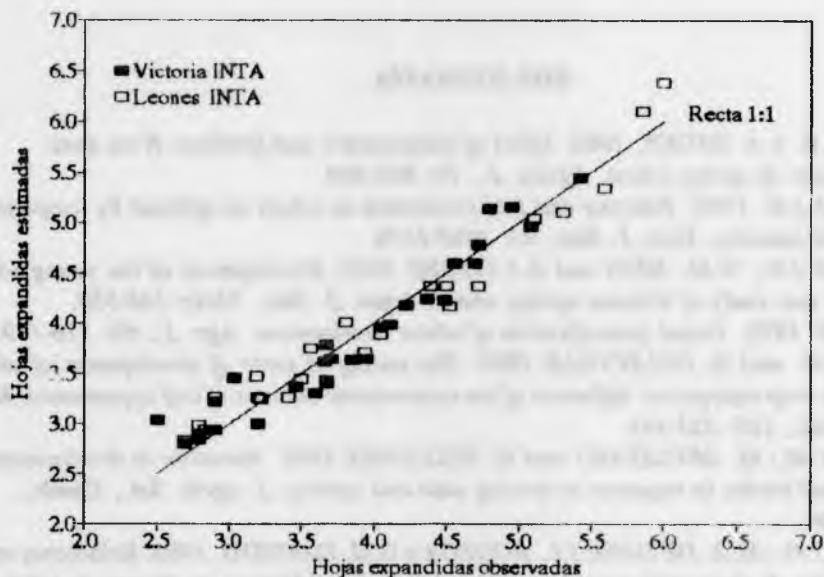
Figura 2: Relación entre los estados ontogénicos (y) y el número de hojas expandidas del vástago principal (x) en Leones INTA y Victoria INTA, $y = 10^{(a+bx)}$



Leones INTA $y = 0,585 + 0,74 x$ ($r=0,97$; $gl=21$) y
 Victoria INTA $y = -0,048 + 1,06 x$ ($r=0,97$; $gl=26$).

Figura 3: Relación entre los estados ontogénicos (y) y la altura de la vaina de la última hoja expandida (x), en el vástago principal.

"Influencia de la densidad de siembra sobre..."



Leones INTA $H_e = 1,81 - (0,95 + 0,19 H_t) E$ ($r=0,98$; $gl=20$) y
 Victoria INTA $H_e = 2,02 - (0,83 + 0,16 H_t) E$ ($r=0,96$; $gl=25$).

Figura 4: Relación entre el número de hojas expandidas observadas (H_o) y el estimado a partir del estado ontogénico (E) y del número de hojas totales (H_t) del vástago principal.

estados ontogénicos al variar la densidad. Kirby et al. (1985); Hay y Delécolle (1989) y Lozano et al. (1986), encontraron resultados similares al variar la fecha de siembra y cultivar.

La relación entre la altura de la vaina y el estado de desarrollo apical fue poco modificada por la densidad de siembra (Figura 3). Sin embargo, debe considerarse que existieron diferencias entre los cultivares. Los valores en DC y ST se encuentran dentro de los rangos encontrados por Tottman y Duval (1978) y Lozano et al. (1986) para cultivares de ciclo semejante. Sin embargo, Kirby et al. (1985) mostraron que la fecha de siembra también modifica dicha relación. Teniendo en cuenta esta limitante, este parámetro externo es apropiado para detectar el estado apical

actual en fechas de siembras y cultivares ya probados.

Los resultados aquí presentados muestran una relación adecuada entre el número final de hojas en cada densidad y el número de hojas en un estado apical dado del vástago principal para cada cultivar (Figura 4). Esto coincide con lo encontrado por Kirby (1985) al modificar la fecha de siembra, pero implica que es necesario conocer el número de hojas totales o en un estado dado y estimar a partir de ese valor el número de hojas en otro estado.

Es importante destacar que aunque las diferencias debidas a la densidad fueron significativas en muchos casos, dichas diferencias podrían obviarse para muchos fines prácticos, ya que el rango de densidades utilizado fue amplio.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) FRANK A.B. y A. BAUER. 1982. *Effect of temperature and fertilizer N on apex development in spring wheat. Agron. J.*, 74: 504-509.
- 2) FRIEND D.J.C. 1965. *Tillering and leaf production in wheat as affected by temperature and light intensity. Can. J. Bot.*, 43: 1063-1076.
- 3) GARDNER J.S.; W.M. HESS and E.J. TRIONE 1985. *Development of the young wheat spike: a sem study of Chinese spring wheat. Amer. J. Bot.*, 72(4): 548-559.
- 4) HAUN J.R. 1973. *Visual quantification of wheat development. Agr. J.*, 65: 116-119.
- 5) HAY R.K.M. and R. DELÉCOLLE 1989. *The setting of rates of development of wheat plants at crop emergence: Influence of the environment on rates of leaf appearance. Ann. appl. Biol.*, 115: 333-341.
- 6) KIRBY E.J.M.; M. APPELYARD and G. FELLOWES 1985. *Variation in development of wheat and barley in response to sowing date and variety. J. agric. Sci., Camb.*, 104:383-396.
- 7) LOZANO C.M.; M.A. DE DIOS; J.L. BODEGA y G.G. GARRIDO. 1986. *Relaciones entre los estados de desarrollo apical y características morfológicas en plantas de trigo. In: Actas del Primer Congreso Nacional de Trigo. Pergamino. III: 24-32.*
- 8) NERSON H.; M. EDELSTEIN and M.J. PINTHUS. 1990. *Effects of N and P nutrition on spike development in spring wheat. Plant and Soil*, 124: 33-37.
- 9) RAHMAN M.S.; J.H. WILSON and Y. AITKEN. 1977. *Determination of spikelet number in wheat. II Effect of varying light level on ear development. Aust. J. Agric. Res.*, 28: 575-581.
- 10) TOTTMAN D.R. and A. DUVAL. 1978. *Leaf sheath length as a guide to apical development and spray timing in winter wheat. In: Proceeding British Crop Protection Conference-Weeds. 143-149.*
- 11) WHINGWIRI E.E. and E. KEMP. 1980. *Spikelet development and grain yield of the wheat ear in response to applied nitrogen. Aust. J. Agric. Res.*, 31: 637-647.