

Diferencias varietales en la emergencia de plántulas de trigo de primavera determinadas por longitud de coleoptilo, temperatura y profundidad de siembra¹

Gastón Favereau Z.², Patricio Parodi P.³, Alfredo San Juan H.⁴ y Raúl Avendaño T.⁵

INTRODUCCION

La producción de trigo en el mundo puede elevarse significativamente con la introducción de variedades semienanas con un alto potencial de rendimiento, capaces de utilizar elevadas dosis de fertilización y con excelente tipo agronómico. En algunas localidades, sin embargo, estas variedades han emergido deficientemente y ha sido posible establecer una relación entre la longitud del coleoptilo y el índice de emergencia. Las variedades con coleoptilos largos emergen mejor y con mayor rapidez, estando los índices de emergencia correlacionados positivamente con el largo del coleoptilo.

El estudio que se presenta a continuación se diseñó para comparar largos de coleoptilo entre líneas de trigo de primavera cuyas plantas adultas presentan diferentes alturas, para de-

terminar si la temperatura y profundidad de siembra modificaban el alargamiento de este órgano, y para establecer si existe una asociación entre la altura de planta adulta, el largo del coleoptilo y el índice de emergencia. Si existiera una relación entre la longitud del coleoptilo y el índice de emergencia sería necesario considerar el largo del primero como criterio de selección y determinar si los factores que influyen en su alargamiento podrían significar alteraciones en la época y profundidad de siembra del germoplasma semienano.

REVISION DE LITERATURA

El largo del coleoptilo ha recibido considerable atención desde que Livers¹ informó que existía asociación entre su longitud y el porcentaje de emergencia en variedades de trigo de invierno bajo condiciones de laboratorio. Este autor demostró que la variedad Blackhull tenía un coleoptilo más largo y más pesado que Westar, variedad de emergencia deficiente. Indicó que la diferencia en vigor del coleoptilo de estas variedades sería responsable de las diferencias en los índices de emergencia.

La falta de vigor de las plántulas semienanas ha dado lugar a varios estudios sobre la herencia del largo del coleoptilo (1) (4) (7) (8)

¹Parte de la tesis presentada por el autor principal como uno de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Católica de Valparaíso.

Recepción manuscrito: 9 de julio de 1968.

²Ingeniero Agrónomo, Corporación de la Reforma Agraria.

³Ingeniero Agrónomo, M. S., Proyecto Trigo, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Profesor Cátedra Investigación Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso. Actualmente, Rockefeller Fellow, Purdue University, Lafayette, Indiana, USA.

⁴Ingeniero Agrónomo, Proyecto Mejoramiento de Plantas Forrajeras, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

⁵Ingeniero Agrónomo, M. S., Proyecto Praderas de Riego y Producción Animal, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Actualmente, Rockefeller Fellow, Purdue University, Lafayette, Indiana, USA.

¹Livers, R. W. 1958. Agron. Abstr. 56.

los que han demostrado que su crecimiento y el de la primera hoja están relacionados con la altura de la planta adulta, según observaciones hechas en cruzamientos entre tipos semienanos y de altura normal. Allan, Vogel y Peterson (3) establecieron una relación estrecha entre bajo vigor de plántula y reducido crecimiento juvenil. Estudios de Allan, Pritchett y Patterson (5) demostraron que la relación positiva entre el crecimiento del coleoptilo, la primera hoja y el tallo dependía de la presencia de germoplasma semienano. Los resultados de dos cruzamientos entre variedades de altura normal indicaron una baja asociación entre vigor de plántula y altura de tallo para este tipo de combinación.

Burleigh *et al.* (6) señalaron que las variedades invernales de altura normal producían, a diferentes profundidades de siembra, coleoptilos más largos que los tipos semienanos. Estos mismos autores observaron una emergencia deficiente en las selecciones semienanas y notaron, además, que estas líneas no emergían tan rápida y uniformemente como las variedades más altas cuando se sembraban a más de 7,6 cm. (3 pulgadas) de profundidad. Allan, Vogel y Peterson (3) demostraron que el crecimiento del coleoptilo de algunas líneas semienanas era más lento, y que su largo total era de sólo $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ del largo de los coleoptilos de variedades invernales de altura normal. Sunderman (10) encontró diferencias significativas en el porcentaje de emergencia y largo de coleoptilo en selecciones de trigo sembradas a tres profundidades bajo condiciones de campo.

Varios autores han demostrado que las temperaturas elevadas reducen el alargamiento del coleoptilo y, en consecuencia, el índice de emergencia. Sunderman (10) encontró diferencias significativas en el alargamiento del coleoptilo de variedades de trigo sembradas en vermiculita a 15,5 y 29,4°C (60 y 85°F). El aumento promedio en el largo de coleoptilo a 15,5°C comparado con la longitud de esta estructura a 29,4°C fue de 47 mm. Kronstad, citado por Burleigh *et al.* (6), demostró que las temperaturas altas reducían el alargamiento del coleoptilo en varias selecciones de trigo invernales. Los mismos autores mencionan información propia no publicada donde encontraron que temperaturas superiores al óptimo reducían el alargamiento del coleoptilo. Estos mismos autores, en una serie de ensayos donde se modificó la temperatura y la profundidad de siembra, demostraron que un nivel de temperatura de 32,2°C (90°F) causaba un alargamiento de coleoptilo subóptima en todas las variedades y selecciones de trigo estudiadas, y que este hecho podía ser causante de una baja emergencia de plántulas.

MATERIAL Y METODO

El material experimental estuvo constituido por cinco variedades y tres líneas de trigos de primavera (Cuadro 1) sometidas a 14 y 24°C de temperatura y sembradas a 5 - 7,5 - 10 cm. de profundidad en diseño de bloques al azar con tres repeticiones en tiempo.

El ensayo se realizó en una cámara de ambiente controlado con un fotoperíodo de 12 horas y una intensidad luminosa de 640 bujías-pie. Cada genotipo se sembró, con el embrión hacia arriba, en bandejas de madera de 0,65 × 0,40 × 0,21 m., 300 semillas por línea. Cada repetición incluyó las 8 líneas. Las bandejas se dividieron en tres secciones para sembrar 100 semillas por cada profundidad. Cada sección se llenó con una capa de suelo base de 10 - 12,5 - 15 cm., respectivamente. Una vez depositada la semilla, se cubrió hasta una altura de 20 cm., dándose así las profundidades de siembra señaladas. Se usó un suelo de textura media, mezclado con arena en proporción de 2:1. Se regó con iguales volúmenes de agua alcanzándose una humedad de suelo óptima con 700 cc. por bandeja y por día para el tratamiento a 14°C, y con 950 cc. por bandeja y por día para el tratamiento a 24°C.

Los registros de emergencia a 14°C se iniciaron 6-8-10 días después de la siembra para las profundidades de 5-7,5-10 cm., respectivamente. Las observaciones se hicieron dos veces al día hasta que el número de plántulas emergidas se estabilizó. Terminados los registros de emergencia se midieron los largos de coleoptilo por línea y profundidad de siembra hasta el milímetro más cercano. El procedimiento seguido a 24°C fue esencialmente idéntico; no

Cuadro 1 — Altura en centímetro y clasificación de los ocho genotipos estudiados.

Nº	GENOTIPO	ALTURA CM. PROMEDIO TRES AÑOS	CLASIFICACION
1	Menflo	122	Alto
2	Vilufén	128	Alto
3	Orofén 60	112	Normal
4	Platifén	108	Normal
5	Collafén	80	Semienano
6	4777 ^a × (Fn-K58/N × Nor 10/B) × Ch-10076-1p-3p-1p-1p	70	Semienano
7	[(908-Fn) ² /4160] × (Yt54-Nor 10/B) × C 14 ^{2*} Ch-7819-2p-1p-3p-5p-1p	55	Enano
8	[(908-Fn) ² /4160] × (Yt54-Nor 10/B) × C 14 ² Ch-7819-2p-1p-3p-9p-1p	56	Enano

*Las líneas experimentales N.os 7 y 8 son diferentes selecciones de un mismo cruzamiento.

obstante, los registros para estas plántulas fueron a los 5-7-9 días después de la siembra, ya que el crecimiento fue más rápido.

Los valores de cada combinación de tratamientos se agruparon, además, según el índice de emergencia (IE) descrito por Allan *et al.* (3), que consiste en establecer el número de días desde que emergen las primeras plántulas hasta que no se observan cambios significativos en la emergencia; se registra simultáneamente el número de plántulas emergidas por día, y se multiplica esta cifra por el número de días ordenados en sentido inverso. Este índice es una estimación relativa, equilibrada, donde aquellas líneas cuyas plántulas emergen con rapidez reciben un mayor valor que las líneas de emergencia lenta.

En el cálculo estadístico se empleó el análisis de variancia para diseño de bloques al azar con arreglo factorial de $8 \times 2 \times 3 \times 3$. Las diferencias fueron estimadas mediante el "Sequential Range Test" de Newman y Keuls, mencionado por Steel and Torrie (9). El diseño experimental de este ensayo se basó en un modelo lineal aditivo fijo, lo que permite que las conclusiones sean sólo pertinentes al material estudiado, y no es estadísticamente posible generalizar acerca de toda la población de variedades de trigo de primavera de diversas alturas y bajo diferentes condiciones ambientales.

RESULTADOS Y DISCUSION

La literatura señala en forma consistente que un aumento de temperatura reduce el largo de coleoptilo y el índice de emergencia de los trigos invernales. Esta reducción se expresa principalmente en el germoplasma semienano cuyos coleoptilos parecen ser, en general, genéticamente más cortos que los de las variedades de altura tradicional.

En la zona central de Chile las variedades de trigo de primavera se siembran principalmente a fines de otoño y principios de invierno cuando las temperaturas del suelo son relativamente bajas. Los trigos de primavera, sin embargo, han demostrado una gran potencialidad de rendimiento al sur de la provincia de Linares sembrados a comienzos de primavera.

Al diseñar este estudio se consideró de interés hacer una comparación entre germoplasma de distintas alturas de planta adulta para determinar la posible influencia de ciertas modificaciones en el medio ambiente sobre el alargamiento de los coleoptilos. Se puso especial énfasis en las observaciones hechas sobre el germoplasma semienano, cuya importancia para la agricultura nacional ya ha sido señalada.

El análisis estadístico, Cuadro 2, demostró diferencias significativas al nivel de 1% para

variedades (o líneas), niveles de temperatura y profundidades de siembra. Se determinaron, además, interacciones significativas al nivel de 1% para variedades \times temperatura y para profundidades de siembra \times temperatura.

Cuadro 2 — Análisis de variancia para largo de coleoptilos.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS
Repeticiones	2	34,28
Varietades	7	638,16**
Temperaturas	1	353,15**
Varietades X Temperatura	7	238,56**
Profundidad de siembra	2	503,96**
Profundidad de siembra X		
Variedad	14	17,34
Profundidad de siembra X		
Temperatura	2	467,57**
Residuo	108	18,77
Total	143	

**Significativo al 1%.

En el Cuadro 3 se señalan los valores promedio de longitud de coleoptilo determinados para este material bajo los diferentes niveles de temperatura y profundidad de siembra. Las dos variedades altas, Vilufén y Menflo, presentaron los coleoptilos más largos dentro de este germoplasma, mientras que los dos genotipos semienanos desarrollaron los coleoptilos significativamente más cortos. Esta información estaría indicando que el germoplasma de primavera ofrecería las mismas características que el material invernal estudiado por Allan *et al.* (3). Sorprendentemente, las dos líneas enanas demostraron tener coleoptilos significativamente más largos que los de Platifén y las dos líneas semienanas.

El efecto de la temperatura sobre el largo del coleoptilo, Cuadro 3, se expresó en un aumento del largo promedio de este órgano al elevar la temperatura en 10°C, aumento que fue significativo de acuerdo a la prueba de Newman y Keuls. Al considerar la interacción variedad por temperatura, Figura 1, se observa que Orofén 60 y Platifén, ambos de altura estándar, alargan comparativamente más sus coleoptilos con el aumento de temperatura. Por el contrario, los dos genotipos enanos tienden a disminuir el largo de esta estructura a 24°C. Las variedades altas, Vilufén y Menflo, y las dos líneas semienanas, interaccionan sólo levemente con el aumento de temperatura, mostrando Menflo y Collafén una leve disminución y, en contraste, Vilufén y la línea semienana N° 6 aumentaron en cierta medida su longitud de coleoptilo.

Cuadro 3 — Comparación de longitud de coleoptilo entre genotipos, temperaturas y profundidades de siembra según el "Sequential Range Test" de Newman y Keuls.

Nº	GENOTIPO	LARGO DE COLEOPTILO MM.
2	Vilufén	61.506 a ¹
1	Menflo	61.350 a
3	Orofén 60	58.115 b
8	[(908-Fn) ² /4160 × (Yt54-Nor 10/B)] × C14 ²	55.311 c
7	[(908-Fn) ² /4160 × (Yt54-Nor 10/B)] × C14 ²	52.343 d
4	Platifén	51.155 e
5	Collafén	47.096 f
6	4777 ³ × (Fn-K58/N × Nor 10/B)	45.978 f

Temperatura	
14°C	51.885 a
24°C	55.018 b

Profundidad de Siembra	
5,0 cm.	49.752 a
7,5 cm.	55.786 b
10,0 cm.	56.900 c

¹Las medias en cada grupo señaladas por la misma letra son estadísticamente iguales al nivel de 5% según Newman y Keuls.

Este efecto de la temperatura sobre la longitud promedio de los coleoptilos del material de primavera analizado difiere radicalmente de la información existente acerca de la acción del mismo factor sobre los coleoptilos de germoplasma invernal (6) (10), donde a mayor temperatura se observaron significativas reducciones en la longitud de esta estructura. Los datos del presente estudio estarían indicando que, en general, este material no tendría problemas de emergencia sembrado bajo condiciones de temperatura elevada, i.e., en primavera. Por el contrario, los dos genotipos de altura estandar mejoraron notoriamente sus IE a mayor temperatura y aun las dos líneas enanas que redujeron el alargamiento de sus coleoptilos mejoraron también sus IE, Cuadro 5. Es importante destacar, sin embargo, que es poco probable encontrar temperaturas del orden de los 24°C a principios de primavera, especialmente en la zona sur, y sería por lo tanto de interés ampliar esta información a otros niveles de temperatura y a un mayor número de genotipos para poder establecer generalizaciones adecuadas.

Por otra parte, el hecho de que ciertos genotipos, los altos y semienanos, interactuaran en forma opuesta con el medio estaría señalando la posible presencia de distintos factores gené-

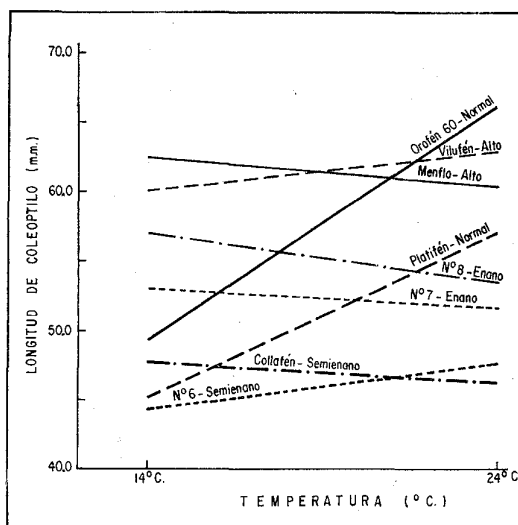


Figura 1 — Interacción variedad por temperatura.

uticos dentro de este germoplasma, y, por lo tanto, la posibilidad de seleccionar para longitud de coleoptilo. Estudios genéticos han demostrado que es posible mejorar la longitud del coleoptilo al combinar los factores apropiados (1) (7). Allan *et al* (2) informaron que el número y tamaño de las células del coleoptilo condicionaban su longitud. Un 25% de la variación en la longitud de este órgano fue atribuida al tamaño de las células y un 75% al número de células. Existe información¹, no obstante, de que la variabilidad en el largo del coleoptilo, aun dentro de germoplasma homocigota, está en parte asociada al tamaño y peso de la semilla y es necesario considerar este factor al intentar seleccionar para este carácter.

Los porcentajes de emergencia a 5-7,5-10 cm. de profundidad para ambas temperaturas se presentan en el Cuadro 4. A 14°C y 10 cm. no hubo emergencia. El coeficiente de correlación entre profundidad de siembra y porcentaje de plántulas emergidas fue de -0.77667 para 14°C y de -0.92878 para 24°C, ambos valores altamente significativos. Esta asociación negativa sugiere la importancia de sembrar a una profundidad adecuada a las posibilidades de alargamiento de los coleoptilos de cada variedad, y señalan además los riesgos de sembrar profundo cuando la temperatura del suelo es baja. Es posible suponer de que en muchas oportunidades se haya atribuido la deficiente emergencia de una variedad a mala germinación de la semilla o a humedad insuficiente, cuando la causa pudo haber estado en una excesiva profundidad de siembra que, interaccio-

¹Parodi, P., y F. L. Patterson. Datos no publicados.

nando con otros factores, impidió que los coleoptilos alcanzaran la superficie del suelo.

El efecto directo de la profundidad de siembra sobre el crecimiento promedio de los coleoptilos de este germoplasma se presenta en el Cuadro 3. Se observa que la longitud promedio de esta estructura aumentó junto con la profundidad de siembra, produciéndose diferencias significativas entre cada profundidad. La efectividad de este alargamiento, sin embargo, fue reducida por el menor número de plántulas emergidas y por la deterioración de los IE.

En relación a la interacción entre profundidad de siembra y temperatura, Figura 2, los valores de longitud de coleoptilo obtenidos para 5 y 7,5 cm. de profundidad no presentaron cambios apreciables al aumentar la temperatura de 14 a 24°C, siendo las curvas correspondientes bastante paralelas. A la profundidad de 10 cm. el aumento en 10°C de temperatura se expresó en un notorio incremento en el largo promedio de coleoptilo de este germoplasma.

En el Cuadro 5 se indican los largos de coleoptilo e IE obtenidos para cada combinación de temperatura y profundidad de siembra, observándose que tal como lo informaran Burleigh *et al.* (6) para trigo de invierno, los más altos IE se obtuvieron a 5 cm. de profundidad para ambas temperaturas. Al considerar individualmente los índices de emergencia de los genotipos estudiados, se encuentra que las variedades altas y normales están asociadas con los valores más elevados. La selección semi-ana N° 6, por su parte, presentó la emergencia más deficiente con un IE por debajo de los

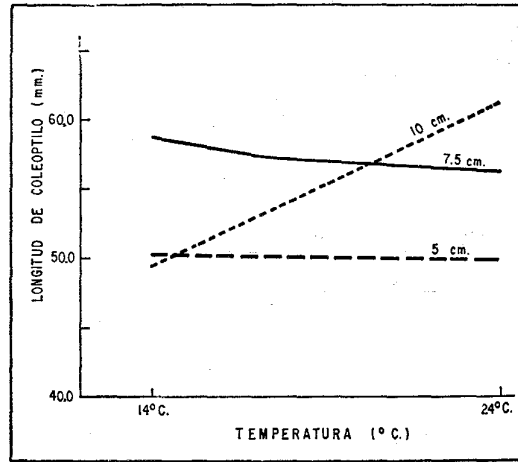


Figura 2 — Interacción profundidad de siembra por temperatura.

dos genotipos enanos. Esto concuerda con la información de Burleigh *et al.* (6), quienes informaron que el germoplasma con coleoptilos largos emerge más rápidamente que aquel caracterizado por coleoptilos cortos. Las variedades de altura estándar producían coleoptilos más largos que los semienanos a todas las profundidades de siembra a 10 y 32°C.

Los IE disminuyeron en más de un 42% al reducir la temperatura de 24 a 14°C, Cuadro 6. Al aumentar la profundidad de siembra los IE experimentaron una notoria disminución, del orden del 66% al nivel inferior de temperatura. A 24°C, sin embargo, el deterioro expresado en los IE al aumentar la profundidad de siembra fue menor, alrededor de un 28% entre

Cuadro 4 — Porcentaje de emergencia de ocho genotipos de trigo a 5-7,5-10 cm. de profundidad de siembra sometidos a 14 y 24°C de temperatura.

		TEMPERATURA											
		14°C						24°C					
		PROFUNDIDAD DE SIEMBRA											
Nº DE GENOTIPO		5 cm.		7,5 cm.		10 cm.		5 cm.		7,5 cm.		10 cm.	
		%	ORDEN	%	ORDEN	%	ORDEN	%	ORDEN	%	ORDEN	%	ORDEN
1		88,0	1	53,6	1	0	—	95,0	1	44,0	8	40,3	6
2		83,3	2	42,0	2	0	—	89,3	7	87,0	1	54,3	3
3		76,0	5	26,6	4	0	—	94,3	3	74,0	4	54,3	3
4		63,6	6	10,0	8	0	—	95,0	1	67,3	5	61,0	1
5		76,3	4	15,0	7	0	—	85,0	8	80,3	2	55,3	2
6		60,6	8	24,6	6	0	—	90,3	6	55,3	7	37,6	7
7		62,0	7	26,6	4	0	—	94,0	4	78,3	3	34,6	8
8		80,0	3	31,3	3	0	—	92,6	5	55,6	6	41,3	5
Prome-	dio	73,725		28,712		0,0		91,937		67,725		47,337	

Cuadro 5 — Valores promedio de largo de coleoptilo (mm.) e índice de emergencia a 5-7,5-10 cm. de profundidad de siembra sometidos a 14 y 24°C de temperatura.

N° DE GENOTIPO	TEMPERATURA											
	14°C						24°C					
	PROFUNDIDAD DE SIEMBRA											
	5 CM.		7,5 CM.		10 CM.		5 CM.		7,5 CM.		10 CM.	
LC	IE	LC	IE	LC*	IE	LC	IE	LC	IE	LC	IE	
1	56,33	1516	66,25	849	64,74	—	53,59	1729	59,25	828	67,94	799
2	56,89	1326	66,89	614	56,33	—	55,41	1638	66,34	1582	67,18	1053
3	50,04	1085	55,01	337	44,10	—	58,46	1668	66,32	1326	74,76	1054
4	45,32	648	51,56	73	38,85	—	50,62	1596	57,40	1150	63,18	1109
5	47,32	1073	54,55	169	41,93	—	41,09	1368	46,68	1310	51,01	941
6	42,21	655	47,91	284	43,01	—	44,30	1446	47,36	785	51,08	482
7	50,68	670	56,63	235	51,90	—	47,84	1498	51,29	1113	55,72	483
8	53,21	984	63,24	104	54,83	—	48,10	1420	53,92	802	58,57	587

LC = Largo de coleoptilo.
 IE = Índice de emergencia.
 LC* = Largo de coleoptilo de plántulas no emergidas.

5 y 7,5 cm., y de un 26% entre 7,5 y 10 cm. Esta información estaría recalando que para este material son especialmente críticas las bajas temperaturas asociadas con profundidades de siembra mayores que 5 cm., condiciones que no son extrañas en la zona central durante la época normal de siembra.

Al estudiar la correlación entre altura de planta madura y largo de coleoptilo a los dos niveles de temperatura y tres profundidades de siembra, Cuadro 7, fue posible determinar una asociación positiva, significativa al 5% a 14°C y 5 cm. de profundidad; el coeficiente de correlación, sin embargo, no fue significativo

Cuadro 6 — Índices de emergencia, expresados en promedio y porcentaje, para cada combinación temperatura-profundidad de siembra, y para temperatura.

VALOR	TEMPERATURA					
	14°C			24°C		
	PROFUNDIDAD DE SIEMBRA CM.					
	5	7,5	10	5	7,5	10
Promedio	994,6	333,10	—	1545,4	1110,80	813,50
Porcentaje	100,0	33,49	—	100,0	71,90	52,64
Porcentaje					100,00	73,23

VALOR	TEMPERATURA	
	14°C	24°C
Promedio	663,85	1156,6
Porcentaje	57,39	100,0

a 14°C y 7,5 cm. A 24°C y a las tres profundidades de siembra esta correlación fue altamente significativa. Estos valores de correlación estarían indicando que, contrariamente a lo informado por Allan, Pritchett y Patterson (5) para trigo de invierno, existiría para estos trigos de primavera, al menos al nivel superior de temperatura, un grado de asociación positivo entre altura de planta madura y longitud de coleoptilo, aun para el material que no lleva germoplasma semienano.

Los coeficientes de correlación entre largo de coleoptilo e IE, Cuadro 8, fueron altamente significativos para todas las combinaciones de temperatura y profundidad de siembra, excepto para la combinación 24°C-7,5 cm., donde la

Cuadro 7 — Correlación entre altura de planta adulta y largo de coleoptilo a dos niveles de temperatura y tres profundidades de siembra.

Altura de planta adulta	TEMPERATURA T.°C	PROFUNDIDAD DE SIEMBRA CM.	LARGO DE COLEOPTILO
	14	14	5,0
7,5			.3733 NS
10,0			—
24	24	5,0	.7326**
		7,5	.7898**
		10,0	.6918**

*Significativo al 5%.
 **Significativo al 1%.

correlación fue significativa al 5%. Livers¹ encontró una asociación similar bajo condiciones de campo, y más tarde Sunderman (10) observó una alta correlación entre largo de coleoptilo determinado en el laboratorio y emergencia bajo condiciones de campo. Allan *et al.* (3) también encontraron que la longitud del coleoptilo estaba correlacionada positivamente con el IE. Los coeficientes de correlación del presente estudio estarían indicando que las variedades de coleoptilos más largos tienen la capacidad de emerger mejor y más rápidamente que las variedades con coleoptilos de menor longitud bajo las condiciones de este ensayo y señalan, además, la necesidad de utilizar el largo de coleoptilo como criterio de selección, de manera de asegurar una adecuada densidad de población, en especial en el germoplasma semi-enano.

Cuadro 8 — Correlación entre longitud de coleoptilo e índice de emergencia a dos niveles de temperatura y tres profundidades de siembra.

	TEMPERATURA T. °C	PROFUNDIDAD DE SIEMBRA CM.	INDICE DE EMERGENCIA
Largo de coleoptilo	14	5,0	.7986**
		7,5	.6424**
		10,0	—
	24	5,0	.8926**
		7,5	.5067*
		10,0	.6090**

*Significativo al 5%.
**Significativo al 1%.

En el Cuadro 9 se indican los coeficientes de correlación entre altura de planta adulta e IE para las distintas combinaciones de temperatura y profundidad de siembra. Los coeficientes de correlación son positivos y altamente significativos para todas las combinaciones excepto para 24°C-7,5 cm., donde la correlación

¹Livers, R. W., 1958. Agron. Abstr. 56.

Cuadro 9 — Correlación entre altura de planta adulta e índice de emergencia a dos niveles de temperatura y tres profundidades de siembra.

	TEMPERATURA T. °C	PROFUNDIDAD DE SIEMBRA CM.	INDICE DE EMERGENCIA
Altura de planta adulta	14	5,0	.6381**
		7,5	.6520**
		10,0	—
	24	5,0	.8400**
		7,5	.4969*
		10,0	.8051**

*Significativo al 5%.
**Significativo al 1%.

es significativa al 5%. Esta información está dentro de lo esperado al considerar los dos grupos de correlaciones discutidos con anterioridad y sirve para dar mayor énfasis a la relación altura de planta adulta-largo de coleoptilo-índice de emergencia.

La información presentada permite señalar que, dentro de este material, el germoplasma semi-enano no sólo presentó los coleoptilos más cortos sino que también interactuó con factores ambientales de acuerdo a su constitución genética. Este hecho ya ha sido discutido en la literatura en relación a material invernal y estaría indicando un aspecto crítico en la formación de variedades de este tipo. La mejor variedad de trigo pierde su eficiencia si su emergencia es pobre. Es importante, en consecuencia, que los programas de mejoramiento de trigo obtengan información respecto al largo de coleoptilo de su germoplasma y, en especial, del material semi-enano. Con la información genética actual es posible predecir que será factible encontrar las combinaciones génicas para seleccionar material con las características sobresalientes del germoplasma semi-enano y, además, coleoptilos largos y vigorosos que aseguren una adecuada emergencia.

RESUMEN

Ocho genotipos de trigo de primavera clasificados en pares según altura de planta adulta como altos, normales, semi-enanos y enanos fueron sometidos a dos niveles de temperatura, 14 y 24°C y tres profundidades de siembra, 5 - 7,5 - 10 cm., para determinar el efecto de estos factores sobre el alargamiento del coleoptilo.

Las dos variedades altas presentaron los coleoptilos más largos, mientras que los genotipos semi-enanos desarrollaron coleoptilos significativamente más cortos que el resto del material. Al elevar la temperatura de 14 a 24°C el largo promedio de esta

estructura aumentó en forma significativa. Ambas variedades normales alargaron comparativamente más sus coleoptilos; un semienano aumentó el largo de su coleoptilo mientras que el otro lo disminuyó cuando se aumentó la temperatura.

Los índices de emergencia (IE) fueron inferiores en un 42% a 14°C. Al aumentar la profundidad de siembra los IE disminuyeron en un 66% a 14°C y entre 26 y 28% a 24°C. Existió una correlación negativa entre el porcentaje de plántulas emergidas y la profundidad de siembra, de -0.77667 a 14°C y de -0.92878 a 24°C. Los mayores IE correspondieron a los genotipos altos y normales. Hubo asociación positiva entre altura de planta adulta a IE, como también entre largo de coleoptilo e IE. Se observó, además, una correlación positiva entre altura de planta adulta y largo de coleoptilo, altamente significativa a 24°C para las tres profundidades de siembra.

SUMMARY

Eight spring wheat genotypes classified in pairs according to mature plant height as tall, standard, semi-dwarf and dwarf, were studied at two levels of temperature, 14 and 24°C, and three depths of planting, 5 - 7.5 - 10 cm., to determine the effect of these factors on coleoptile elongation.

Both tall varieties had the longest coleoptiles, while the semi-dwarfs developed coleoptiles which were significantly the shortest. When the temperature was increased from 14 to 24°C the average length of this structure increased significantly. Both standard varieties elongated their coleoptiles comparatively more; one semi-dwarf increased while the other decreased its coleoptile length when the temperature was raised.

Emergency rate indexes (ERI) were 42% lower at 14°C. When depth of planting was increased the ERI decreased 66% at 14°C, and between 26 and 28% at 24°C. A negative correlation was found between the percent emergence and depth of planting, -0.77667 at 14°C and -0.92878 at 24°C. The tall and standard genotypes had the highest ERI. A positive association was found between mature plant height and ERI, as well as between coleoptile length and ERI. A positive correlation was also found between mature plant height and coleoptile length, highly significant at 24°C for the three depths of planting.

LITERATURA CITADA

1. ALLAN, R. E., O. A. VOGEL, J. R. BURLEIGH and C. J. PETERSON JR. Inheritance of coleoptile length and its association with culm length in four winter wheat crosses. *Crop Sci.* 1 (5): 328-332. 1961.
2. ———, ———, ———. Length and estimated number of coleoptile parenchyma cells of six wheat selections grown at two temperatures. *Crop Sci.* 2 (6): 522-524. 1962.
3. ———, ——— and C. J. PETERSON JR. Seedling emergence rate of fall-sown wheat and its association with plant height and coleoptile length. *Agron. J.* 54 (4): 347-350. 1962.
4. ———, ———. F₂ monosomic analysis of coleoptile and first-leaf development in two series of wheat crosses. *Crop Sci.* 4 (5): 338-339. 1964.
5. ———, J. A. PRITCHET and ANNETTE PATTERSON. Juvenile and adult plant growth relationships in wheat. *Crop Sci.* 8 (2): 176-178. 1968.
6. BURLEIGH, J. R., R. E. ALLAN and O. A. VOGEL. Varietal differences in seedling emergence of winter wheats as influenced by temperature and depth of planting. *Agron. J.* 57 (2): 195-198. 1965.
7. CHOWDHRY, A. R. and R. E. ALLAN. Inheritance of coleoptile length and seedling height and their relation to plant height of four winter wheat crosses. *Crop Sci.* 3 (1): 53-58. 1963.
8. ———, ———. Culm length and differential development of the coleoptile, root, and subcrown internode of near-isogenic wheat lines. *Crop Sci.* 6 (1): 49-51. 1966.
9. STEEL, R. G. D. and J. H. TORRIE. *Principles and Procedures of Statistics.* New York, McGraw-Hill. 1960. 481 p.
10. SUNDERMAN, D. W. Seedling emergence of winter wheats and its association with depth of sowing, coleoptile length and plant height under various conditions. *Agron. J.* 56 (1): 23-25. 1964.