

**EFFECTO DE ALTURA DE PLANTA, DÍAS A FLORACIÓN Y DÍAS  
A MADUREZ SOBRE LA ESTRUCTURA DEL RENDIMIENTO  
DE GRANO EN TRIGO MACARRONERO**

Sergio Cortez Gamboa<sup>1</sup>  
Gaspar Martínez Zambrano<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Alumno de maestría del Departamento de Fitomejoramiento de la UAAAN.

<sup>2</sup>Profesor investigador del Departamento de Fitomejoramiento de la UAAAN

## RESUMEN

Con el objetivo de estudiar el efecto de la altura de la planta y la duración de las etapas vegetativas y reproductiva sobre la composición del rendimiento de grano del trigo macarronero (*Triticum turgidum* L. var. *turgidum*), se evaluaron cuatro grupos de líneas contrastantes en altura y precocidad: bajo precoz, bajo tardío, alto precoz y alto tardío. La investigación se realizó en campo para evaluar la relación de los caracteres: peso hectolítrico, peso de mil granos, altura de planta, días a floración y días a floración con el rendimiento, mediante análisis de varianza, el análisis de correlación y el de coeficientes de sendero. Los resultados revelaron que los grupos precoces acumularon un mayor rendimiento de grano, en comparación a los grupos tardíos, y que no hubo diferencia entre los grupos de altura. Por otro lado, las variables altura de planta, días a floración y madurez, peso hectolítrico y peso de mil granos, se correlacionaron con el rendimiento en forma positiva y significativa; sin embargo, su descomposición analítica a través de coeficientes de sendero mostraron que las variables peso hectolítrico, peso de mil granos y días a floración fueron las que más contribuyeron al rendimiento de grano en los grupos bajo precoz, bajo tardío y alto tardío. En general, las variables que aportaron más al rendimiento de grano en la mayoría de los grupos evaluados fueron peso hectolítrico y peso de mil granos.

**Palabras clave:** *Triticum turgidum* L. var. *turgidum*, coeficientes de sendero precocidad peso hectolítrico, peso de mil granos.

## ABSTRACT

With the aim of studying the effect of plant height and the duration of the vegetative and reproductive stages on the composition of the grain yield of the macaroon wheat (*Triticum turgidum* L var. *turgidum*), four groups of lines contrasting in height and precocity were evaluated under precocious, tardy, highly precocious and highly tardy. A field assay was made to evaluate the relation of the characters: hectoliter weight, weight of one thousand grains, plant height, days to flowering and days to flowering with the yield, by means of an analysis of variance, the correlation analysis, and the path coefficients. The results revealed that the precocious groups accumulated a greater grain yield, in comparison to the tardy groups and that there was no difference between the height groups. On the other hand the variables height of plant, days to flowering and maturity, hectoliter weight and weight of one thousand grains, were correlated with the yield in a positive and significant way; nevertheless, their analytical decomposition through coefficients of variable path showed that the hectoliter weight, weight of one thousand grains and days to flowering, were those that contributed the most to the grain yield in the groups under precocious, tardy and highly tardy. In general, the variables that contributed the most to the grain yield in most of the evaluated groups were hectoliter weight and weight of one thousand grains.

**Key words:** *Triticum turgidum* L var. *turgidum*, path coefficients of precocity hectoliter weight, weight of one thousand grains.

## INTRODUCCIÓN

El rendimiento de grano es el objetivo principal en el mejoramiento del trigo, sin embargo, este carácter es el resultado de la contribución de varios atributos de la planta, los cuales bajo ciertas condiciones agroecológicas, determinan su composición o estructura fenotípica en términos de sus caracteres componentes (Rahman *et al.*, 1977), por lo que al hablar del rendimiento, es necesario también hacerlo de sus componentes y de las correlaciones fenotípicas y genotípicas que entre éstos se establecen como resultado de los efectos que ejercen los atributos morfofisiológicos particulares de la variedad en respuesta a las condiciones agroecológicas bajo las cuales se desarrolla (Blaha and Balzac, 1983).

En general, un mayor rendimiento de grano frecuentemente se asocia con plantas más altas y/o más tardías, o con período de llenado de grano más prolongado (Getachew *et al.* 1991; Jan-Orn *et al.*, 1976); sin embargo, desde el punto de vista teórico, es lógico suponer que el rendimiento en trigo tiene como componentes primarios al número de espigas por metro cuadrado, los granos por espiga y el peso del grano (Rascio *et al.*, 1984); pero cuando las condiciones de cultivo se alejan del óptimo, el rendimiento sufre un abatimiento a través de la modificación no compensatoria de sus componentes primarios, cuyo efecto está fuertemente correlacionado con algunos caracteres morfológicos y procesos fisiológicos, tales como la altura de la planta, la precocidad y la duración del período de llenado del grano (Amin *et al.*, 1990; Guzhov y Komar, 1982).

Por lo anterior, se planteó realizar una investigación con el propósito de estudiar el efecto de la altura de la planta y la duración de los períodos a floración y madurez, sobre

la estructura fenotípica del rendimiento de grano, considerando la hipótesis de que la estructura fenotípica del rendimiento de grano de trigo tiene un comportamiento similar, en cuanto a rendimiento ocasionado por la altura de la planta, los días a la floración y los días a la madurez

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Este trabajo se realizó en las localidades de Celaya Gto., Zaragoza, Coah., y en la sede de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la cual se encuentra localizada a 25° 22' 41" latitud Norte, a una longitud Oeste de 101° 03' 00" y a una altitud de 1,743 m.s.n.m. Las temperaturas mínimas van de -2.5 a -10 °C; las más altas, de 26.4 a 30 °C, con una temperatura media anual de 19.8 °C. La precipitación promedio anual es de 350 a 400 mm; los meses más lluviosos son julio, agosto y septiembre. El foto período medio anual es de 11.99 hr.

Se utilizaron 21 líneas de trigos macarronero, las cuales se agruparon en tres categorías a partir de su longitud del ciclo y altura de planta; además, se incluyó un grupo testigo con cuatro variedades, según se muestra en el cuadro 1.

El experimento se estableció en campo, en la sede de la UAAAN, el 15 de febrero de 1996, y subsecuentemente en las otras dos localidades, en un período menor a 15 días.

El experimento consistió en una parcela para cada material, con cuatro surcos de tres metros de largo, a 30 cm entre ellos, tanto para Buenavista, Coah., como para Zaragoza Coah.; en cambio para Celaya, Gto. fue de cuatro surcos de tres metros de largo, a 20 cm.

**Cuadro 1. Grupos evaluados con su respectivo número de líneas.**

Grupos	Líneas por grupo	Descripción de las líneas
Bajo Precoz (BP)	seis	Andur94-7, Andur94-20, Andur94-78, Andur94-83, Andur94-88, Andur94-92.
Bajo Tardío (BT)	seis	Andur94-8, Andur94-11, Andur94-33, Andur94-70, Andur94-71, Andur94-115.
Alto Precoz (AP)	seis	Andur94-170, Andur94-174, Andur94-190, Andur94-198, Andur94-201, Andur94-222.
Alto Tardío (AT)	tres	Monroe, MRA, Buck Cristal
Testigo	cuatro	Altar 84, Aconchi 89, Yavaros 79, Mexicali 75

Los datos evaluados fueron: rendimiento de grano (RG), altura de planta (AP), días a floración (DF), días a madurez (DM), peso hectolítrico (PHL) y peso de 1000 granos (PMG).

El diseño experimental utilizado fue en parcelas divididas, desbalanceado en bloques completos al azar con tres repeticiones.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + E_{ij}$$

donde

$Y_{ij}$  = Es la variable respuesta

$\mu$  = Media poblacional

$\tau_i$  = efecto de i-esimo tratamiento

$E_{ij}$  = Error experimental (Steel y Torrie 1993)

Se realizaron los análisis de varianza, por localidad, para las variable altura de planta, días a madurez, días a floración, rendimiento de grano, peso hectolítrico y peso de mil granos y combinado, a fin de establecer diferencias entre los grupos de líneas. Además se hizo un análisis de coeficientes de sendero (Wright, 1923), para establecer cómo se integra el rendimiento en cada uno de los grupos de líneas, como una función de sus atributos contrastantes de altura, de duración del período a floración y de madurez.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de varianza para la localidad de Celaya (Cuadro 2), mostraron que hubo diferencias entre grupos para altura de planta y rendimiento. Igualmente hubo diferencias entre variedades dentro de grupos para estas mismas variables. Por otro lado, se aprecia que no hubo diferencias significativas entre grupos y var. (grupo) para días a floración y madurez; es decir, que son similares entre sí y, espigaron en fechas similares, en cada localidad..

**Cuadro 2. Cuadrados medios del análisis de varianza individual, de los grupos de líneas evaluados en la localidad de Celaya, Gto.**

F.V.	gl.	Altura de planta	Días a floración	Días a madurez	Rendimiento
Rep	2	42.57	1.01	0.37	1.17
Grupo	4	6483.32 **	1.84 NS	1.63 NS	1.44 **
Var(Gpo)	20	163.51 **	1.71 NS	0.60 NS	0.89 **
Error	48	14.33	2.06	1.15	0.04
C.V %		4.16	1.94	0.76	8.71

\*\* significativo al 0.01 de probabilidad

El análisis de las diferencias entre las medias de los grupo mostró que, efectivamente, los grupos altos (AP y AT) tuvieron mayor altura que los grupos bajos (BP y BT), según lo muestra el cuadro 3; sin embargo, esta separación de grupos no ocurrió para los caracteres componentes de la precocidad (DF y DM). El grupo de variedades testigo mostró una altura intermedia entre los grupos altos y bajos; en cambio para días a floración y días a madurez, fue similar a los grupos precoces y tardíos.

Para rendimiento de grano, los grupos bajos (BP y BT) mostraron tendencia a rendir menos que los grupos altos, mientras que los precoces, a rendir más que los tardíos aunque, como se estableció anteriormente, no fue posible notar diferencias entre los grupos precoces y tardíos con base a los días a floración y madurez.

Estos resultados de la localidad de Celaya, establecen contradicción con lo encontrado en la literatura científica, en el sentido de que plantas más altas y/o más tardías producen mayor rendimiento (Jan-Orn *et al.*, 1976).

**Cuadro 3. Media general y de grupos de líneas evaluados en la localidad de Celaya, Gto.**

Clase	A. Planta	D. Floración	D. Madurez	Ren. (ton/ha)
Gpo1 (BP)	77.66 cd	74.11 a	140.55 a	3.13 ab
Gpo2 (BT)	76.27 d	73.444 a	140.33 a	3.136 ab
Gpo3 (AP)	106.05 b	73.77 a	140.66 a	3.70 a
Gpo4 (AT)	129.88 a	74.44 a	141.33 a	3.07 b
Gpo5 (Test)	81.25 c	74.00 a	140.83 a	3.65 ab
Media Gral.	90.98	73.89	140.66	3.34
DSH <sub>0.05</sub>	4.07	1.54	1.15	0.58

<sup>1</sup> Medias con la misma letra dentro de columnas, son iguales al 0.05 de probabilidad

En el cuadro 4 se presentan los cuadrados medios de los caracteres evaluados en la localidad de Zaragoza Coah.; en él se muestra que hubo diferencias entre grupos para peso de mil granos, altura de planta y rendimiento de grano; pero no así para peso hectolítrico. En tanto que para var. (grupo), no hubo diferencias significativas, salvo para altura de planta.

**Cuadro 4. Cuadrados medios del análisis de varianza individual de los grupos de líneas evaluados en la localidad de Zaragoza, Coah.**

F. V.	gl	Peso hectolítrico (kg/hl)	Peso de mil granos	Altura de planta	Rendimiento
Repeticiones	2	3.354	14.653	161.333	0.0151
Grupos	4	3.536 NS	121.471 **	829.041 **	1.193 **
Var(Gpo)	20	7.271 **	37.908 **	51.458NS	0.456 **
Error	48	2.655	8.542	92.930	0.164
CV (%)		2.17	7.28	13.05	14.42

\*, \*\* significativo al 0.01 y 0.05 de probabilidad

Las pruebas de medias de grupos mostró en esta localidad, igual que en la de Celaya, que los grupos altos en efecto son de mayor altura que los clasificados como bajos y que este carácter tuvo un efecto marcado sobre el rendimiento. Aun cuando no fue posible obtener datos confiables de los días a floración y a madurez en esta localidad, y por consiguiente establecer diferencias entre los grupos precoces y tardíos, en el cuadro 5 se observa que los grupos contrastantes en precocidad, rindieron sensiblemente igual; en cambio,

los grupos de bajo porte mostraron rendimiento superior a los altos. Este mayor rendimiento de los grupos bajos probablemente se pueda atribuir a una mayor densidad del grano, ya que las medias del peso de mil granos mostraron que los grupos bajos tienen una densidad menor que los altos.

**Cuadro 5. Media general y de grupos de líneas evaluados en la localidad de Zaragoza, Coah.**

Clases	Peso hectolítrico (kg/hl)	Peso de mil granos	Altura de planta	Rendimiento (ton/ha)
Grupo 1 (BP)	75.13 a <sup>1</sup>	38.94 b	69.16 b	2.95 a
Grupo 2 (BT)	74.46 a	37.66 b	70.27 b	3.05 a
Grupo 3 (AP)	75.63 a	43.66 a	75.83 b	2.62 ab
Grupo 4 (AT)	74.95 a	43.11 a	90.55 a	2.28 ab
Grupo 5 (Test.)	74.65 a	38.16 b	70.83 b	2.92 a
Media general	74.99	40.14	73.88	2.81
DSH <sub>0.05</sub>	1.75	3.14	10.38	0.43

<sup>1</sup> medias con la misma letra dentro de columnas, son iguales al 0.05 de probabilidad

En el cuadro 6 se pueden apreciar los cuadrados medios de los caracteres evaluados en la localidad de Buenavista; en él se observan diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de líneas para todas los caracteres; diferencias que se observan también entre variedades dentro de grupos, excepto para rendimiento.

**Cuadro 6. Cuadros medios del análisis de varianza individual de los grupos de líneas evaluados en la localidad de Buenavista, Coah.**

F.V	gl	Peso Hectolítrico	Peso de Mil Granos	Días a Floración	Altura de Planta	Días a Madurez	Rendimiento
Rep.	2	13.67	52.34	86.72	348.44	16.90	0.003
Grupos	4	46.91 **	118.94 **	190.06 **	1701.78 **	19.66 **	0.19 *
Var(Gpo)	22	20.19 **	33.35 **	62.30 **	230.75 **	12.48 **	0.07 NS
Error	121	5.39	14.55	10.50	60.91	5.39	0.07
CV(%)		3.19	10.95	3.69	11.91	1.95	18.37

\*\*12.48 \*\* 5.391.95 0.0030.19 \*0.07 NS0.0718.37

\*, \*\* significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad

**Cuadro 7. Media general y de grupos de líneas evaluados en la localidad de Buenavista, Coah.**

Clases	PHL (kg/hl)	PMG	Días a F	Altura de P	Días a M.	Ren. (ton/ha)
Gpo. 1 (BP)	72.08 bc	34.27 b	86.86 c	61.16 b	118.38 ab	1.54 a
Gpo. 2 (BT)	72.42 ab	33.65 b	89.52 ab	60.65 b	119.42 ab	1.44 ab
Gpo. 3 (AP)	74.08 a	38.09 a	84.28 d	74.03 a	118.00 b	1.55 a
Gpo. 4 (AT)	73.75 ab	35.38 ab	90.61 a	76.61 a	119.77 a	1.33 b
Gpo. 5 (Tes)	70.68 c	32.83 b	88.04 bc	60.33 b	118.08 ab	1.45 ab
Media Gral.	72.57	34.82	87.66	65.49	118.70	1.48
DSH0.05	173.1	2.84	2.41	5.81	1.73	0.20

<sup>1</sup> medias con la misma letra son iguales al 0.05 de probabilidad

Las pruebas de medias (Cuadro 7) mostraron que en la localidad de Buenavista, los grupos bajos rindieron ligeramente más que los altos, y los precoces más que los tardíos. Como en las localidades anteriores, no fue posible establecer diferencias entre grupos con base en los componentes de la precocidad; en cambio, hubo una diferencia de poco más de 15 cm entre los grupos altos y bajos

### **Análisis de varianza combinado**

Los cuadrados medios del análisis de varianza combinado se presentan en el cuadro 8, en el que se hace mención al peso hectolítrico, que para las fuentes de variación, localidades, grupos y localidades por variedades dentro de los grupos, presentaron significancia; y alta significancia para todas las variables estudiadas; no así para repeticiones

**Cuadro 8. Concentración de los cuadrados medios del análisis combinado<sup>1</sup> de las localidades de Celaya, Gto., y de Buenavista y Zaragoza, Coah.**

F.V	gl	PHL	PMG	D.F	A.P	D.M	Rendimiento
Loc	2	145.85 **	728.89 **	4738.11 **	10853.46 **	12070.11 **	21.16 **
Rep/Loc	6	8.50 *	22.44 NS	38.21 **	138.60 *	5.97 NS	0.07 NS
Gpos	4	44.96 **	244.57 **	172.59 **	6779.03 **	12.60 *	0.27 **
LocXGpos	8	6.21 NS	11.19 NS	48.32 **	749.13 **	13.87 **	0.11 **
LocXVar/Gpo	60	11.28 **	27.67 **	20.11 **	116.13 **	5.39 *	0.07 **
Error	244	4.49	12.87	8.37	65.03	4.02	0.04
c.v %		2.89	9.80	3.48	10.90	1.59	11.26

<sup>1</sup> El número de localidades no fue la misma para todas las variables en cuestión; así que los grados de libertad son diferentes para cada variable, como se indica en el cuadro.

dentro de localidades y la interacción de localidades por grupos, donde para peso hectolítrico, peso de mil granos, días a madurez y rendimiento no existió significancia, con un coeficiente de variación que va desde 1.59 hasta 11.26 %.

La concentración de las pruebas de rango múltiple y la media general de los cinco grupos se puede apreciar en el cuadro 9, en donde se muestra que el peso hectolítrico fue mayor para los grupos altos, probablemente como una expresión adicional de mayor producción de biomasa, con una media general de 73.38, y una diferencia significativa honesta de Tukey de 1.28.

**Cuadro 9. Concentración de las pruebas de medias de rango múltiple<sup>1</sup> para los cinco grupos del análisis de varianza combinado de las localidades de Celaya, Gto., Buenavista A y B, y Zaragoza, Coah.**

Clases	PHL (ha)	PMG	D.F	A.P	D.M	Rento	( t o n / ha)
Gpo 1 (BP)	73.10 bc	35.83 bc	82.61 c	67.29 c	125.77	ab	1.82 a
Gpo 2 (BT)	72.96 bc	34.75 c	84.89 ab	66.59 c	126.44	ab	1.76 a
Gpo 3 (AP)	74.61 a	39.85 a	80.44 d	82.11 b	125.61	b	1.85 a
Gpo 4 (AT)	74.15 ab	37.96 ab	85.22 a	93.41 a	126.96	a	1.65 b
Gpo 5 (Test)	72.00 c	34.61 c	83.33 bc	68.18 c	125.66	b	1.82 a
M. gral.	73.38	36.60	83.03	73.96	126.02	1.79	
DSH Tukey	1.28	2.17	1.75	4.22	1.21	0.10	

<sup>1</sup> El número de localidades no fue la misma para todas las variables en cuestión, como se indica en el cuadro 10.

Para el peso de mil granos se puede apreciar que los grupos altos son más pesados que los bajos, con una media general de 36.60. Respecto a los días a floración existe una

marcada diferencia entre los grupos precoces en comparación con los tardíos, según se aprecia en la media general, que para este caso es de 83.03 días. En la variable altura de planta, se aprecia que efectivamente existe una marcada diferencia entre los grupos clasificados como bajos y altos. En cuanto a la variable días a madurez, se observa un comportamiento similar a los días de floración; sin embargo, la diferencia no fue muy marcada entre los grupos precoces y tardíos, que fue de aproximadamente un día para llegar a la madurez, con una diferencia a traslaparse, y con una media general de 126.02 días.

Se puede apreciar que el rendimiento, para los grupos precoces fue mayor que para los tardíos; sin embargo, siendo más detallistas, dentro de los bajos, el grupo precoz rebasó al tardío en términos generales; sucedió lo mismo en los grupos altos, donde el precoz también rebasó al tardío; la media general para este caso fue de 1.79 Ton/Ha, y la diferencia significativa honesta de 0.10.

## **Análisis de coeficientes de sendero de los caracteres terminales del desarrollo**

En lo que concierne al coeficiente de sendero para el grupo bajo precoz, el cual se encuentra en el cuadro 10, se observa que contribuyó más al rendimiento de grano, con un efecto directo positivo (7.2813) del peso hectolítrico, a pesar de mantener una correlación baja, la cual fue de 0.4317, lo que quizá se deba a los efectos directos negativos de las variables peso de mil granos, días a floración, días a madurez y altura de planta; el otro efecto directo importante que se presentó, pero negativo, fue el de peso de

mil granos, el cual fue de  $-4.1874$ , con una correlación bastante baja de  $0.1519$ , lo que quizá se debió al efecto indirecto positivo del peso hectolítrico, que fue de  $6.5625$ ; otro efecto directo destacado pero negativo sobre el rendimiento de grano, fue el de altura de planta ( $-2.1176$ ) con su respectiva correlación negativa muy pequeña de  $-0.0658\%$ , el cual pudo deberse al efecto indirecto positivo a través de peso hectolítrico ( $5.0776$ ), mientras que el residual fue muy bajo, lo cual quiere decir que quizá no existan otras variables que contribuyan al rendimiento de grano.

En el cuadro 11 se presenta el análisis de sendero para el grupo bajo tardío, en el cual se aprecia que el peso de mil granos presentó un efecto directo positivo sobre el rendimiento de grano de  $3.6429$ , con su respectiva correlación, la cual fue de  $0.4366$ ; esta correlación un tanto baja quizá se deba a los dos efectos indirectos negativos a través de días a madurez y altura de planta las cuales fueron de  $-0.8002$  y de  $-2.8145$ , respectivamente; el efecto de altura de planta fue negativo sobre el rendimiento de grano, el cual resultó de  $-3.5152$ , con su respectiva correlación de  $0.5630$ , lo cual pudo deberse al efecto grande positivo que existió a través de peso de mil granos; el otro efecto directo negativo relativamente importante sobre el rendimiento de grano, fue el de días a madurez, el cual resultó de  $-2.6514$ , con una correlación negativa baja de  $-0.2782$ ; el efecto directo positivo sobre el rendimiento de grano del peso hectolítrico fue de  $1.5726$ , con una correlación positiva de  $0.6230$  y, por último, la variable que contribuyó menos al rendimiento de grano fue días a floración, con un efecto directo positivo de  $0.8601$ . El efecto residual de este análisis de sendero fue bajo de  $0.0117$ , lo cual indica que, quizá, ya no existen otras variables que contribuyan al rendimiento de grano.

En el cuadro 12 se presenta el análisis de sendero para el grupo alto precoz, en el cual se aprecia que el peso de mil granos presentó un efecto directo positivo sobre el rendimiento de grano de 2.1578, cuya correlación es de 0.7031, esto, quizá, debido a los tres efectos indirectos negativos de -0.1134, -0.0733 y -1.2977 a través de días a floración, días a madurez y altura de planta, respectivamente; el otro efecto directo negativo de -1.4854, el cual corresponde a altura de planta, con una correlación positiva de 0.2692, quizá se deba, en gran medida, al efecto indirecto alto y positivo a través de peso de mil granos, que fue de 1.8932. El factor residual para este análisis fue de cero, lo cual indica que ya no existen más variables que expliquen la integración del rendimiento de grano.

El análisis de sendero para el grupo alto tardío se puede apreciar en el cuadro 13, el cual indica que los días a floración presentaron un efecto directo alto negativo sobre el rendimiento de grano, que fue de -0.7084, y una correlación negativa de -0.5879, debido, quizá, al efecto indirecto positivo de días a madurez a través de días a floración, el cual fue de 0.6596. El otro efecto directo positivo que se observa en este cuadro es días a floración sobre el rendimiento de grano (0.6645), con una correlación negativa de -0.6817, lo cual quizá se deba al efecto indirecto negativo de días a madurez. Así mismo, se hace mención al factor residual, que para este análisis fue de cero, lo cual indica que no existen más variables que puedan explicar la integración del rendimiento.

El último de los análisis de sendero es el de los testigos comerciales, que se puede apreciar en el cuadro 14, en donde el peso hectolítrico presentó un efecto directo positivo alto de 0.9057 con su respectiva correlación, la cual fue de 0.9934; esto quizá se deba a los efectos indirectos positivos a través de días a floración y peso de mil granos con (0.2852) y (0.0130), respectivamente. El otro efecto directo positivo sobre el

rendimiento fue el de días a floración, con un efecto directo positivo de 0.3641, con su respectiva correlación de 0.8477, lo cual quizá se deba al efecto indirecto positivo bastante alto a través de peso hectolítrico que fue de 0.7094.

Para los caracteres terminales, se puede decir que las variables que aportaron más al rendimiento de grano en los cinco grupos con efectos directos e indirectos, fueron peso hectolítrico y peso de mil granos, con un efecto directo positivo de 7.2813 y 0.9057 en los grupos uno y cinco; para el peso de mil granos, con efectos directos e indirectos de 3.6429, 2.1578 y 6.5625 a través de peso hectolítrico y correlaciones de 0.4366, 0.7031 y 0.1519, en los grupos dos, tres y uno.

**Cuadro 10. Análisis de coeficiente de sendero para el grupo bajo precoz, presentando los valores fenotípicos de cinco caracteres con relación al rendimiento de grano en trigo duro.**

	Peso hl	Peso de mil granos	Días a floración	Días a madurez de planta	Altura de planta	Rendimiento de grano
P.H.L	<u>7.2813</u>	-3.7741	-1.3116	-0.2873	-1.4767	0.4317
P.M.G	6.5625	<u>-4.1874</u>	-0.9625	-0.1289	-1.1317	0.1519
D. floración	-5.3462	2.2564	<u>1.7863</u>	-0.5918	1.5877	-0.3076
D. madurez	1.2779	-0.3298	0.6458	<u>-1.6370</u>	0.7133	0.6703
A. planta	5.0776	-2.2379	-1.3393	0.5514	<u>-2.1176</u>	-0.0658

Los valores subrayados en la diagonal representan los efectos directos.

Factor residual = 0.0196

P.H.L= Peso hecolítrico; P.M.G= Peso de mil granos; D. Floración = Días a floración; D. Madurez = Días a madurez; A. Planta = Altura de planta

**Cuadro 11. Análisis de coeficiente de sendero para el grupo bajo tardío, presentando los valores fenotípicos de cinco caracteres con relación al rendimiento de grano en trigo duro.**

	Peso hl	Peso 1000 granos	Días a floración	Días a madurez	Altura de planta	Rendimiento de grano
P.H.L	<u>1.5776</u>	0.2765	-0.4607	0.7535	-1.5189	0.6230
P.M.G	0.1194	<u>3.6429</u>	0.2891	-0.8002	-2.8145	0.4366
D. floración	-0.8424	1.2244	<u>0.8601</u>	-2.4799	0.8550	-0.3828
D. madurez	-0.4469	1.0995	0.8044	<u>-2.6514</u>	0.9161	-0.2782
A. planta	0.6795	2.9168	-0.2092	0.6910	<u>-3.5152</u>	0.5630

Los valores subrayados en la diagonal representan los efectos directos.

Factor residual = 0.0117

P.H.L= Peso hecolítrico; P.M.G= Peso de mil granos; D. Floración = Días a floración; D. madurez = Días a madurez; A. Planta = Altura de planta

**Cuadro 12. Análisis de coeficiente de sendero para el grupo alto precoz, presentando los valores fenotípicos de cinco caracteres con relación al rendimiento de grano en trigo duro.**

	Peso hl	Peso 1000 granos	Días a floración	Días a madurez	Altura de planta	Rendimiento de grano
P.H.L	<u>0.0715</u>	-0.8988	0.0037	0.1246	0.3131	-0.5290
P.M.G	0.0298	<u>2.1578</u>	-0.1134	-0.0733	-1.2977	0.7031
D. floración	-0.0008	-0.7682	<u>0.3186</u>	-0.2461	0.5980	-0.0986
D. madurez	0.0288	0.5112	0.2533	<u>-0.3095</u>	-0.1217	0.3620
A. planta	0.0151	1.8932	-0.1283	-0.0254	<u>-1.4854</u>	0.2692

Los valores subrayados en la diagonal representan los efectos directos.

Factor residual = 0000

P.H.L= Peso hecolítrico; P.M.G= Peso de mil granos; D. Floración = Días a floración; D. Madurez = Días a madurez; A. Planta = Altura de planta

**Cuadro 13. Análisis de coeficiente de sendero para el grupo alto tardío, presentando los valores fenotípicos de cinco caracteres con relación al rendimiento de grano en trigo duro.**

	Peso hl	Peso 1000 granos	Días a floración	Días a madurez	Altura de planta	Rendimiento de grano
P.H.L	<u>-0.5759</u>	-0.1061	0.6601	-0.6887	-0.0505	-0.7609
P.M.G	-0.1636	<u>-0.3732</u>	0.1147	-0.0367	-0.3795	-0.8383
D. floración	-0.5721	-0.0644	<u>0.6645</u>	-0.7031	-0.0066	-0.6817
D. madurez	-0.5599	-0.0193	0.6596	<u>-0.7084</u>	0.0401	-0.5879
A. planta	0.0757	0.3887	0.0114	-0.0739	<u>0.3841</u>	0.7432

Los valores subrayados en la diagonal representan los efectos directos.

Factor residual = 0.00

P.H.L= Peso hecolítrico; P.M.G= Peso de mil granos; D. Floración = Días a floración; D. Madurez = Días a madurez; A. Planta = Altura de planta

**Cuadro 14. Análisis de coeficiente de sendero para los testigos, presentando los valores fenotípicos de cinco caracteres con relación al rendimiento de grano en trigo duro.**

	Peso hl	Peso 1000 granos	Días a floración	Días a madurez	Altura de planta	Rendimiento de grano
P.H.L	<u>0.9057</u>	0.0130	0.2852	-0.0925	-0.1180	0.9934
P.M.G	0.2781	<u>0.0423</u>	-0.1271	-0.0327	0.0364	0.1970
D. floración	0.7094	-0.0148	<u>0.3641</u>	-0.0665	-0.1446	0.8477
D. madurez	0.7460	0.0123	0.2155	<u>-0.1123</u>	-0.0390	0.8226
A. planta	0.6750	-0.0090	0.3079	-0.0256	<u>-0.1790</u>	0.7274

Los valores subrayados en la diagonal representan los efectos directos.

Factor residual = 0.00

P.H.L= Peso hecolítrico; P.M.G= Peso mil granos; D. Floración = Días a floración; D. Madurez = Días a madurez; A. Planta = Altura de planta

## CONCLUSIONES

Los resultados revelan que los grupos precoces fueron los que acumularon mayor rendimiento de grano; mientras que, en general, las variables altura de planta, días a floración, días a madurez, peso hectolítrico y peso de mil granos se correlacionaron de forma positiva y significativa con el rendimiento dentro de cada grupo de clasificación de las líneas.

En los análisis de sendero hechos para los caracteres terminales, las variables que aportaron más al rendimiento de grano fueron: peso hectolítrico, peso de mil granos y días a floración.

## LITERATURA CITADA

- Amin, M.R., Barma, N.C.D. and Razzaque, M.A. 1990. Variability, Heritability, Genetic Advance and Correlation Study in some Quantitative Characters in Durum Wheat. RACHIS Vol 11 pp 30-33.
- Blaha, L. Vlasák, M., 1983. Changes in the values of yield component and associated characters in the European range of spring wheat over the past 10 years. Sbornik Uvtiz, Genetika a Slechten. 19(4) 269-274.
- Getachew, B., Tesemma, T. and Mitiku, D. 1991. Variability and correlation Studies in Durum Wheat in Alem-Tena, Ethiopia. RACHIS 12:38-41.
- Guzhov, Yu. L. and Komar, O.A. 1982. Integenotypic competitive ability of spring wheat plants and its importance for breeding. III. Effect of competition on correla-

- tions between economically important quantitative characters. Wheat, Barley and Triticale Abstract. Patrice Lumumba, University, Moscow, URSS. 1984. 1:2.
- Jan-Orn, J., Gardner, C.O. and Ross, W.M. 1976. Quantitative Genetic Studies of the P3R Randon-mating Grain Sorghum Population. *Crop. Sci.* 6:489-496. Lincoln, U.S.A.
- Rahman, M.S., Halloran, G.M., and Wilson, J.H. 1977. Genetic Control of Spikelet Number in Hexaploid Wheat. *Crop Science* 17: 296-299. (Australia).
- Rascio, A. Baldelli, G. Wittner, G., 1984. Analisis of some of the physiological and morphological components of yield of wheat (*Triticum durum* Dest.) *Revista de Agronomía.* 18 (1) 25-41.
- Wright, S., 1923. The theory of path coefficients. *Genetics.* 8:239-255.