

SELECCIÓN PARA RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN TRIGO (*Triticum aestivum* L.) BAJO TEMPORAL

Sathyanarayanaiah Kuruvadi ¹
Blanca Leticia Gómez Lucatero ²

RESUMEN

La presente investigación se realizó en una localidad (Morelia, Mich.) del área de influencia del Campo Experimental de Morelia (INIFAP), durante los meses julio a diciembre de 1988. Se evaluaron 10 genotipos, bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. El objetivo del estudio fue observar la variabilidad genética, así como estimar parámetros genéticos y correlaciones fenotípicas para diferentes características agronómicas.

Se detectó una amplia variabilidad genética para la mayoría de los caracteres evaluados. Los genotipos Papago, Genaro F-81 y Seri M-82, en general, mostraron los valores más altos para el rendimiento y sus componentes, mientras que la línea Kauz "S" fue la de porte más bajo y Junco "S", Pavón F-76, Opa-ta y Papago mostraron pocos días a espigamiento.

Los caracteres días a espigamiento, peso de mil granos, altura de planta, tallos y espigas por planta, revelaron valores altos de heredabilidad en sentido amplio; también se observó una correlación positiva y significativa entre el rendimiento por planta y número de granos por planta, así como entre espigas por planta con tallos por planta

INTRODUCCIÓN

En México, el trigo ocupa el tercer lugar en superficie de siembra con 1 218 253 ha, de las cuales el 86% se desarrolla bajo condiciones de riego, y el 14% en temporal. Durante el período de 1962 a 1985, los rendimientos de trigo

1. Ph. D. Maestro-Investigador. Depto. de Fitomejoramiento, Div. Agronomía, UAAAN.
2. Tesista M.C.

se duplicaron o triplicaron bajo riego y alta fertilización, pero tales incrementos en rendimiento no han sido aún logrados en áreas de temporal.

La sequía es uno de los factores limitantes de mayor importancia en la producción y calidad de los cultivos a nivel mundial (Kozłowski, 1986). En las siembras de temporal, la escasa y errática precipitación es el problema de mayor importancia, además de las altas temperaturas existentes en el suelo y aire, las cuales aumentan la tasa de evapotranspiración y desarrollan déficit de humedad en el suelo y planta, y consecuentemente la sequía (Kuruvasi, 1988).

La investigación en áreas de temporal debe ser dirigida hacia la conservación de agua, tanto en el suelo como en la planta, y planearse en base a los conocimientos agroclimáticos y genéticos (Kuruvasi, 1988). Es importante considerar que en el mejoramiento genético se trabaja con caracteres tanto de herencia simple como compleja; debido a esto, para desarrollar variedades altamente rendidoras, el criterio de selección de progenitores es esencial en el programa de hibridación, para obtener recombinantes nuevos, con esta finalidad existe una metodología muy eficiente denominada variabilidad genética.

Estudiar variabilidad genética para diferentes características agronómicas en los genotipos de trigo, es una herramienta útil en la selección racional de líneas sobresalientes para cada rasgo de importancia agronómica.

REVISIÓN DE LITERATURA

O'toole y Chang (1979) establecieron que es fundamental cribar una gran cantidad de líneas del banco de germoplasma, tanto en el campo como en el invernadero, con diferentes criterios para identificar variedades resistentes a sequía.

Nair *et al.* (1983) indicaron que la variabilidad genética es un prerequisite esencial para una selección efectiva. Además señalan que la variabilidad de un carácter es debida a la acumulación de factores hereditarios y ambientales.

Kuruvasi y Smith (1987) mencionan que para obtener éxito en los programas de hibridación, la selección de los progenitores debe realizarse en forma racional para obtener heterosis en F₁, y generar con ello segregantes superiores en las generaciones siguientes.

En trigo, Nass (1973) mostró que la reducción del rendimiento en floración se debe principalmente a la disminución del número de espigas por planta, y en el período de llenado de grano es causada por pérdida gradual del peso de grano.

Estudios en campo realizados con variedades de trigo harinero, T. duro y triticale, han mostrado producción alta del número de tallos por planta en áreas donde la disponibilidad de agua es limitada (Aggarwal *et al.*, 1981 y Chaturvedi *et al.*, 1981).

Cuando la sequía en trigo se presenta durante el estado de floración, se reducen los siguientes caracteres: rendimiento de grano, número de espigas por unidad de área y número de granos por espiga. Durante el llenado de grano, el crecimiento continúa en algunos materiales, y se detiene hasta que el contenido de agua en el suelo llega al punto de marchitez permanente (Morgensen, 1985).

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se llevó a cabo durante el período de julio a diciembre de 1988, en una localidad (Morelia, Mich.) del área de influencia del campo experimental forestal y agropecuario de Morelia (CEFAP-Morelia-CIFAPMICH-INIFAP).

En este estudio se utilizaron siete líneas y tres variedades comerciales (Pavón F-76, Genaro F-81 y Seri M-82), de las cuales Pavón F-76 se usó como testigo, ya que es el material que más se siembra en el área bajo estudio. Estos recursos genéticos poseen diferentes características agronómicas de respuesta a condiciones de temporal, tales como: rendimiento, espigas por planta, granos por espiga, peso de mil granos, porte bajo y precocidad (Cuadro 1).

Los 10 materiales se sembraron bajo condiciones de temporal el día primero de julio de 1988 en el campo del CEFAP Morelia. Los tratamientos se distribuyeron bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. La parcela experimental constó de tres surcos de un metro de longitud y separación de 30 cm; la parcela útil fue el surco central. La densidad de siembra utilizada fue de 10 plantas por metro lineal.

La siembra se realizó en forma manual, depositando una semilla cada 10 cm, la fertilización fue de 80-40-00 kg/ha de nitrógeno (N) y fósforo (P) respectivamente, mezclando con el fertilizante 50 kg/ha de heptacloro al 5%, para las plagas del suelo. Se aplicó un tercio de N y todo el P a la siembra, y el resto del N a los 35 días después de la siembra.

Para el control de la maleza se aplicó Brominal 240 C.E. en dosis de 2 lt/ha, cuando el chayotito (*Sycios angulata*) tenía dos hojas; además, se fumigó con Tamarón al 50%, 1.0 lt/ha, para el control del chapulín (*Sphenarium* spp.), cuando el cultivo se encontraba en llenado de grano. También se realizaron todas las prácticas culturales recomendadas por el CEFAP-Morelia.

Se etiquetaron cinco plantas individuales al azar con competencia completa por cada tratamiento del surco central, y se tomaron los siguientes datos: rendimiento por planta, espigas por planta, granos por planta, peso de mil granos, tallos por planta, altura de planta y días a espigamiento.

Los promedios de las diferentes características agronómicas se utilizaron para calcular el análisis de varianza, estimación de parámetros genéticos y correlaciones fenotípicas.

Cuadro 1. Genealogía del material genético de trigo utilizado en esta investigación.

Material genético	Cruzas	Genealogía	Ambiente de cultivo
Pavón F-76	VCM/CNO"S"7C/3/KAL/88	CM 8399-D-4M-3Y-1M-1Y-1M-0Y	R-T
Genaro F-81	KVZ/BUHO"S"//KAL/BB	CM 33027-F-12M-1Y-6M-0Y	R
Seri M-82	KVZ/BUHO"S"// KAL/BB	CM 33027-F-15M-500Y-0M-87B-0Y	R
Junco "S"	BB/GLL//CARP/3/PVN"S"	CM 33483-C-7M-1Y-0M-5B-0Y	R
Kauz "S"	JUP/BUY"S"//URES	CM 67458-4Y-1M-3Y-1M-3Y-0B	R
Opata	BUY"S"//JUP	CM 40038-6M-4Y-2M-1Y-2M-1Y-0B	R
Papago	BUY"S"//PVN"S"	CM 52359-2M-3Y-1Y-2M-1Y-0M	R
Bau"S"	TFR"S"//PVN"S"	CM 59123-3M-1Y-3M-2Y-1M-0Y-11Y-0M	R
Chil "S"	4777*2//FKN/GB/3/VEE No.5/		
	4/BUCC"S"//PVN"S"	CM 66684-B-1M-6Y-1M-1Y-1M-1Y-0M-60Y-0M	R
Vee No. 8	KVZ/BUHO"S"//KAL/BB	CM 33027-F-12M-1Y-1M-1Y-1M-0Y-60B-0Y-1PN-0Y	R

R = Riego
T = Temporal

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza para diferentes características agronómicas en trigo (Cuadro 2), indicó diferencias altamente significativas para peso de mil granos, altura de planta y días a floración; se encontró también significancia para espigas por planta y tallos por planta, que revelan una amplia variabilidad para las características bajo estudio. Estos recursos genéticos son prometedores para desarrollar variedades altamente rendidoras bajo temporal. Estos resultados confirman lo reportado por Patwary y Ghandi (1986) quienes detectaron significancia para los caracteres: días a floración, altura de planta, espigas por planta, longitud de la espiga, granos por espiga y peso de mil granos. Además, mencionaron que la variabilidad mostrada por estas características ayuda en la obtención de ganancias en poco tiempo.

El promedio del coeficiente de variación fluctuó entre 3.02 a 22.77%, para todas las características evaluadas; estos valores son considerados bajos y aceptables, lo cual indica que la conducción del experimento y los resultados obtenidos son altamente confiables.

Los promedios para las diferentes características agronómicas en trigo se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 2. Análisis de varianza para rendimiento, sus componentes y características agronómicas en trigo bajo temporal.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Rend/ planta	Espigas/ planta	Granos/ planta	Peso de 1000 granos	Tallos/ planta	Altura planta	Días espigamiento
Repeticiones	2	1.14	10.03	7126.43	6.01	17.50	1.90	6.43
Tratamientos	9	42.66	17.27*	36462.18	36.04**	33.70*	131.59**	84.45**
Error	18	20.46	5.66	16815.47	4.81	19.98	25.68	5.03
C.V. (%)		22.77	16.37	20.48	6.60	16.57	6.28	3.02

** Significancia al 1%

* Significancia al 5%

C.V. Coeficiente de variación

Cuadro 3. Promedio de diferentes características agronómicas en los genotipos de trigo evaluados bajo condiciones de temporal

Progenitores	Rend/ planta (g)	Espigas/ planta	Granos/ planta	Peso de 1000 granos (g)	Tallos/ planta	Altura de planta (cm)	Días a espiga- miento
Pavón F-76	21.07	17.00	654.67	33.30	20.33	89.67	68.67
Genaro F-81	21.95	16.67	760.67	32.40	24.67	77.67	78.00
Seri M-82	21.91	13.33	655.00	34.93	20.00	76.00	72.00
Junco "S"	13.28	11.33	526.00	36.70	15.00	82.33	65.67
Kauz "S"	21.71	12.33	766.67	30.03	17.00	70.67	73.67
Opata	19.40	13.33	580.67	31.33	17.00	82.00	71.67
Papago	25.71	19.00	792.00	32.43	22.00	83.33	71.67
Bau "S"	16.36	14.00	484.00	34.47	17.67	77.00	78.67
Chil "S"	21.91	13.00	539.00	39.57	21.33	92.33	81.67
Vee "S" No. 8	15.35	15.33	571.67	27.20	25.00	76.00	80.67
Promedio	19.86	14.53	633.03	33.24	20.00	80.70	74.23
Tukey (5%)	12.95	6.80	371.36	6.30	9.47	32.84	6.40

El rendimiento por planta varió entre 13.28 g (Junco "S") a 25.71 g (Papago) con un promedio de 19.86 g. El genotipo Papago registró el máximo rendimiento por planta, y le siguió Genaro F- 81, Seri M-82, Chil "S", Kauz "S", Pavón F-76 y Opata; se tuvieron rendimientos por planta entre 19.40 y 21.95 g comportándose estos materiales como los más sobresalientes. Como se observa, cinco materiales superaron al testigo Pavón F-76; por lo tanto, es recomendable usarlos como progenitores para desarrollar variedades de trigo bajo temporal. Donald y Hamblin (1976) consideran que debe utilizarse el rendimiento como criterio para medir el avance en el mejoramiento de cereales.

Los componentes de rendimiento en trigo son: espigas por planta, granos por planta y peso de mil granos. La variación para espigas por planta fue de 11.33 a 19.00, con un promedio de 14.53. El máximo número de espigas por planta lo presentó el genotipo Papago (19.00) y Pavón F-76, Genaro F-81 y Vee No. 8 le siguieron, identificándose como los mejores materiales para esta característica.

Granos por planta es una característica muy importante en la contribución total del rendimiento por planta. Los genotipos Papago, Kauz "S", Genaro F-81, Seri M-82 y Pavón F-76 mostraron los valores más altos entre 654.67 y 792.00 granos por planta individual.

En lo que respecta al peso de mil granos, la línea Chil "S" presentó el valor más alto (39.57 g), siguiéndole Junco "S", Seri M-82, Bau "S" y Pavón F-76 con 36.70, 34.93, 34.47 y 33.30 g, respectivamente y se comportaron estadísticamente iguales. Estos pesos fueron considerablemente bajos debido a una fuerte disminución de la humedad del suelo en el período de llenado de grano, la cual llegó hasta el 18%. La selección para número de espigas, número de granos por planta y peso de 1 000 granos, individual o conjuntamente, pueden incrementar los rendimientos en los genotipos de trigo.

En esta investigación no se encontraron materiales con valores altos para los tres componentes de rendimiento simultáneamente, ya que los valores fueron distribuidos en diferentes genotipos. La línea Papago y la variedad Genaro F-81 manifestaron mayor rendimiento a través de la producción del mayor número de grano y espigas por planta, y tienen peso intermedio de mil granos; por su parte los materiales Seri M-82 y Chil "S" produjeron alto rendimiento por el mayor peso de mil granos, lo que compensó la reducción en el número de espigas y granos por planta. Estos genotipos fueron productivos en la expresión del rendimiento y sus componentes bajo temporal, por lo tanto, deben utilizarse como progenitores en los programas de hibridación para obtener nuevos recombinantes con valores superiores. Keim y Kronstad (1981) señalaron que existen dos caracteres importantes en la contribución al rendimiento bajo condiciones de stress de agua, y son el número de espigas y granos por planta.

Tallos por planta osciló entre 15 y 25, con un promedio de 20; los materiales Vee "S" No. 8, Genaro F-81, Papago y Chil "S" presentaron los valores más altos con 25, 24.67, 22 y 21.33 respectivamente para este carácter.

La altura de planta es un carácter muy importante, y contribuye en forma indirecta al rendimiento. La línea Chil "S" y la variedad Pavón F-76 fueron identificadas como de porte alto, y solamente Kauz "S" mostró porte bajo; los genotipos restantes fueron intermedios.

En lo referente a días a espigamiento, se observaron diferencias pequeñas entre los genotipos evaluados. Este carácter influye indirectamente en el rendimiento. Los materiales Junco "S" (65.67), Pavón F-76 (68.67), Opata y Papago (71.67), mostraron precocidad; Chil "S" (81.67) y Vee No. 8 (80.67) fueron tardías. Bajo temporal es mejor sembrar variedades con ciclo de vida corto (Derera *et al.*, 1969). Las variedades precoces tienen mecanismo de escape y pueden cosecharse antes de que se desarrolle el déficit de agua en el suelo, bajo temporal (Kuruvadi, 1988).

Los genotipos Papago y Genaro F-81 en general presentaron los mejores valores para todas las características evaluadas; por lo tanto, deben utilizarse en los programas de hibridación para obtener recombinantes superiores. Se sugiere realizar cruza simples, dobles, triples y selección recurrente para identificar líneas sobresalientes en generaciones futuras.

En el presente trabajo se estimó la heredabilidad en sentido amplio (Cuadro 4). Los caracteres días a espigamiento, peso de mil granos y altura de planta, tallos por planta y espigas por planta, revelaron valores altos de heredabilidad con 94.03, 86.68, 80.48, 67.41 y 67.19 %, respectivamente, por lo que la selección de estos caracteres será efectiva; para granos por planta (53.88 %) y rendimiento por planta (52.04 %) la heredabilidad fue intermedia; por lo tanto, la selección de estas características requiere utilizar una mayor presión de selección.

Islam *et al.* (1985) analizaron cruza de trigo, y mostraron que los componentes de rendimiento tuvieron alta heredabilidad para la obtención del rendimiento de grano por planta.

Los cálculos de correlaciones entre diferentes pares de características, es útil para diferenciar las características importantes de las no relevantes en los programas de selección (Kuruvadi, 1980). En este estudio se encontró correlación positiva y altamente significativa entre el rendimiento con el número de granos por planta, y positiva pero no significativa con el número de espigas por planta, tallos por planta y altura de planta (Cuadro 5). Espigas por planta se relacionó positiva y significativamente con tallos por planta. El carácter tallos por planta es muy útil manejarlo como criterio de selección indirecta, para identificar plantas superiores bajo temporal.

Cuadro 4. Parámetros genéticos y heredabilidad para rendimiento y otras características agronómicas en trigo bajo temporal.

Característica	Varianza genotípica	Varianza ambiental	Varianza fenotípica	Heredabilidad amplia (%)
Rend/planta	7.40	6.82	14.22	52.04
Espigas/planta	3.87	1.89	5.76	67.19
Granos/planta	6548.90	5605.16	12154.06	53.88
Peso de 1000 granos	10.41	1.60	12.01	86.68
Tallos/planta	7.57	3.66	11.23	67.41
Altura de planta	35.30	8.56	43.86	80.48
Días a espigamiento	26.47	1.68	28.15	94.03

Cuadro 5. Correlaciones fenotípicas entre diferentes pares de características agronómicas en trigo bajo temporal.

Caracter	Espigas/planta	Granos/planta	Peso de 1000 granos	Tallos/planta	Altura de planta	Días a espigamiento
Rend/planta	0.538	0.762**	0.044	0.342	0.171	0.049
Espigas/planta		0.544	-0.323	0.679*	0.201	0.076
Granos/planta			-0.379	0.339	-0.261	-0.166
Peso de 1000 granos				-0.307	0.609	-0.087
Tallos/planta					0.063	0.591
Altura de planta						-0.093

CONCLUSIONES

1. Existe una amplia variabilidad para la mayoría de las características agronómicas de los genotipos de trigo evaluados.
2. Los genotipos Papago, Genaro F-81 y Seri M-82, obtuvieron en general los valores más altos para el rendimiento y sus componentes.
3. La línea Kauz "S" fue la de porte más bajo, y los genotipos Junco "S", Pavón F-76, Opata y Papago, los más precoces.
4. Las características: días a espigamiento, peso de mil granos, altura de planta, tallos por planta y espigas por planta, expresaron el mayor porcentaje de heredabilidad en sentido amplio, con valores que oscilaron entre 67.19 y 94.03 %.
5. El rendimiento por planta se correlacionó positiva y significativamente con el número de granos por planta. Espigas por planta se relacionó positiva y significativamente con tallos por planta.
6. Tallos por planta es muy útil manejarlo como criterio de selección indirecta, para identificar plantas superiores bajo temporal.
7. Se recomienda hacer cruzamientos entre los materiales seleccionados para obtener recombinantes superiores bajo temporal.

BIBLIOGRAFÍA

- Aggarwal, P.K., G.S. Chaturvedi y S.K. Sinha. 1981. Frequency distribution of yield components as an index of stability in wheat at different levels of water availability. *Proc. Ind. Nat. Sci. Acad.* 47: 756-767.
- Chaturvedi, G.S., P.K. Aggarwal y S.K. Sinha. 1981. Effect of irrigation on tolerating in wheat, triticale and barley in a water-limited environment. *Irrig. Sci.* 2: 225-235.
- Derera, N.F., D.R. Marshall y L.N. Balaam. 1969. Genetic variability in root development in relation to drought tolerance in spring wheats. *Experimental Agriculture.* 5: 327-337.
- Donald, C.M. y J. Hamblin. 1976. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. *Adv. Agron.* 28: 361-406.
- Islam, M.A., A.G. Fautrier y R.H.M. Langer. 1985. Early generation selection in two wheat crosses: 1. F₂ single plant selection. *Biol. Abstr.* 81(7): 58876.

- Keim, A.L. y W.E. Kronstad. 1981. Drought response of winter wheat cultivars grown under field stress conditions. *Crop. Sci.* 21: 11-15.
- Kozlowski, T.T. 1968. In *water deficit and plant growth*. (T.T. Kozlowski Ed.) New York. Academic. 1: 1-21.
- Kuruvadi, S. 1980. Genetic studies on dry land wheat. Post doctoral research investigation. Agri. Can. Res. station. Swift Current, Saskatchewan, Canada.
- _____. 1988. Características agronómicas y fisiológicas que contribuyen a la mejor adaptación de los cultivos a las regiones semidesérticas. Saltillo-México. UAAAN. Folleto de divulgación, vol. II. 4: 1-17.
- Kuruvadi, S. y T.F.T. Smith. 1987. Combining ability and heterosis for root potential in durum wheat. *Rachis. Icarda, Syria.* 9(2): 33-36.
- Morgensen, V.O. 1985. Growth rate of grain yield of wheat in relation to drought. *Acta Agric. Scand.* 35(4): 353-360.
- Nass, H.G. 1973. Determination of characters for yield selection in spring wheat. *Can. J. Plant. Sci.* 53: 755-762.
- Nair, P.M., M.K. George y V.N. Gopinathan. 1983. Estimation of variability and genetic parameters in chillies. *Indian Cocoa, Arecanut and Spices Journal* 7(4): 115-117.
- O'toole, J.C. y T.T. Chang. 1979. Drought resistance in cereal-rice: a case study. Stress physiology in crop plants. In: Harry Mussel (Ed.). Published by John Wiley and Sons. Inc. New York. pp. 373-405.
- Patwary, A.K. y Ghandi. 1986. Combining ability in wheat. *Thai. J. Agric. Sci.* 19(2): 115-124.