

**ESTABILIDAD EN RENDIMIENTO DE TRITICALE (X.
Triticosecale Wittmack) EN SEIS AMBIENTES DEL NORTE
DE MÉXICO**

Julio Gerardo Charles Cárdenas
Alejandro Javier Lozano del Río
Víctor Manuel Zamora Villa
Emilio Padrón Corral
Kuruvadi Sathyanarayanaiah

Profesores investigadores de la UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila.

RESUMEN

En esta investigación se evaluaron 14 líneas de triticales completos y un testigo de trigo en cinco localidades, con el objetivo de estimar la interacción genotipo-ambiente y el grado de estabilidad de cada línea. El análisis de varianza indicó diferencias significativas para el número de espiguillas por espiga, peso hectolítrico, rendimiento, longitud de espiga, número de granos por espiga y peso de 1000 granos en todas las localidades o en la mayoría de ellas. El análisis combinado mostró diferencias altamente significativas para todas las características en localidades, genotipos y en la interacción entre genotipos y localidades. Las tres localidades: Múzquiz, Abasolo y Buenavista, fueron ambientes más favorables para la manifestación de los caracteres en los genotipos. Los genotipos 66-87, 42-87, 2-88 y 5-88, se identificaron por tener una buena respuesta en todos los ambientes, pero fueron inconsistentes. El carácter rendimiento presentó la mayor estabilidad, seguida por peso de 1000 granos y número de espiguillas por espiga. En base a este estudio se identificaron las líneas 66-87 y 3-88, las cuales fueron seleccionadas como variedades muy estables.

Palabras clave: triticales, genotipo, medio ambiente, variedad estable.

ABSTRACT

Fourteen lines of whole triticales and a check wheat variety were evaluated in five localities, with the aim to assay the interaction genotype-environment and the degree of stability of each line. The variance analysis indicated significant differences for the number of

spikelets per ear, weight per hectoliter, yield, length of ear, number of grains per ear and weight of 1000 grains in all the localities or the majority of the studied localities. The combined analysis showed highly significant differences for all the characteristics in localities, genotypes and the interaction between genotypes and localities. The three localities: Múzquiz, Abasolo and Buenavista, were the most propitious for the manifestation of the traits in the genotypes. Genotypes 66-87, 42-87, 2-88 and 5-88, were had a good answer in all environments, but they were inconsistent. The trait yield displayed the greater stability, followed by weight of 1000 grains and number of spikelets per ear. On the basis of this study the lines 66-87 and 3-88 were were selected as very stable varieties.

Key words: triticale, genotype, environment, stable variety.

INTRODUCCIÓN

Actualmente el triticale se siembra en alrededor de 1'700,000 hectáreas a nivel mundial (Skovmand *et al.*, 1984), y en México se siembran aproximadamente 5000 ha. Es el Estado de Michoacán donde el cultivo del triticale ha tenido mayor aceptación. En los Estados de Coahuila y Chihuahua se siembran 600 ha, aproximadamente. Por sus características y versatilidad, el triticale resulta ser una alternativa más, ya que puede utilizarse como grano o como forraje. Su adopción como cultivo potencial ha dado lugar a la liberación de variedades comerciales en diversos países del mundo. En México el triticale es una alternativa importante en áreas con problemas de poca humedad y suelos pobres y/o salinos,

como son los predominantes del norte del país. Lo rústico de este cereal lo hace superior a otros en estas condiciones, ya que produce mayor cantidad de grano y forraje que los demás cereales.

En la mayoría de los programas de mejoramiento de los diversos cultivos, se pone especial atención a la selección de genotipos de alto rendimiento, que además posean la capacidad de expresar ese potencial en un gran número de los ambientes donde sea factible su explotación.

El triticale es un cultivo que han adoptado gradualmente los productores del norte de México. Sin embargo, es necesario desarrollar variedades de amplia adaptación en virtud de la carencia de suficientes recursos para formar variedades para cada región específica.

En el área de influencia de la UAAAN existen diversas condiciones agroclimáticas a través de las diferentes regiones que afectan en gran medida el rendimiento de los cultivos. Dependiendo de la estabilidad intrínseca que posea cada variedad será su comportamiento.

Asimismo, tomando en consideración la existencia de dos tipos principales de triticale, es fundamental obtener la información del comportamiento de los tipos completos y substituidos en diferentes ambientes, para formar las estrategias de selección.

En esta investigación se evaluaron 15 genotipos de triticale en seis localidades con los siguientes objetivos:

- Estimar la interacción genético-ambiental y el grado de estabilidad de cada línea de triticale bajo las condiciones del norte de México.
- Identificar las líneas de triticale que presenten alto rendimiento de grano y mayor grado de estabilidad en diferentes ambientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en seis localidades del norte de México: Bermejillo, Durango; Abasolo, Buenavista y Múzquiz, Coahuila; y Navidad, Nuevo León, en condiciones de riego y de temporal, durante el ciclo otoño-invierno 1988-1989.

Las localidades, el ciclo y las condiciones (riego o temporal), fueron escogidos debido a que el triticale se considera una nueva alternativa para estas zonas, por su alto potencial como productor de grano, y/o como cultivo forrajero en invierno.

En cada una de las seis localidades se utilizaron 14 líneas avanzadas de triticale más una variedad testigo de trigo harinero, lo que dio un total de 15 tratamientos, que se enlistan en el cuadro 1. Las líneas forman parte del Programa de Mejoramiento de Cereales de Grano Pequeño de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

Cuadro 1. Material genético usado en el experimento.

Clave	Tipo	Línea o Variedad	Pedigree
AN-TCL-63-87	C	Uron"S"	B-6811-245-3Y-24-3M-04
AN-TCL-76-87	C	Hare263/CIVET"S"	CTM-10189-064Y-0M-OY-4M-3Y-OB
AN-TCL-42-87	C	FARO 15	
AN-TCL-57-87	C	MU"S" "S"/BTA	X-65985-5M-3Y-2M-1Y-4M-1Y-2M-OY
AN-TCL-62-87	C	ARRNEB	B-7914-102-1Y-2Y-2M-OY
AN-TCL-66-87	C	TED"S"/PFT78888	X-566665-OM-OM1-OM1-2M1-OY
AN-TCL-75-87	C	FG"S/BO"S"/BOLKESHIR/3/DRIRA/KGR/JLO	B7057-192-13y-1y-2M-1Y-1M-OY
AN-TCL-1-88	C	BGL"S"/CIN"S"/MUS"S"/3/BGL"S"/3/JLLO"S"	CTM-13801-043Y-OM-OY-1B-OY
AN-TCL-2-88	C	BGL"S"/COQ//IRA/CML"S"/3/EURO"S"	CTM-6978-012Y-026M-OY-1M-2Y-OB
AN-TCL-3-88	C	MERINO"S"/JLO170//TESMO"S"	CTM-16227-OM-OY-OM-OY-OM-21Y-OB
AN-TCL-4-88	C	PANCHE 424/YOGUI"S"	CTM-13832-043Y-OM-OY-17M-2Y-OB
AN-TCL-5-88	C	TAPIR"S"/YOGUI"S"//2*MUS"S"	CTM-15062-019M-023Y-OM-OY-18M-6Y-OB
AN-TCL-6-88	C	IGUANA 4-2	CIT-3013-OY-4M-4Y-500M-2Y-OB
AN-TCL-7-88	C	BTA"S"/YOGUI"S"	CT-3954-0M-OY-8Y-2M-OY

*Trigo Pavón F76 Variedad comercial

*Testigo trigo harinero

C Trigos completos

El barbecho se realizó con arado de disco a una profundidad de 30 cm, con el fin de voltear el suelo, incorporar los residuos de la cosecha anterior, y exponer las plagas y los patógenos a la intemperie, a fin de minimizarlos. Se dieron dos pasos de rastra cruzados

para desbaratar los terrones. Lo anterior con la finalidad de proveer a la semilla una cama de siembra uniforme y obtener una germinación homogénea. La siembra se realizó en seco, a una profundidad de 3 a 5 cm, a mano y a chorrillo; la semilla se depositó en el fondo del surco, se tapó, y se inició el riego inmediatamente después de la siembra. Para la siembra de temporal, en Navidad, N. L., se esperó el período de lluvias de mayo.

La siembra se llevó a cabo en las lapsos óptimos para siembras comerciales, pues se realizó en la fecha adecuada, según la zona donde se estableció el experimento. Esta información se concentra en el cuadro 2. La densidad de siembra que se utilizó en todas las localidades fue de 120 kg/ha.

Cuadro 2. Fechas de siembra del experimento en las seis localidades.

Localidad	Fecha
Múzquiz, Coahuila	10 de diciembre de 1988
Bermejillo, Durango	15 de diciembre de 1988
Abasolo, Coahuila	20 de diciembre de 1988
Buenavista, Coahuila	12 de enero de 1989
Navidad, Nuevo León	18 de enero de 1989
Localidad de temporal	
Navidad, Nuevo León	1 de mayo de 1989

La fertilización que se aplicó fue la que emplean los agricultores en sus siembras de invierno para el cultivo del trigo, aunque varió según la zona donde se realizó el experimento.

En el cuadro 3 aparecen las fórmulas de fertilización empleadas para cada localidad. El 50% del nitrógeno se aplicó al momento de la siembra y el 50% restante en el segundo riego de auxilio. El 100% fósforo se aplicó al momento de la siembra.

Cuadro 3. Dosis de fertilización empleadas en las diferentes localidades utilizadas.

Localidades	Dosis
Bermejillo, Durango	120-80-00
Abasolo, Coahuila	120-80-00
Buenavista, Coahuila	120-60-00
Múzquiz, Coahuila	100-60-00
Navidad, Nuevo León	150-100-00
Navidad, Nuevo León	00-00-00

Las fuentes utilizadas en las fórmulas fueron: como fuente del nitrógeno, la urea en su fórmula (46-00-00); como fuente de fósforo, el superfosfato triple (00-46-00); la fórmula varió solamente en la localidad de Múzquiz, Coahuila, donde se utilizó la urea y el fosfato diamónico en su formulación (18-46-00).

En cada experimento se regó la misma cantidad de veces que lo hacen los agricultores en sus lotes comerciales, dependiendo sólo de la zona donde se realizó el estudio (Cuadro 4). Los riegos pueden ser de cuatro a cinco, y se aplican en las etapas críticas del desarrollo del cultivo:

- 1° - El riego de siembra o germinación.
- 2° - Riego en etapa de amacollamiento.
- 3° - Riego en etapa de encañe y embuche.
- 4° - Riego en etapa de floración.
- 5° - Riego en etapa de llenado de grano.

En la localidad de temporal de Navidad, N. L., el cultivo de temporal se estableció cuando inició la temporada de lluvias de mayo y junio.

Cuadro 4. Número de riegos aplicados al experimento en cada localidad de prueba.

Localidad	No. de Riegos
Bermejillo, Durango	4
Abasolo, Coahuila	4
Buenavista, Coahuila	5
Múzquiz, Coahuila	5
Navidad N.L. (riego)	5
Navidad, N.L. (temporal)	Sin riego

La plaga más común de cereales en la región de estudio es el pulgón en sus diferentes especies, de las cuales la *Diuraphis noxia* es la más dañina. Esta plaga sólo se presentó en dos localidades: Buenavista, Coahuila y en Navidad, N. L. (riego) donde se

logró su control. En Navidad, N. L. el ataque fue muy severo, logrando afectar el cultivo. El control se realizó aplicando Metasystox R-25 con una dosis de 1 l/ha. En todas las localidades se realizaron deshierbes manuales para controlar malezas; aunque en las localidades de Buenavista, Coahuila y Navidad, N. L. se requirió de realizar aplicaciones de herbicida; el producto que se utilizó fue Brominal 240, en dosis de 1 l/ha. En cada una de las localidades, la cosecha se realizó con una máquina trilladora estacionaria, cuando el grano tenía un contenido de humedad aproximado de un 13%

El tamaño de la parcela en todas la localidades fue de cuatro surcos de 3 m de largo, y una distancia entre surco de 30 cm. El área total de la parcela fue de 3.6 m²: Se cosecharon sólo los dos surcos centrales y se eliminaron 50 cm de las cabeceras, para así tener una parcela útil de 1.2 m² con plantas que presentaban competencia completa. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar con tres repeticiones y 15 tratamientos en cada localidad.

El rendimiento se tomó en g/parcela, que se transformó a kg/ha; este valor se tomó cuando el porcentaje de humedad fue de 12%, aproximadamente.

Los análisis estadísticos utilizados para este experimento fueron:

- a) Análisis de varianza individuales
- b) Análisis de varianza combinado
- c) Análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad.
- d) Comparación de medias, utilizando la prueba de Tukey.
- e) Prueba de homogeneidad de varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento por hectárea presentó diferencias altamente significativas para las localidades Bermejillo, Abasolo, Buenavista y Navidad riego. De este cuadro podemos inferir que los genotipos estudiados poseen un comportamiento diferencial para los componentes de rendimiento calculados en cada una de las localidades, con excepción de Navidad temporal y Múzquiz bajo riego. El análisis de varianza combinado mostró diferencias altamente significativas para el rendimiento de los genotipos y localidades, y para la interacción entre localidades y genotipos.

Los genotipos de mayor rendimiento son: ANtcl 66-87, ANtcl 3-88, ANtcl 75-87, ANtcl 42-87, ANtcl 2-88, ANtcl 5-88, ANtcl 6-88, ANtcl 1-88. En general es claro que todos los triticales superaron al testigo comercial Pavón F76 (Cuadro 5).

El rendimiento es la característica de mayor importancia, ya que en ella se expresan cada uno de los componentes de rendimiento que se discutieron anteriormente. En el cuadro 6 se resumen los resultados del análisis de varianza para estabilidad del rendimiento, en el cual se observan que las fuentes de variación, variedades y ambiente lineal presentan diferencias altamente significativas, no así las fuentes variedades por ambiente y desviación conjunta, que no exhiben diferencias significativas.

Cuadro 5. Rendimiento de grano en diferentes variedades de triticale.

Genotipos	Rend. ton/ha
Antcl 63-87	3.27 A
Antcl 76-87	3.06 AB
Antcl 42-87	3.04 AB
Antcl 57-87	3.04 AB
Antcl 62-87	3.01 AB
Antcl 66-87	2.95 AB
Antcl 75-87	2.92 AB
Antcl 1-88	2.83 AB
Antcl 2-88	2.83 AB
Antcl 3-88	2.77 AB
Antcl 4-88	2.74 AB
Antcl 5-88	2.71 AB
Antcl 6-88	2.59 B
Antcl 7-88	2.45 BC
Trigo Pavón 76	1.92 C

Cuadro 6. Análisis de varianza para estimar la estabilidad de la característica rendimiento (kg/ha) (Eberhart y Russell, 1966).

Fuentes de variación	G.L.	F.C.
Total	89	
Variedades	14	4.44**
Ambiente (Res)	75	14.07**
Ambiente (Lineal)	1	978.21**
Variedad x ambiente	14	1.24NS
Desviación ponderada	60	1.48NS
Variedad 1	4	1.331NS
Variedad 2	4	1.053NS
Variedad 3	4	1.552NS
Variedad 4	4	2.631*
Variedad 5	4	0.255NS
Variedad 6	4	0.261NS
Variedad 7	4	1.098NS
Variedad 8	4	2.408*
Variedad 9	4	1.040NS
Variedad 10	4	1.615NS
Variedad 11	4	1.769NS
Variedad 12	4	3.301*
Variedad 13	4	0.644NS
Variedad 14	4	2.136*
Variedad 15	4	1.144NS

NS= Diferencias no significativas *= Diferencias significativas a= 0.05

**= Diferencias altamente significativas a=0.01.

Se obtuvieron los parámetros de estabilidad para rendimiento siguiendo la metodología de Eberhart y Russell (1966) y clasificando los genotipos según la propuesta de Carballo (1970); sobresalieron los genotipos ANtcl 5-88, ANtcl 57-87, ANtcl 62-87, ANtcl 66-87, ANtcl 75.87, que se comportaron como estables, además de los genotipos: ANtcl 1-88, ANtcl 2-88, ANtcl 3-88, ANtcl 4-88, ANtcl 6-88, ANtcl 7-88; de manera similar se comportó el testigo Pavón F76 (Cuadro 7). Los mayores valores de rendimiento en kg/ha correspondieron a los genotipos: ANtcl 66-87, ANtcl 42-87, ANtcl 2-88, ANtcl 5-88, que se identificaron por tener una buena respuesta en todos los ambientes, aunque son inconsistentes (Chabi *et al.*, 1982).

En este estudio se identificó a la localidad Buenavista, Coahuila, como el mejor ambiente para producción de triticale (Cuadro 8). En esta localidad el rendimiento varió entre 3.5 a 5.6 ton/ha. Las variedades 9, 2, 6, 10 y 12, tuvieron rendimientos sobresalientes, entre 5.4 y 5.7 ton/ha.

En condiciones de temporada, en Navidad, Nuevo León, el rendimiento varió de 0.83 a 1.45 ton/ha y las variedades sobresalientes bajo estas condiciones fueron: 13, 14, 12 y 6, que se manifestaron con altos rendimientos (Cuadro 8) (Lozano, 1980, Atale y Joshi (1981) y Skowmand (1984).

Cuadro 8. Valores medios de la variable rendimiento de cada localidad.

Genotipo	Bermejillo	Localidades			Navidad	
		Abasolo	Buenavista	Múzquiz	riego	temporal
1	2.194	1.875	4.722	2.222	2.847	0.833
2	1.694	2.083	5.417	2.875	3.333	1.042
3	2.278	2.186	5.139	3.681	3.958	0.972
4	2.733	2.847	4.583	3.264	2.569	0.972
5	2.239	1.978	5.278	3.333	2.847	0.903
6	2.689	2.394	5.625	3.958	3.611	1.319
7	2.567	2.083	5.208	3.333	3.889	1.181
8	1.800	2.394	4.931	3.958	2.847	1.042
9	2.278	1.875	5.694	3.194	3.542	1.458
10	1.928	2.603	5.556	3.958	3.125	1.181
11	2.189	1.354	4.583	3.264	3.333	0.833
12	2.611	1.910	5.486	2.569	3.889	1.250
13	2.317	2.500	5.000	3.542	2.847	1.319
14	2.572	2.083	5.208	2.708	2.431	1.250
15	1.267	1.562	3.542	2.361	1.667	1.111
\bar{X}	2.22	2.115	5.064	3.21	3.115	1.11

CONCLUSIONES

1. A través de todos los ambientes se probó la característica rendimiento, que fue la que presentó la mayor estabilidad (86.6% de genotipos estables).

2. El mejor ambiente para la producción de triticale en este estudio resultó ser Buenavista, Coahuila, aunque en el resto de las localidades, la mayoría de los genotipos aprobados superaron al testigo comercial.

3. Con base a lo anterior, se puede concluir que la mejor línea de triticales es ANTCL-66-87, que superó al testigo por 170.3% con un rendimiento promedio de 3.27 toneladas por hectárea en todos los ambientes de prueba, por lo que se clasifica como una variedad estable, seguida por la línea ANTCL 3-88, con un rendimiento de 3.06 ton/ha, que supera al testigo comercial con un 159.3 % a través de los ambientes de estudio por lo que esta línea también se clasifica como una variedad estable.

LITERATURA CITADA

- Atale and M.G. Joshi. 1981. Study of genotype x environment interaction in triticales. *Plant Breeding Abstracts*. 51(3) : p. 176. United States of America.
- Eberhart, S.A. and W.A. Russel. 1966. Stability parameters for comparing varieties *Crop Sci.* 6 :36-40. United States of America.
- Lozano A.J. 1980. Efectividad de los parámetros de estabilidad en la evaluación y selección de germoplasma de triticales. Tesis M.C. UAAAN. Saltillo, Coah., México.
- Skoumand, B., H.J. Braun and P.N. Fox. 1984. Comparison of agronomic and quality characteristics of complete y substituted hexapod spring triticales. CIMMYT, México.