

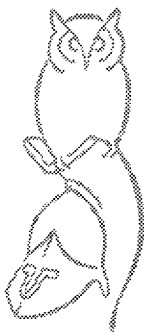
Selección de cultivares superiores de trigo y triticales para el altiplano potosino-jalisciense

Selection of cultivars of wheat and triticales for the san luis potosi and jalisco highlands

¹Humberto Cuéllar Torres, ²José Ron Parra, ³Cándido López Castañeda,

⁴Roberto J. Peña Bautista y ⁵Diego González Eguiarte

¹Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, km 14.5 Carr. San Luis-Matehuala, Tel. (4) 8-52-40-59, Apdo. Postal F-1396, C.P. 78321, San Luis Potosí, S.L.P., México. ²División de Ciencias Agronómicas, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal., México. ³Programa de Genética, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México. ⁴Programa de Trigo, CIMMYT, México. ⁵SINIFAP, Guadalajara, Jal., México.



Sobretiro de la revista

ACTA CIENTÍFICA POTOSINA

Vol. XV

Enero - Junio de 2000

No.1



ACTA CIENTÍFICA POTOSINA

Selección de cultivares superiores de trigo y triticale para el altiplano potosino-jalisciense

Selection of cultivars of wheat and triticale for the san luis potosi and jalisco highlands

¹Humberto Cuéllar Torres, ²José Ron Parra, ³Cándido López Castañeda, ⁴Roberto J. Peña Bautista y ⁵Diego González Eguiarte

¹Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, km 14.5 Carr. San Luis-Matehuala, Tel. (4) 8-52-40-59, Apdo. Postal F-1396, C.P. 78321, San Luis Potosí, S.L.P., México. ²División de Ciencias Agronómicas, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal., México. ³Programa de Genética, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México. ⁴Programa de Trigo, CIMMYT, México. ⁵INIFAP, Guadalajara, Jal., México.

RESUMEN

El propósito en este estudio fue identificar genotipos de trigo y triticale estables, con alto rendimiento de grano para la zona de secano del altiplano potosino-jalisciense. El material genético utilizado (tratamientos) constó de 14 genotipos de trigo y cuatro de triticale; estos 18 tratamientos se evaluaron en cinco ambientes bajo el diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones; la densidad de siembra fue de 100 kg ha⁻¹; distribuida en líneas separadas 30 cm; la parcela útil fue de dos surcos de 4 m de longitud. Para la evaluación de genotipos se utilizó el modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966), y la clasificación de Carballo C. y Márquez S. (1970). Los parámetros que se consideraron para la selección de los mejores cultivares fueron el rendimiento, coeficiente de regresión (b_1), la desviación de regresión (S^2_d) y la ordenada al origen (b_0). El análisis de varianza combinado mostró que no hubo diferencia significativa entre cultivares, pero la interacción cultivar por ambiente resultó altamente significativa. Los materiales con rendimiento superior al testigo Salamanca S-75 fueron Eronga Tcl-81 y BCN T-88. Por su estabilidad y alto rendimiento, los genotipos Salamanca S-75, Maya 74-PVN76 y CP-1 son también una opción para la zona estudiada.

Palabras clave: *Triticum aestivum*, triticale, secano, parámetros de estabilidad, selección de cultivares.

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine stable genotypes of wheat and triticale, with high grain yield in the low rainfall regions of San Luis Potosi and highlands Jalisco. Fourteen genotypes of wheat and four genotypes of triticale were grown at five different sites in a complete random block design with four repetitions. Seed of each genotype was sown at 100 kg/ha in the experimental units, which consisted of two, four-meter-long furrows, separated 30 cm from each other. Genotypes were evaluated using the model proposed by Eberhart and Russell (1966) and the classification system proposed by Carballo C. and Márquez S. (1970). The parameters considered were yield, the coefficient of regression, the deviation of the regression and the ordinate at the origin. ANOVA showed that there were no significant differences between genotype and the environment. High yielding species in comparison to the control, Salamanca S-75, were Eronga Tel-81 and BCN T-88. In addition, because of their high yield, the control plus Maya 74-PVN76 and CP-1 are also options for the region.

Key words: *Triticum aestivum*, triticale, dryland farming, genotype stability, cultivar selection.

INTRODUCCIÓN

Las zonas áridas y semiáridas de México ocupan el 70% del territorio nacional, y uno de los problemas fundamentales es lograr la adecuada explotación de sus recursos disponibles. Respecto a la producción de cosechas, los cereales menores como son el trigo (*Triticum aestivum* L.), cebada (*Hordeum vulgare* L.), centeno (*Secale cereale* L.), avena (*Avena sativa* L.) y triticale constituyen un grupo de cultivos con amplias posibilidades para aprovechar las condiciones climáticas y edáficas características de dichas zonas (Cuéllar T. *et al.*, 1994). El trigo constituye una de las bases de la alimentación humana, es la fuente principal de harina panificable y los subproductos de la industria harinera se usan ampliamente en la alimentación del ganado. El triticale se diseñó para igualar o superar el rendimiento y las cualidades nutritivas e

industriales del trigo, pero con la típica tolerancia del centeno a la sequía, suelos pobres y enfermedades (Wolff, 1976).

En la zona agrícola de secano del altiplano potosino-jalisciense, los cultivos tradicionales son el maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.); debido a la aleatoriedad en la distribución de las lluvias, así como a sus elevados costos de producción, estos cultivos frecuentemente resultan incosteables para el productor. En esta zona, en las últimas décadas, el cultivo de cereales menores se ha incrementado notablemente, como una alternativa al cultivo de maíz y frijol; esto se debe principalmente a que tienen un ciclo más corto y menor requerimiento de agua. Sin embargo, los rendimientos de grano que se obtienen con cereales menores son bajos, principalmente porque los productores no cuentan con cultivares adecuados para la zona. Es por ello que se hace necesario establecer ensayos uniformes de genotipos de cereales menores en diferentes localidades, de modo que se puedan seleccionar materiales en función de su respuesta a las condiciones ambientales que prevalecen en el área de estudio, esto es, que se puedan elegir los genotipos que interaccionen menos con el ambiente y que produzcan rendimientos de grano superiores al testigo regional, es decir "cultivares deseables".

Al respecto se han propuesto métodos para seleccionar genotipos estables, o bien, sugerencias para ayudar a la interpretación de dichos métodos. El método más utilizado para el análisis de la interacción genotipo por ambiente fue presentado por primera vez por Yates y Cochran (1938), quienes al analizar series de experimentos de cultivares en años y ambientes incluyeron un análisis de regresión entre los rendimientos promedio de cada genotipo por localidad y los promedios de rendimientos a través de localidades. Esta metodología fue aplicada por Finlay y Wilkinson (1963) para comparar el rendimiento de un grupo de cultivares de cebada en varias localidades y estaciones, y definieron como estables a los cultivares poco afectados por las condiciones ambientales. Eberhart y Russell (1966) como parámetros de estabilidad al coeficiente de regresión (b_i) y al cuadrado medio de las desviaciones de regresión (S^2d_i); así mismo, estos autores consideraron como cultivar estable el que muestre un coeficiente de regresión $b_i=1$ y una desviación de regresión $S^2d_i=0$, y si presenta además un rendimiento medio alto, se puede decir que se trata de un cultivar deseable. Carballo C. y Márquez S. (1970) aplicaron el modelo propuesto por Eberhard y Russell (1966) a ocho agrupamientos de cultivares de maíz y los resultados

mostraron que el método fue efectivo para jerarquizarlos en función de los parámetros b_1 y S^2d_1 , bajo seis situaciones posibles. Juárez E. (1977), al estudiar la interacción genotipo-ambiente en la selección y recomendación de híbridos de sorgo, concluyó que es más convincente hacer las evaluaciones en varias localidades y en un solo año, que hacerlo en una misma localidad por varios años. En todo trabajo de estimación de parámetros de estabilidad sería conveniente, de acuerdo con Cruz M. y Salazar G. (1992), primero explicar la interacción genotipo-ambiente; para ello proponen hacerlo con regresión, mínimos cuadrados, componentes principales o contrastes. Castañón N. (1994), en arroz (*Oryza sativa*), comparó los parámetros de estabilidad estimados con el método de Wricke (1962) y Eberhart y Russell (1966), y consigna que en forma general los genotipos evaluados presentaron una clasificación de estabilidad similar con ambos métodos. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar un grupo élite de genotipos de trigo y triticale, para seleccionar a los de mayor estabilidad y rendimiento, y además de otras características agronómicas deseables, para su siembra en la zona de secano del altiplano potosino-jalisciense.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el ciclo primavera-verano de 1997, en cinco ambientes de la zona temporalera del altiplano potosino-jalisciense; en el Cuadro 1 se presentan las principales características de las localidades de prueba.

Cuadro 1. Localidades experimentales y datos climáticos durante los periodos de cultivo

Localidad	Altitud (msnm)	Tipo de clima *	Periodo de cultivo	Temp. media (°C)	Precipitación (mm)
Cerritos (Cerritos, S.L.P.)	1150	BS ₁ hw(e) gw"	23/05-25/09	24.8	361.5
La Troje (Arriaga, S.L.P.)	2115	BS ₁ kw (e) g	22/05-22/09	22.3	189.0
Santo Domingo (Ojuelos, Jal.)	2257	BS ₁ kw(e) g	23/07-18/11	16.4	144.3
Santiaguito (Arandas, Jal.)	2060	(A)Ca(w ₁)(w)(e)g	10/07-23/11	16.3	584.5
Bonilla (Pátzcuaro, Mich.)	2132	Cb (w ₂) (w) (e) g	25/07-22/12	15.7	556.2

* García (1988)

El material genético utilizado (Cuadro 2) estuvo constituido por la línea experimental de trigo Maya 74-PVN 76 seleccionada por el Programa de Cereales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), seis genotipos de trigo y cuatro de triticale del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), cinco cultivares de trigo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y dos líneas experimentales de trigo del Colegio de Postgraduados (CP). Se utilizó como testigo regional al cultivar Salamanca S-75.

En todas las localidades el diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con 18 tratamientos y cuatro repeticiones. La unidad experimental estuvo formada por cuatro surcos de 5 m de longitud, con separación entre surcos de 30 cm; como parcela útil se tomaron los dos surcos centrales de 4 m de longitud. El método de siembra fue a chorrillo, con una densidad de siembra de 100 kg ha⁻¹; en todas las localidades se aplicó con la fórmula 80-30-00, a excepción de Santiaguito, Jalisco donde se fertilizó con la fórmula 160-90-00. Para efectos de la evaluación se tomaron las variables siguientes: días a floración (DF), tamaño de espiga (TE), altura de planta (AP), número de granos por espiga (NGE), peso del hectolitro (PHL) y el rendimiento de grano (RG).

Cuadro 2. Relación de genotipos de trigo y triticale (tcl) utilizados en el estudio

Cultivar	Origen	Cultivar	Origen
1. Maya 74-PVN 76	UASLP	10. Prinia	CIMMYT
2. Temporalera M-87	INIFAP	11. Pastor	CIMMYT
3. Gálvez M-87	INIFAP	12. CP-1 No. 608	CP
4. Spet	CIMMYT	13. CP-2 No.611	CP
5. Culiacán F-89	INIFAP	14. Salamanca S-75 (T)*	INIFAP
6. Bavícora F-92	INIFAP	15. Lamb-2 (tcl)	CIMMYT
7. Dhaward Dry	CIMMYT	16. Fahad-5 (tcl)	CIMMYT
8. Nesser	CIMMYT	17. Susi-2 (tcl)	CIMMYT
9. BCN T-88	CIMMYT	18. Eronga tcl-81	CIMMYT

*(T) = testigo regional

En cuanto a los análisis estadísticos, primeramente se realizó un análisis de varianza individual de los 18 genotipos en cada ambiente; posteriormente se realizó un análisis combinado de los cinco ambientes, considerando como variable de respuesta al rendimiento de grano y utilizando el rendimiento del testigo Salamanca S-75 como índice ambiental. Los rendimientos promedios por cultivar de cada experimento fueron analizados según el modelo estadístico propuesto por Eberhart y Russell (1966) para estimar los parámetros de estabilidad.

La clasificación de genotipos con base en los parámetros de estabilidad se realizó de acuerdo con el agrupamiento propuesto por Carballo C. y Márquez S. (1970).

Para la elección de cultivares superiores se consideró un coeficiente de regresión $b_1 \geq 1.0$, una desviación de regresión $S^2 d_1 = 0$ y una ordenada al origen $b_0 \geq 0$. La ordenada al origen (b_0) para cada genotipo se obtuvo a partir de la ecuación de regresión

lineal:

$$\bar{y} = b_0 + b_1 \bar{x}$$

$$\bar{b}_0 = Y - b_1 \bar{x}$$

donde:

b_0 = Ordenada al origen de cada genotipo.

\bar{y} = Media de la variable dependiente.

b_1 = Coeficiente de regresión de los rendimientos en cada ambiente sobre los índices ambientales.

\bar{x} = Media de la variable independiente.

La comparación de las ordenadas al origen se hizo bajo el siguiente juego de hipótesis:

Ho: $b_0 = 0$

Ha: $b_0 \neq 0$

Para probar la significancia de la ordenada al origen se usó una prueba t de la manera siguiente:

$$t_c = \frac{b_1 - 1.0}{S_{b_1}}$$

donde t_c tiene $t(a-2)$ grados de libertad, con un nivel de significancia $\alpha/2$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todos los análisis de varianza para rendimiento por localidad se detectaron diferencias altamente significativas entre cultivares (Cuadro 3). En efecto, como se observa en el Cuadro 4, los promedios de rendimiento y otros atributos evaluados fueron estadísticamente similares en sólo dos de las cinco localidades o ambientes. Las localidades de Santiaguito, municipio de Arandas, Jal., y Bonilla de Pátzcuaro, Mich., presentaron los mayores rendimientos promedio; este resultado puede atribuirse principalmente a que tuvieron las mejores condiciones climáticas (mayor precipitación) las cuales favorecieron notablemente el comportamiento de los genotipos evaluados (Cuadro 1). También, esta diferencia marcada, probablemente sea en parte debida a que en Santiaguito, se fertilizó con una dosis mayor que en las otras localidades. La localidad con el menor rendimiento medio fue Santo Domingo, Municipio de Ojuelos, Jal., pues en este ambiente las lluvias durante el ciclo vegetativo del cultivo fueron las más raquílicas y con peor distribución, con sólo 24.69% de la lluvia que se registró en Santiaguito Arandas, Jal. (Cuadro 1).

Cuadro 3. Cuadrados medios y coeficientes de variación de los análisis de varianza paracada una de las localidades experimentales

Fuente de variación	Cuadrados medios					
	GL	Cerritos	Arriaga	Ojuelos	Arandas	Pátzcuaro
Tratamientos	17	448037**	65218**	173243**	702019*	1371584**
Bloques	3	3936	2972	9061**	851968**	25152
Error	51	8693	3625	3597	208020	29004
Total	71					
CV (%)		6.5	7.8	13.2	15.9	6.2

*, **: Significativo al 0.05 y 0.01, respectivamente

Cuadro 4. Comparación de medias de rendimiento y otras variables relacionadas en las seis localidades evaluadas

Localidad siembra	Fecha (cm)	DF (cm)	TE	AP (kg/hl)	NGE (kg/ha)	PHL	RG
Arandas	10 de julio	68.4a	8.0a	92.7a	54.6a	78.7a	2857a
Pátzcuaro	25 de julio	67.1ab	7.5ab	91.6a	29.1b	77.9a	2753a
Cerritos	23 de mayo	67.0ab	7.1ab	46.8b	28.8bc	74.7ab	1424b
Arriaga	22 de mayo	65.5b	6.8b	44.7b	28.3bc	65.6bc	852c
Ojuelos	25 de julio	60.2c	5.6c	34.6c	21.5c	63.1c	452d
DMS		1.6	1.0	6.9	7.38	10.4	311.7

Cifras con la misma letra en sentido vertical son estadísticamente similares (DMS; 0.05)

El análisis de varianza combinado (Cuadro 5), no mostró diferencias estadísticas entre las medias de los cultivares, pero sí entre sus coeficientes de regresión, lo cual significa una respuesta diferencial de los genotipos a los ambientes. En el Cuadro 6 se presenta el rendimiento promedio y estimaciones de los parámetros de estabilidad en estudio; y se observa que de acuerdo con los valores de significancia para los coeficientes de regresión y las desviaciones

de regresión, se formaron cinco grupos de genotipos, de acuerdo con la clasificación propuesta por Carballo C. y Márquez S. (1970). Según a su adaptabilidad, nueve de los genotipos en estudio mostraron desviaciones de regresión estadísticamente mayores de cero, lo que las coloca en la categoría de inconsistentes; el resto de los genotipos se comportaron como consistentes, pues sus desviaciones de regresión fueron estadísticamente iguales a cero.

Cuadro 5. Análisis de varianza combinado para rendimiento de grano de 18 genotipos de trigo y triticale evaluados en cinco ambientes del altiplano potosino-jalisciense

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	
Total	89	102053700		
Cultivares (C)	17	3008480	176969	
Ambientes (A)		99045200		
CxA				
A (Lineal)	1	269292		
CxA (Lineal)	17	90188240	5305191	**
Desviación conjunta	54	8587664	159030	
Maya 74 PVN 76	3	217592	72530	
Temporalera M-87	3	133288	44429	
Gálvez M-87	3	64260	21420	
Spet	3	12407	4135	
Culiacán F-89	3	923350	307783	**
Bavícora F-92	3	454642	151547	*
Dharward Dry	3	256863	85621	
Nesser	3	618564	206188	
BCN T-88	3	1840631	613543	**
Prinia	3	229756	76585	
Pastor	3	568238	189412	**
CP-1 No. 608	3	132222	44074	
CP-2 No. 611	3	81931	27310	
Salamanca S-75	3	-10455	-3485	
Lamb-2 (Tcl)	3	513236	171078	*
Fahad-5 (Tcl)	3	732313	244104	**
Susi (Tcl)	3	749456	249818	**
Eronga Tcl-81	3	1069360	356453	**
Error Conjunto	255	12900129	50588	

*, **: Significativo al 0.05 y 0.01, respectivamente.

Al considerar los parámetros de estabilidad b_i y S^2d_i de manera conjunta, se obtuvieron cinco grupos de materiales de acuerdo con Carballo C. y Márquez S. (1970). El primer grupo (a), se formó por seis genotipos con estabilidad de rendimiento ($b_i=1$; $S^2d_i=0$); dentro de esta categoría quedaron ubicados los cultivares de trigo Salamanca S-75 (testigo), Maya 74-PVN76, CP-1, Prinia, Gálvez M-87 y Temporalera M-87, de los cuales los tres primeros mostraron rendimiento superior a la media general. El segundo grupo (b) quedó formado por los genotipos BCN T-88, Pastor, Lamb-2 (tcl), Culiacán F-89, Bavícora F-92 y Nesser, con buena respuesta en todos los ambientes, pero cierta inconsistencia ($b_i=1$; $S^2d_i \gg 0$). En el tercer grupo (c) se conformó sólo por el cultivar Dharward Dry, con la mejor respuesta en ambientes desfavorables y consistente en su rendimiento ($b_i < 1$; $S^2d_i = 0$), pero con el rendimiento más bajo de todos los genotipos evaluados.

Cuadro 6. Rendimiento medio y parámetros de estabilidad estimados para 18 genotipos de trigo y triticale, de acuerdo con la clasificación de Carballo C. y Márquez S. (1970)

Genotipo	Rend. (kg ha ⁻¹)	b_i	S^2d_i	b_{ii}	Clasificación
Eronga Tcl-81	1952	1.67 **	305865 **	-955 **	f
BCN T-88	1916	1.01	562955 **	157	b
Fahad-5 (Tcl)	1788	1.39 **	193516 **	-632	f
Salamanca S-75	1741	1.00	-54073	000	a
Susi-2 (Tcl)	1740	1.47 **	199230 **	-819 *	f
Pastor	1727	1.04	249418 **	-83	b
Maya 74-PVN76	1713	1.05	-12233	-115	a
CP-1	1700	1.14	-6513	-285	a
Lamb-2 (Tcl)	1699	1.22	120490 *	-425	b
Spet	1668	1.27 *	-46452	-544	e
Culiacán F-89	1660	1.03	257195 **	-133	b
CP-2	1632	1.25 *	-23277	-544	e
Prinia	1585	1.16	25997	-434	a
Gálvez M-87	1568	1.09	-29168	-329	a
Bavícora F-92	1527	0.94	100959 *	-109	b
Nesser	1524	0.88	154994 **	62	b
Temporalera	1465	0.94	-6158	-171	a
Dharward Dry	1104	0.73 *	35033	-167	c

¹ $b_i \neq 1.0$

² $S^2d_i \neq 0$

³ $b_{ii} \neq 0$

*, **: Significativo al 0.05 y 0.01, respectivamente.

El cuarto grupo (e) estuvo conformado por Spet y la línea CP-2, que presentaron su respuesta mejor en buenos ambientes y consistencia en el rendimiento ($b_i > 1$; $S^2d_i = 0$). Finalmente, en el quinto grupo (f) los triticales Eronga Tc1-81, Fahad-5 y Susi-2 se agruparon por presentar una respuesta mejor en ambientes favorables, pero inconsistente ($b_i > 1$; $S^2d_i > 0$).

Con base en los promedios de rendimiento de los materiales y las situaciones derivadas de la conjugación de sus parámetros de estabilidad, se puede destacar que los cultivares que mostraron mejor respuesta en ambientes favorables pero inconsistente fueron los más rendidores, y los que presentaron buena adaptación a todos los ambientes fueron los que registraron los rendimientos más bajos. Este resultado concuerda con el de Finlay y Wilkinson (1963), quienes encontraron que los genotipos con rendimiento bajo fueron los más estables. También con los resultados de Tai citados por Gómez M. (1977), quien encontró que los cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) más rendidores, fueron a la vez los más inestables.

Así de los genotipos probados, los que presentaron el mayor potencial de rendimiento fueron Eronga Tc1-81 y BCN T-88, con rendimientos de 1952 y 1916 kg ha⁻¹, respectivamente; estos cultivares superaron al testigo regional Salamanca S-75 en un 12.11 y 10.05%, respectivamente.

Dentro del grupo de genotipos estables que con rendimiento superior a la media general de los ambientes en prueba se encuentran los trigos Salamanca S-75, Maya 74-PVN 76 y CP-1, y el resto de genotipos de trigo y triticale con rendimientos abajo de la media general se consideran como menos deseables para su siembra en el área de estudio. Los parámetros que se consideraron para la calificación de los mejores cultivares fueron el coeficiente de regresión (b_i), la desviación de regresión (S^2d_i) y la ordenada al origen (b_o). Así, en el presente trabajo se consideró como cultivar superior aquel que mostrara un coeficiente de regresión $b_i \geq 1$, una desviación de regresión $S^2d_i = 0$, ordenada al origen $b_o \geq 0$ y fuera superior en rendimiento al testigo regional.

En el Cuadro 6 se presenta el rendimiento medio y parámetros de estabilidad de los genotipos en estudio; se observa que dentro de los genotipos que sobresalieron por su rendimiento destacan Eronga Tc1-81 con $b_i > 1$; $S^2d_i > 0$ y $b_o < 0$ y BCN T-88 con $b_i = 1$; $S^2d_i > 0$ y $b_o = 0$; pero como puede observarse, estos materiales con el mayor potencial de rendimiento sobre el testigo regional Salamanca S-75, fueron también cultivares inconsistentes en su rendimiento,

por lo que sólo serían recomendables para regiones con fluctuaciones ambientales menores que las del área estudiada.

Los genotipos que a la vez mostraron estabilidad y sobresalieron por su rendimiento fueron las líneas de trigo Maya 74-PVN76 y CP-1, los cuales reunieron las características requeridas para un cultivar superior ($b_1=1$; $S^2d_1=0$; $b_0=0$), y además sobrepasaron el rendimiento promedio general en los ambientes de estudio; por ello, se puede recomendar su siembra de secano en la zona del altiplano potosino-jalisciense.

El método de evaluación utilizado permitió predecir el rendimiento medio esperado, tanto para ambientes favorables como para ambientes desfavorables. Lo anterior se presenta en la Figura 1, donde se observa que los genotipos con posibilidad de conseguir los mejores rendimientos en ambientes favorables fueron Eronga Tc1-81, Fahad-5 (Tc1) y Susi (Tc1); y los materiales que pueden obtener los mejores resultados en todos los ambientes son BCN-T-88 y Salamanca S-75. Cabe destacar que de acuerdo con la Figura 1, en condiciones limitantes la media del rendimiento del cultivar de trigo BCN T-88, aún fue superior al testigo Salamanca S-75 en todos los ambientes de prueba y además aumentó en mayor proporción su rendimiento, al pasar de un ambiente desfavorable a otro con mayor potencial productivo; lo anterior puede deberse, de acuerdo con Muñoz O. y Rodríguez O. (1988), a que se trata de un genotipo que es afectado más por el ambiente; es decir, que es capaz de aprovechar con mayor ventaja las mejoras ambientales, lo cual se refleja en el incremento de rendimiento de grano.

En el Cuadro 7, se presentan los seis mejores genotipos de trigo y triticale con algunas de sus características agronómicas. Los genotipos Salamanca S-75; Maya 75-PVN 76 y CP-1, los más convenientes para la zona en estudio, por haber mostrado alto potencial de rendimiento y estabilidad, también presentaron características agronómicas deseables, como son: precocidad, número de granos por espiga y peso del hectolitro.

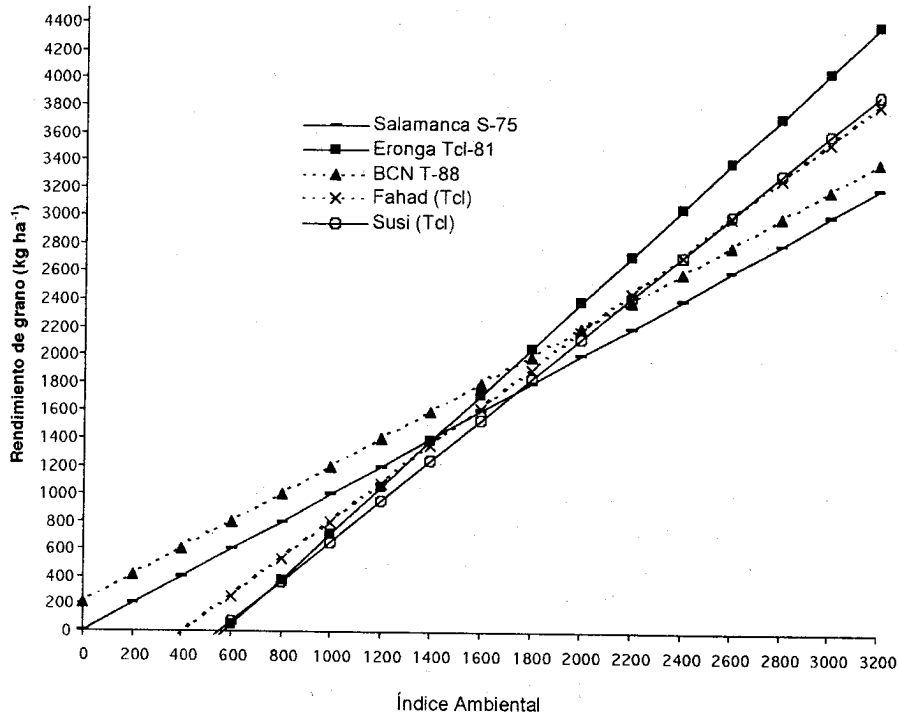


Fig.1. Rendimiento medio esperado para cinco genotipos de trigo y triticale en el altiplano potosino-jalisciense.

Cuadro 7. Rendimiento promedio y algunas características agronómicas de los seis mejores genotipos evaluados

Genotipo	DF	TE (cm)	AP (cm)	NGE	PHL (kg/hl)	RG (kg/ha)
Eronga	68a	8.9a	84a	44.4a	74.9a	1952a
BCN	65a	6.4c	51c	37.4ab	75.4a	1916ab
Fahad	67a	8.0a	76a	37.8ab	69.0bc	1788ab
Salamanca	63c	6.3d	57b	27.0bc	72.9ab	1741ab
Maya	63c	6.3d	58b	31.8ab	75.7ab	1713ab
CP-1	64b	7.9a	59b	29.0bc	77.9ab	1700ab
DMSH	3.35	1.69	11	13.1	10.4	279

Cifras con la misma literal en sentido vertical son estadísticamente iguales (Tukey; 0.05).

CONCLUSIONES

El análisis de varianza combinado para la variable rendimiento no mostró diferencias significativas entre cultivares, pero reveló diferencias altamente significativas para la interacción cultivares por ambientes.

Los genotipos Salamanca S-75, Maya 75-PVN 76 y CP-1 parecen los más convenientes para la zona en estudio, ya que además de haber mostrado alto potencial de rendimiento y estabilidad también presentaron buen desarrollo de sus características agronómicas.

Los genotipos seleccionados como superiores fueron Eronga Tcl-81 y BCN T-88, porque obtuvieron el mayor de rendimiento medio de los materiales evaluados, pero son inconsistentes

en su comportamiento, por lo que parecen más adecuados para aquellas regiones con fluctuaciones ambientales más reducidas.

Al considerar el comportamiento del testigo Salamanca S-75 como índice ambiental, el coeficiente de regresión $b_1 \geq 1$, la desviación de regresión $S_{d_1} = 0$ y la ordenada al origen $b_0 \geq 0$, permitió seleccionar los cultivares más adecuados para la zona temporalera del altiplano potosino jalisciense.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Carballo C., A. y F. Márquez S. 1970. Comparación de variedades de maíz de El Bajío y de la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. *Agrociencia* 5:129-146.
- Castañón N., G. 1994. Estudio de la estabilidad de líneas avanzadas y variedades de arroz usando dos metodologías. *Agr. Mes.* 5: 118-125.
- Cruz M., R. y M. Salazar G. 1992. Métodos alternativos en el análisis de la interacción genotipo-ambiente. Memoria del Simposio Interacción Genotipo-Ambiente en Genotecnia Vegetal. Guadalajara, Jal. México. Sociedad Mexicana de Fitogenética. pp. 127-148.
- Cuéllar T., H., J. J. A. Flores R. y J. Butrón R. 1994. Tecnología disponible para sembrar cereales en la zona del Altiplano. En: Memoria de la Cuarta Reunión Científica y Tecnológica Forestal y Agropecuaria. INIFAP. San Luis Potosí. México.

- Eberhart, S. A. y W. A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci* 6: 36-40.
- Finlay, K.W. y G.N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Aust. Jour. Agric. Res.* 14:742-754.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4ª Ed. UNAM. México. 219p.
- Gómez M., N. 1977. Estabilidad del rendimiento y delimitación de áreas del cultivo de sorgo para grano en México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, E.N.A. Chapingo, México. 139p.
- Juárez E., R. 1977. Interacción genotipo-medio ambiente en la selección y recomendación de híbridos de sorgo para grano. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados, E.N.A. Chapingo, México. 108p.
- Muñoz O., A. y J. L. Rodríguez O. 1988. Models to evaluate drought resistance. *Proceedings of International Conf. on Dryland Farming. Amarillo/ Bushland, Texas. U.S.A.* pp. 741-743.
- Wolff, A. 1976. Trigo x centeno = triticale. *CIMMYT HOY*. No. 5. México. 15 p.
- Wricke, G. 1962. Über eine methode zur erfassung der ökologischer streubreite i felversuchen. *Z. Pflanzenzuchtg.* 47: 92-96.
- Yates, F. y Cochran, W. G. 1938. The analysis of groups of experiments. *J. Agric. Sci.* 28:556-580.



*Editorial
Universitaria
Potosina*