ITEA (1999), Vol. 95V N.° 1, 31-40

COMPARACIÓN DE RESPUESTAS DE TRES MODELOS DE ESTABILIDAD APLICADOS A NUEVE GENOTIPOS DE TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM* L.) EN CUATRO AMBIENTES DE MÉXICO

E. Gutiérrez D. R.
H. Fraga P.

Apdo. 940
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
27000 Torreón, Coahuila
México

RESUMEN

Este trabajo se inició en el año de 1995, comprendió la evaluación de nueve genotipos de trigo generados por la UAAAN-UL, en cuatro localidades de México (UAAAAN-UL Coah., Los Mochis Sin., Irapuato Gto. y Navidad N.L.). El diseño experimental fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones por localidad, únicamente se estudió la variable de rendimiento. Después de realizar los análisis por localidad y el análisis combinado (genotipos y ambientes), se aplicaron tres modelos de parámetros de estabilidad (EBERHART y RUSSELL, 1966; PERKINS y JINK'S, 1968, y el de FREEMAN y PERKINS, 1971), para comparar la clasificación que proporciona cada uno de ellos. Los objetivos generales planteados en el presente estudio fueron: comparar la eficiencia de tres modelos de parámetros de estabilidad y conocer el grado de adaptación de los genotipos en las localidades evaluadas.

Los resultados obtenidos indicaron que la línea AN-1461, presentó un comportamiento estable y tuvo un alto rendimiento, por lo que puede pasar al proceso para su registro como variedad comercial. El genotipo AN-V47-114 que registró un buen rendimiento, y tuvo una adaptación a ambientes desfavorables y además fue consistente, puede ser utilizado en programas de mejoramiento genético por las características que presenta. La línea AN-V3-097 presentó buen rendimiento en todas las localidades, por consiguiente es apropiado para realizar cruzamientos con otros materiales para buscar estabilidad en rendimiento. De los tres modelos de parámetros de estabilidad empleados, el de Eberhart y Russell, fue el más adecuado, tomando como base la clasificación que hace de los genotipos.

Palabras clave: Interacción, Parámetros, Adaptabilidad.

SUMMARY

RESPONSE COMPARISON OF THREE STABILITY MODELS APPLIED TO NINE WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L) GENOTYPES IN FOUR ENVIRONMENT OF MEXICO

The work began in the year of 1995, and consisted of the evaluation of nine wheat genotypes, which were released by UAAAN-UL, in four locations of Mexico (UAAAAN-UL in Torreón Coah., Los Mochis Sin., Irapuato Gto. and Navidad N.L.).

The complete randomized blocks design with four replicates for location, was used and only the variable yield was studied. After, data was analyzed by location and combined, thee stability parameters models were applied: Eberhart and Russell, 1966; Perkins and Jink's, 1968 and Freeman and Perkins, 1971, in order to compare the classification of each wheat genotype. The general objectives of the present study were to compare the efficiency of the three stability parameters models and to know the degree of adaptation of the wheat genotypes to the environments studied.

Results indicated that the AN-1461 line showed stable performance and high yield, therefore it can go further with the release process as a commercial variety. The AN-V47-114 genotype had good yield and adaptation to unfavorable conditions, besides, it was consistent, therefore it can be used in genetic programs which bred for adaptation to unfavorable environment. The line showed good yield in all location, so, it can be used in crossing program, in order to bred for getting stability. From the three stability parameters models studied, the Eberhart and Russell model was the most appropriate, based in the classification of the wheat genotypes.

Key words: Interaction, Parameters, Adaptability.

Introducción

El trigo es de los cereales de mayor importancia, debido a su alto valor nutritivo y a la gran superficie que se siembra de este cultivo, adquiriendo una gran trascendencia, al grado de ser un alimento básico de nuestro pueblo. La gran diversidad de ambientes existentes en el país, limita el uso de genotipos seleccionados, a causa del fenómeno de interacción genotipo-ambiente, ya que dada esta interacción, el fenotipo no siempre tiene una correlación alta con el genotipo sembrado (MÁRQUEZ, 1974; YAU, ORTIZ y SRIVASTAVA, 1991). Los parámetros de estabilidad son de las metodologías que permiten medir la interacción genotipo ambiente, existen varios modelos que se emplean con este fin, por ello es necesario conocer cuál de los modelos disponibles es el más apropiado.

Varios autores (GUTIERREZ, 1992; PALOMO, 1975; MARTÍNEZ y RAJARAM, 1985) coinciden en que es necesario buscar genotipos que presenten un amplio rango de adaptación a distintos ambientes, con el propósito de poder ampliar el área en que se pueden sembrar, al respecto, la mayoría de los trabajos de investigación en este aspecto, se han utilizado para liberar y registrar nuevas variedades mejoradas de cultivos agrícolas (CARBALLO, 1970; BRAUN *et al.*, 1992; GUTIERREZ, 1992), donde el modelo de Eberhart y Russell es el que más predomina, tomando como base la clasificación que hace de los genotipos, a través de los ambientes. Con referencia a lo anterior, se realizó un estudio cuyo objetivo principal fue: comparar la eficiencia de tres modelos de parámetros de estabilidad, para detectar el grado de adaptación de las variedades experimentales de trigo, en base al rendimiento de grano, considerando únicamente las localidades donde fueron sembrados los ensayos de evaluación.

Materiales y métodos

En el trabajo se evaluaron nueve genotipos experimentales de trigo formados por investigadores de la Universidad Autónoma

Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL), que se originaron a partir de cruzamientos de trigos rusos con Mexicanos, en cuyas poblaciones en generaciones avanzadas y heterogéneas se aplicó el método de mejoramiento por pedigree para precocidad, resistencia a enfermedades, porte y para rendimiento, llegando a tener líneas con potencial productivo, las cuales con algunas evaluaciones y selecciones se redujeron, quedando los materiales a que nos referimos en este estudio, el cual se estableció en cuatro localidades durante el año de 1995: la primera en el campo experimental de la UAAAN-UL, localizada entre las coordenadas de 26°25' y 26°30' latitud norte y entre los meridianos 102° y 104° de longitud oeste de Greenwich, con 1.130 msnm, precipitación pluvial media anual de 218 mm y una temperatura media anual de 21,2°C; la segunda localidad se ubicó en Irapuato, Guanajuato, en terrenos de un productor-cooperante con una latitud de 20°41' norte y 101°20' de longitud y una altitud de 1.750 msnm, precipitación media anual de 686,4 mm y temperatura promedio anual de 22°C; la tercera en Navidad, N.L., encontrándose a una latitud norte de 25° y 101° de longitud, a 2.160 msnm, una precipitación de 690 mm y temperatura de 17,3°C promedio anual y la cuarta localidad en el Campo Experimental Valle del Fuerte del INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y forestales) de Los Mochis, Culiacán, que se ubica en el paralelo 25°46' latitud norte y 108°49' longitud oeste, la cual tiene 15 msnm con precipitaciones al año de 750 mm y temperatura media anual de 23,6°C. El diseño experimental utilizado fue el bloques al azar con cuatro repeticiones por localidad. La parcela experimental consistió de 52 m^2 para las localidades de la UAAAN-UL, Irapuato y Navidad; en la localidad de Los Mochis fue de 8 m^2 (ocho surcos de 5 m de largo a 20 cm) surcos de 5 m de largo y con una parcela útil de 6 m^2 (seis surcos de 5 m a 20 cm). Se realizaron análisis de varianza por localidad para la característica de rendimiento. Posteriormente se efectuó un análisis combinado que involucró localidades y genotipos con el fin de definir si existía significancia estadística entre los tratamientos, las localidades y su interacción, para posteriormente aplicar los tres modelos de parámetros de estabilidad que se compararon.

Los modelos más comunes que miden la estabilidad de varios genotipos a través de los ambientes son: el modelo matemático propuesto por EBERHART y RUSSELL en 1966, siendo expresado por la ecuación matemática $Yij = \mu + \beta i\, lj + \delta ij$, que determina los efectos de la respuesta entre la variable dependiente e independiente, basados en la varianza debida a la regresión y desviación, mostrando un comportamiento lineal en los genotipo evaluados en varios ambientes, el Modelo de PERKINS y JINK'S descrito en el año de 1968, que basa su respuesta en la ecuación $Yijk = \mu + di + ej + gij + eij$, donde la regresión lineal es entre la interacción del genotipo – ambiente y los índices ambientales (regresión combinada), utilizando promedios de los tratamientos para expresar la heterogeneidad en los ambientes, y el Modelo de FREEMAN y PERKINS establecido en el año de 1971 con la formula de respuesta determinada como $Yijk = \mu + di + ej + gij + eijk$, donde los parámetros son estimados con los índices ambientales en forma independiente a partir de grupos de repeticiones, y el resto de grupos son utilizadas para calcular los valores de regresión y desviaciones, dando lugar a una división de los grados de libertad de los ambientes.

Para una mejor interpretación de los parámetros se hace uso de la tabla de clasi-

ficación propuesta por CARBALLO (1970), quien en función de los diferentes valores que pueden tomar los parámetros estimados, los coeficientes de regresión (bi) y las desviaciones cuadradas de la regresión (Sdi^2), que ubican la adaptación como:

Categoría	bi	Sdi^2	Adaptación
a)	= 1	= 0	Variedad Estable (E).
b)	= 1	> 0	Buena respuesta en todos los ambientes, inconsistente (TI).
c)	< 1	= 0	Responde bien en ambientes desfavorables y consistente (DC).
d)	< 1	> 0	Responde bien en ambientes desfavorables pero inconsistente (DI).
e)	> 1	= 0	Responde mejor en buenos ambientes y consistente (FC).
f)	> 1	> 0	Responde mejor en buenos ambientes, pero es inconsistente (FI).

Resultados y discusión

Los análisis estadísticos de varianza por localidad (ambiente), dio la información que se presenta en el cuadro 1, donde se observa que para la fuente de repeticiones se tiene significancia en las localidades de Los Mochis e Irapuato, mientras que para tratamientos solamente en la localidad de Navidad N.L. no hubo diferencia significativa con respecto al rendimiento de las variedades evaluadas. Los coeficientes de variación en su mayoría fueron aceptables, lo que indica que existió muy poca variación en el proceso de la recopilación de los datos (MARTÍNEZ y RAJARAM, 1985), con excepción del que se presenta en la localidad de Navidad con valor de 21,14%, el cual es considerado alto, tal vez debido a efectos ambientales que no fueron controlados adecuadamente, como por ejemplo, la nivelación (siembra en ladera), las heladas (2.000 msnm), lo que trae como resultado que no exista diferencia estadística tanto para bloque como para genotipos (CARBALLO y MÁRQUEZ, 1970).

El comportamiento promedio de las variedades experimentales por localidad se presenta en el cuadro 2, donde se aplicó la prueba estadística denominada Diferencia Mínima Significativa (DMS) en cada localidad, para comparar y clasificar las mejores variedades, indicando que en los ambientes donde hay condiciones favorables para el trigo, se presenta una mayor diferenciación estadística entre los genotipo (UAAAN-UL e Irapuato) y la localidad donde los materiales se comportaron de manera similar fue la de Navidad N.L., en la cual al realizar la prueba de medias DMS con un nivel de significancia de 0,05%, resultó con valor de 1,695, muy alto en comparación con los obtenidos en las otras localidades, haciendo que los genotipos presentaran rendimientos estadísticamente iguales; respecto a la localidad de los Mochis Sin., ésta tiene los rendimientos promedios bajos, ocasionados por la canti-

CUADRO 1
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE VARIANZA DE NUEVE GENOTIPOS EXPERIMENTALES DE TRIGO, ENSAYADOS EN CUATRO LOCALIDADES DE LAS ÁREAS TRIGUERAS DE MÉXICO
TABLE 1
VARIANCE ANALYSIS RESULTS OF NINE EXPERIMENTAL GENOTYPES OF WHEAT IN FOUR REPRESENTATIVES ENVIRONMENT OF THE AREAS OF MEXICO. 1996

LOCS.	UAAAN U-L, COAH.			LOS MOCHIS, SIN.		IRAPUATO, GTO.		NAVIDAD, N.L.	
C.V.	G.L.	C.M.	SIG.	C.M.	SIG.	CM.	SIG.	C.M.	SIG.
REP.	3	13,26	N.S.	56,23	*	126,34	*	256,50	N.S.
GEN.	8	235,61	**	165,83	**	628,56	**	385,36	N.S.
Error	24	21,02		38,31		63,01		353,42	
Total	35								
Media		4684,9		4034,3		6012,0		5494,0	
C.V.%		10,47		11,49		8,83		21,14	

* indica diferencia significativa al 5%.
** diferencia significativa al 1%.
N.S. no hay significancia.

dad de enfermedades que dañan a la planta de trigo, factor importante en la respuesta de las variedades en estudio. Las variedades con mejor rendimiento de grano en condiciones desfavorables de agua (localidad UAAAN-UL) y presencia de enfermedades (localidad Mochis) fueron AN-1447 y AN-V47-114, mientras que la variedad AN- 1461 respondió muy bien en todas las localidades donde fueron establecidos los ensayos.

Al conjuntar los datos de todas las localidades en un análisis de varianza combinado se detectó un efecto significativo tanto para ambientes, genotipos y la interacción genotipo-ambiente, condición para continuar con la aplicación de los modelos de parámetros de estabilidad, de acuerdo a lo indicado por investigadores, quienes han mencionado que al haber significancia en el análisis combinado, esto da alternativa para estimar los parámetros de estabilidad (PÉREZ, 1994; MÁRQUEZ, 1992; FERNÁNDEZ, 1991), además se tiene que la localidad con la media de rendimiento más alta fue la de Irapuato, seguido por Navidad, La UAAAN-UL y finalmente Los Mochis. El haber encontrado diferencia entre los ambientes, demuestra que son lo suficientemente distintos, de modo que se puede considerar que estas cuatro regiones cubren un rango de condiciones diversas para que los materiales se desarrollen de manera distinta, principalmente por la presencia de factores adversos que merman su rendimiento hasta un 80%. Al hablar de la importancia de la estimación de los parámetros de estabilidad (EBERHART y RUSSELL, 1966; los tratamientos con letras iguales indican que no hay diferencia significancia entre ellos, GHADERI, EVERSON y CRESS, 1980), se señala que una buena estimación de los coeficientes de regresión, puede ser obtenida en pocos ambientes bien representados si cubren el rango de respuestas esperadas, lo

CUADRO 2
COMPARACIÓN DE MEDIAS APLICANDO LA PRUEBA ESTADÍSTICA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA (DMS) DE LA CARACTERÍSTICA DE RENDIMIENTO DE NUEVE GENOTIPOS DE TRIGO EN CUATRO LOCALIDADES REPRESENTATIVAS DE LAS ÁREAS TRIGUERAS DE MÉXICO. 1996

TABLE 2

MEDIA'S COMPARATION APPLYING THE STATISTICS TEST OF MINIM DIFFERENCE SIGNIFICATIVE (MDS) OF THE YIELD CHARACTERISTIC OF NINE GENOTYPES OF WHEAT IN FOUR REPRESENTATIVES ENVIRONMENT OF THE AREAS OF MEXICO. 1996

		LOCALIDAD UAAAN-UL		LOCALIDAD MOCHIS			LOCALIDAD IRAPUATO			LOCALIDAD NAVIDAD		
TRAT.	GENOTIPO	MEDIA(kg/ha)	DMS	T	MEDIA (kg/ha)	DMS	T	MEDIA(kg/ha)	DMS	T	MEDIA (kg/ha)	DMS
8	AN - $V_{3\text{-}O97}$	5510,50	a	2	4867,50	a	9	7225,00	a	6	6066,75	a
2	AN - 1447	5392,25	ab	4	4647,75	a	7	6800,00	ab	5	5887,50	a
4	AN - $V_{47\text{-}114}$	5105,00	abc	7	4408,25	ab	8	6500,00	abc	7	5783,25	a
7	AN - 1461	4853,25	abcd	9	4335,25	ab	1	6100,00	bcd	1	5740,00	a
6	AN - 1434	4693,75	bcde	8	3783,50	bc	5	6016,75	cde	8	5716,75	a
9	AN – TONGO-91	4426,50	cdef	6	3645,75	c	4	5825,00	cde	9	5415,00	a
1	AN - 1467	4232,75	def	5	3629,00	c	2	5500,00	def	3	5050,00	a
3	AN - 1421	4134,75	ef	3	3550,00	c	3	5266,50	ef	4	5037,50	a
5	AN - 1469	3885,75	f	1	3441,75	c	6	4875,00	f	2	4750,00	a
		DMS al 5% = 717,53			DMS al 5% = 676,55			DMS al 5% = 775,32			DMS al 5% = 1695,0	

Los tratamientos con letras iguales indican que no hay diferencia significancia entre ellos.

cual coincide en este trabajo. El que la localidad de Irapuato, sea el ambiente con los rendimientos más altos, se explica por que los materiales en estudio, fueron seleccionados genética y fenotipicamente en sus generaciones iniciales en esta región del país, por lo cual están bien adaptados a estas condiciones (XIE y MOSJIDIS, 1996; GUTIÉRREZ, 1992). El hecho de que la localidad de Los Mochis localizada en el noroeste del México, sea la que presenta los rendimientos más bajos es debido a que las condiciones ambientales son propicias para algunas enfermedades, particularmente para dos de ellas: la roya de la hoja y carbón parcial, causados por *Puccinia recondita* Rob y Desm. F. sp Tritici Erickss y Henn, y *Tilletia indica* Mitra (BARRERAS, 1995), coincidiendo con otros investigadores (BRAUN *et al.,* 1992); quienes indicaron que para el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), la principal estación de mejoramiento o selección es Ciudad Obregón, Son., el cual es un lugar de alta productividad en el desierto de Sonora en el Noroeste de México, región donde también se localiza el Valle granero de Los Mochis.

Con el uso del modelo de EBERHART y RUSSELL, (1966), se encontró que dos de los materiales resultaron estables en los diferentes ambientes evaluados, de estos el AN-1461 tiene el mejor rendimiento, por lo que puede ser utilizado tanto en ambientes favorables como desfavorables, el genotipo AN-1421 es estable, pero no se puede recomendar por su bajo rendimiento; la línea AN-V47-114 tiene un buen rendimiento y responde en ambientes desfavorables, lo que la hace recomendable para ambientes pobres; algunos estudios (CARBALLO y MÁRQUEZ, 1970) establecieron que una variedad con rendimiento aceptable, con respuesta en ambientes desfavorables y consistente es un genotipo prometedor. Además se confirmó que la variedad ANTONGO 91 tiene una buena respuesta en ambientes favorables y es inconsistente, condición que coincide con otros trabajos (GUTIÉRREZ, 1992) que avalaron esta variedad (cuadro 3).

Este modelo estadístico, clasifica dos genotipos como estables (E), uno como TI que respondió bien en todos ambientes pero fue inconsistente, uno como DC que respondió mejor en ambientes desfavorables y es consistente, dos como DI (responde mejor en ambientes desfavorables e inconsistente), un genotipo como FC (mejor respuesta en ambientes favorables y consistente) y uno como FI con mejor respuesta en ambientes favorables e inconsistente.

El modelo de PERKINS y JINK'S, (1968) (cuadro 3), clasifica todos los genotipos como DI según la escala utilizada (CARBALLO, 1970), la cual señala que presentaron coeficientes de regresión menores que *uno* y desviaciones cuadradas muy altas, indicando que los materiales evaluados son genotipos que responden mejor en ambientes desfavorables y son inconsistentes. Debido a que sólo se registró una sola clasificación de genotipos, podemos considerar que este modelo no fue el más apropiado de los tres que se emplearon, indicando el autor que se requiere un mayor rango en la diferenciación a través de localidades, condición que recomiendan de manera similar otros investigadores (BARRERA, 1995; PÉREZ, 1994 GUTIÉRREZ, 1992; PALOMO, 1975).

En el cuadro 3, se observa que el modelo de Freeman y Perkins clasificó a un genotipo que fue denominado estable E, uno lo clasifica como TI, que respondió bien en todos ambientes pero es inconsistente, uno como DC que respondió

CUADRO 3
MEDIAS DE RENDIMIENTO, PARÁMETROS DE ESTABILIDAD Y CLASIFICACIÓN DE ADAPTABILIDAD ESTIMADAS A TRAVÉS DE TRES MODELOS DE ESTABILIDAD AGRONÓMICA, PARA NUEVE GENOTIPOS EXPERIMENTALES DE TRIGO EN CUATRO LOCALIDADES REPRESENTATIVAS DE LAS ÁREAS TRIGUERAS DE MÉXICO. 1996

TABLE 3
MEDIA'S YIELD, STABILITY PARAMETERS AND CLASSIFICATION OF ADAPTABILITY ESTIMATED FOR THREE STABILITY MODELS AGRONOMIC, FOR NINE EXPERIMENT GENOTYPES OF WHEAT IN FOUR REPRESENTATIVES ENVIRONMENT AREAS OF MEXICO. 1996

	MODELO DE EBERHART Y RUSSELL					PERKINS Y JINK´S			FREEMAN Y PERKINS		
TRAT.	GENEA.	Kg/ha	Bi	S^2di	Clasif.	Bi	S^2di	Clasif.	Bi	S^2di	Clasif.
7	AN-1461	5461	1,19	-,59	E	0,19	12,99	DI	1,40	33,03	FI
8	$AN_{-v3-097}$	5378	1,22	1,18	TI	0,22	15,19	DI	0,13	17,36	DI
4	$AN_{-V47-114}$	5154	0,49	-,04	DC	-0,42	5,10	DI	0,61	-2,63	DC
2	AN-1447	5127	0,15	,05	DI	-0,98	11,84	DI	0,27	10,31	DI
1	AN-1467	4879	1,42	-,81	FC	0,42	15,42	DI	1.51	12,01	FI
5	AN-1469	4855	1,38	1,02	FI	0,38	16,86	DI	1,44	4,26	FI
6	AN-1434	4820	0,80	6,02	DI	-0,80	20,93	DI	0,99	4,66	TI
3	AN-1421	4500	0,91	-1,11	E	-0,91	9,28	DI	1,33	-8,16	E
9	AN-TONGO-91-TESTIGO	4350	1,39	3,38	FI	0,39	19,35	DI	1,59	3,93	FI

Bi = Coeficiente de regresión.
S^2di = Desviaciones cuadradas.
Clasif. = Grado de adaptación.
E = Estable.
FC = Buena respuesta en ambientes favorables y consistente.
FI = Buena respuesta en ambientes favorables e inconsistente.
DC = Buena respuesta en ambientes desfavorables y consistente.
DI = Buena respuesta en ambientes desfavorables e inconsistente.
TI = Responde bien en todos los ambientes pero inconsistente.

mejor en ambientes desfavorables y es consistente, dos como DI que respondieron mejor en ambientes desfavorables e inconsistente y cuatro como FI con mejor respuesta en ambientes favorables e inconsistentes, sobresaliendo que el genotipo estable es de bajo rendimiento (AN-1421) y no puede ser seleccionado para ser recomendado, por lo que la línea experimental AN-V47-114 fue la mejor por tener respuesta muy buena en ambientes desfavorables y consistente (DC), con este resultado se confirma que las variedades de mayor rendimiento no siempre son estables (PETERSON, 1992).Con los resultado obtenidos y al com-parar los tres modelos para los parámetros de estabilidad se observó que él propuesto por Eberhart y Russell es el que nos determina una mejor clasificación de los materiales, el modelo propuesto por Perkins y Jink's sólo clasifica a los genotipos en un sólo tipo y el modelo propuesto por Freeman y Perkins clasifica a los genotipos en un mayor número de categorías que el de Perkins y Jink's, pero en menos que el de Eberhart y Russell (cuadro 3). De

acuerdo a resultados de otras investigaciones, el mejor método, es aquel que detecta a las mejores variedades por su promedio de rendimiento y el buen comportamiento a través de los ambientes, o también que sean clasificadas como estables (E) con alto rendimiento, rendimiento alto en ambientes favorables y consistente (FC) y un rendimiento aceptable y consistente en ambientes desfavorables (DC), (CARBALLO y MÁRQUEZ, 1970; MÁRQUEZ, 1974; GHADERI *et al.*, 1980; FERNÁNDEZ, 1991); los genotipos AN-1461, AN, -V3-097 y AN-V47-114 con mayor rendimiento, están mejor clasificados por el modelo de Eberhart y Russell, resultando E, TI y DC respectivamente, mientras que para clasificar los materiales de menor rendimiento, fueron muy similares los tres métodos.

Conclusiones

El diferente comportamiento de los genotipos a través de los ambientes, nos indica que estas cuatro localidades difieren mucho en los factores principalmente climáticos y edáficos, propiciando una mejor estimación de los parámetros de estabilidad, ya que cubren el rango de respuesta esperado, dando confiabilidad en los resultados.

El índice ambiental con más alto promedio de rendimiento correspondió a la localidad de Irapuato, lugar donde se realizaron las primeras etapas de selección, lo que confirma que el ambiente en que se seleccionan los genotipos, influye en su adaptación a determinado ambiente, mientras que el índice ambiental más bajo lo encontramos en Los Mochis, que es un buen ambiente de selección de genotipos para factores adversos, por lo que es importante incluirlo en posteriores evaluaciones de materiales de trigo que genere la UAAAN-UL.

El modelo de Eberhart y Russell realzado en el año de 1966 es el más adecuado, tomando como base la clasificación que hace de los genotipos más sobresalientes, principalmente por el alto rendimiento y el comportamiento a través de los ambientes donde se evaluaron.

El modelo de Eberhart y Russell clasificó a la línea AN-1461 que se comportó estable(E) en los diferentes ambientes, y además tiene buena media de rendimiento (5.461 kg/ha), por lo que puede pasar al proceso para su registro como variedad comercial. Además, el genotipo AN-V47-114 que tiene un buen rendimiento (5.154 kg/ha) y una clasificación DC (buena respuesta en ambientes desfavorables y consistente) puede ser usado en programas de mejoramiento por su adaptación a condiciones desfavorables.

La línea experimental AN-V3-097, presenta buen rendimiento en todas las localidades, por consiguiente es buen patrón de cruzamiento con otros materiales para buscar estabilidad en rendimiento, debido a su comportamiento inconsistente reportado por los tres modelos en estudio.

Bibliografía

BARRERAS S.M.A., 1995. Huites F-95 y Choix M-95 nuevas variedades de trigo harinero para Sinaloa. Campo Experimental Valle del Fuerte. Folleto técnico N.° 12.

BRAUN H. J., PFEIFFER W.H. and POLLMER W.G., 1992. Environments for Selecting Widely Adapted Spring Wheat. Crop Sci., Vol. 32 , 1420-1427.

CARBALLO C. A., 1970. Comparación de variedades de maíz del Bajío y de la Mesa Central por su rendi-

miento y estabilidad. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados. ENA Chapingo. México.

CARBALLO C. A. y MÁRQUEZ S.F.,1970. Comparación de variedades de maíz del Bajío y la mesa central por su rendimiento y estabilidad. Agrociencia.,Vol. 5, 129-146.

EBERHART S. A. and RUSSELL W.A., 1966. Stability Parameters for Comparing Varieties. Crop Sci. Vol. 6, 36-40.

FERNÁNDEZ G.C.G., 1991. Analysis of genotype x environment interaction by stability estimates. Hort. Sci. Vol. 26, 947-950.

FREEMAN G. H. and PERKINS J. M., 1971. Environmental and genotype environmental components of variability VIII. Relations between genotypes grown in different environments and measures of these. Heredity. Vol. 27, 15-23.

GHADERI A., EVERSON E.H. and CESS C.E., 1980. Classification of environments and genotypes in wheat. Crop. Sci. Vol. 20, 707-710.

GUTIÉRREZ D.R., E., 1992. Parámetros de estabilidad aplicados en el mejoramiento de trigo (*Triticum aestivum*). XIV Congreso nacional de fitogenetica. Memoria. p. 391.

MÁRQUEZ S. F., 1974. El problema de la interacción genético-ambiental en genotecnia vegetal. Patena, A. C. Chapingo, México.

MARTÍNEZ S.J. y RAJARAM S., 1985. Resultados de los ensayos uniformes de trigo en la zona norte ciclo 1983-1984. SARH, INIA, Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste. Cd. Obregón, Son. México.

PALOMO G. A., 1975. Estimación de los Parámetros de Estabilidad y su Aplicación en Investigación Agrícola con Algodonero. Vol.1, CIANE, INIA. p. 2-4.

PÉREZ H.G., 1994. Interacción Genotipo-ambiente de 20 genotipos de maíz (Zea Mays L.) bajo el método de Freeman y Perkins. Tesis de Licenciatura. Torreón, Coahuila, México. UAAAN-UL. p. 2-4.

PERKINS J. M. and JINK'S J.L., 1968. Environmental and genotype-environmental components of variability. Multiple lines and crosses. Heredity. Vol. 23, 339-356.

PETERSON C.J., 1992. Similarities among test sites based on cultivar performance in the hard red winter wheat region. Crop. Sci. Vol. 32, 907-912.

XIE C. and MOSJIDIS J.A., 1996. Selection of stable cultivars using phenotypic variances. Crop. Sci. Vol. 36, 572-576.

YAU S. K., ORTÍZ F.G. and SRIVASTAVA J.P., 1991. Classification of diverse bread wheat-growing environments based on differential yield responses. Crop. Sci. Vol. 31, 571-576.

(Aceptado para publicación el 30 de septiembre de 1998)