

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



Comparación de Variedades de Girasol por su rendimiento y parámetros de estabilidad en los Valles Altos de la Mesa Central.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A

RAFAEL GARCIA PRECIADO

GUADALAJARA,

JALISCO,

1977

COMPARACION DE VARIEDADES DE GIRASOL POR SU RENDI-
MIENTO Y PARAMETROS DE ESTABILIDAD EN LOS VALLES
ALTOS DE LA MESA CENTRAL.

AGRADECIMIENTOS

Al INIA por la formación profesional que he adquirido en su seno y por las facilidades para la realización del presente trabajo.

Al Ing. M.C. Benjamín Rodríguez Garay por la sugerencia de realización del presente trabajo, por su apoyo, aportaciones y asesoramiento durante el desarrollo del mismo.

Al Dr. Aquiles Carballo Carballo por sus sugerencias y revisión del manuscrito.

Al Sr. Enrique García López por su valiosa cooperación en la realización de los trabajos de campo que hicieron posible este trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres Angelina y Rigoberto por su confianza, consejos y apoyo durante todos mis estudios.

A mis hermanos por su cariñosa ayuda.

A mis maestros por sus enseñanzas.

A la Escuela de Agricultura.

A la Universidad de Guadalajara.

INDICE

	Pág.
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	3
MATERIALES Y METODOS	9
Descripción de materiales	9
Ambientes	10
Diseño experimental	11
Régimen de humedad	12
Análisis estadístico	12
Análisis de varianza	12
Parámetros de estabilidad	12
Pruebas de hipótesis	15
RESULTADOS	18
DISCUSION	25
CONCLUSIONES	29
BIBLIOGRAFIA	30

INTRODUCCION

Generalmente una de las medidas discriminatorias más utilizada por los investigadores agrícolas ha sido el rendimiento promedio de los genotipos, sin considerar si existe interacción genético-ambiental, o si esos genotipos pueden o no permanecer estables al cultivarlos en una amplia gama de ambientes.

Este tipo de interacción (genético-ambiental) es una fuente de variación investigada recientemente, con el objetivo de idear metodologías de prueba, análisis y selección, que faciliten la identificación de genotipos que por una menor interacción con el medio ambiente posean mayor amplitud de adaptación o, en todo caso, para delimitar áreas geográficas en las cuales la adaptabilidad de determinadas variedades (genotipos) sea mejor.

Los resultados de esas investigaciones dieron origen al método de Eberhart y Russell (1966), siendo el más utilizado en la actualidad, que propone la discriminación de variedades de acuerdo a sus valores de b_i (coeficiente de regresión) y Sd_i^2 (desviación de regresión) siendo considerados los mejores estimadores de los parámetros de estabilidad.

Para los fines de este estudio, la utilización de este modelo fue indispensable en los siguientes aspectos:

- 1) Caracterizar y discriminar variedades en base a su respuesta que está dada por rendimiento medio, estabilidad y/o tipo de respuesta como resultado de sus valores de B_i y S_{di}^2 .
- 2) Seleccionar materiales que tengan buena respuesta en ambientes específicos o de estabilidad y rendimiento promedio aceptables para su recomendación en Valles Altos.

REVISION DE LITERATURA

Allard y Bradshaw (1964), dividen las variaciones del ambiente en predecibles e impredecibles; son predecibles todas aquellas características permanentes del medio ambiente, e impredecibles todas las fluctuaciones función del tiempo. Denominan a una variedad como "buena amortiguadora", o con "buena flexibilidad", cuando puede ajustar su condición genotípica y fenotípica en respuesta a condiciones transitorias del medio ambiente, y distinguen dos tipos de flexibilidad: 1) "flexibilidad individual", cuando cada individuo de una población tiene una buena adaptación al rango de ambientes, y 2) "flexibilidad poblacional", que surge de diferentes genotipos coexistiendo, cada uno de ellos, adaptado a determinados rangos de distintos ambientes.

Eberhart y Russell (1966) propusieron un modelo que define los parámetros de estabilidad que pueden usarse para describir el comportamiento de una variedad en una serie de medios ambientes. Usaron como índice ambiental el promedio de rendimiento de las variedades en un medio particular, menos la media general. Los parámetros de estabilidad por ellos definidos fueron: a) un coeficiente de regresión estimado como la regresión del rendimiento promedio de cada variedad sobre los distintos índices ambientales y

b) el cuadrado medio de las desviaciones de la regresión. Definen como variedad estable la que tenga valores de 1.0 y 0, respectivamente, para dichos parámetros, y para que además sea deseable, su rendimiento promedio debe ser elevado.

Modelo matemático propuesto:

$$Y_{ij} = \mu_i + \beta_i I_j + \delta_{ij}$$

en la cual: $i = 1, 2, \dots v$. (variedades)

$j = 1, 2, \dots n$. (ambientes)

Y_{ij} = media varietal de la variedad i en el ambiente j .

μ_i = media de la variedad i sobre todos los ambientes.

β_i = coeficiente de regresión que mide la respuesta de la variedad i en varios ambientes.

δ_{ij} = desviación de la variedad i en el ambiente j .

I_j = índice de medio ambiente, obtenido como la media de todas las variedades en el ambiente j menos la media general.

Demostraron que existen evidencias de la heredabilidad de las desviaciones de regresión considerando que son muy importantes en la selección de materiales.

Carballo y Márquez (1970) en híbridos y variedades mejoradas de maíz de El Bajío y de la Mesa Central, probadas en la región de El Bajío, Norte del Estado de Guanajuato y el Altiplano de Jalisco, estimaron el rendimiento promedio de grano y los paráme-

tros de estabilidad según modelo de Eberhart y Russell (1966).

Se discriminaron los híbridos y variedades en función de sus medias y parámetros de estabilidad, y se identificaron como deseables si tenían una media alta, un coeficiente de regresión igual a uno y desviaciones de regresión iguales a cero. Los resultados que obtuvieron indican lo siguiente:

1.- Que la selección y recomendación de variedades para regiones específicas ha sido efectiva.

2.- Consideran que el concepto de variedad deseable debería definirlo el investigador en función de las características de medio ambiente de su región.

3.- El conocimiento de las interacciones variedad x localidad y variedad x años, y la importancia de cada una dentro de un programa de mejoramiento, orientará mejor respecto a la conveniencia de una estratificación de la región en subregiones.

Carballo propone finalmente un cuadro para la identificación de materiales mediante sus valores de β_i y Sd_i^2 .

Rassmusson (1968) no pudo obtener una conclusión definitiva respecto a las relaciones entre el nivel de diversidad genética y la estabilidad en variedades de cebada, aunque las variedades con mayor diversidad fueron ligeramente más estables.

Palomo y Prado en un estudio de 7 variedades de algodón, bajo condiciones de suelos con distintos niveles de inversión por el hongo Verticillium wilt. K. de la Comarca Lagunera, utilizaron el modelo de Eberhart y Russell (1966) modificado por Carballo, consideran que la variedad Acala 5701W por su desviación de regresión, igual a cero y su coeficiente de regresión menor que uno, rinde bien en ambientes altamente infestados por Verticillium y que sus rendimientos son altamente consistentes y predecibles.

Bucio A., L. (1966) desarrolló un modelo para la estimación de los parámetros medio ambiente y genotipo x medio ambiente. De la aplicación de dicho modelo a datos de altura final de dos líneas puras de Nicotiana rustica encontró que el efecto ambiental y el efecto genético ambiental están relacionados linealmente.

Finlay y Wilkinson (1963) consideraron dos índices para el análisis de estabilidad en 277 variedades de la colección mundial de cebada. Utilizaron como medida del ambiente, el promedio de rendimiento de todas las variedades de cada localidad y en cada estación. La estabilidad de la variedad está definida por estos autores, en función de su rendimiento promedio, y el coeficiente de regresión del rendimiento sobre los ambientes.

Rendimientos promedios elevados y coeficientes de regresión

de 1.0 indican que la variedad tiene adaptabilidad general; coeficientes de regresión superiores a 1.0 identifican a variedades sensibles a los cambios ambientales y específicos para ambientes de altos rendimientos; por el contrario, valores inferiores a 1.0 identifican a variedades poco sensibles a los cambios ambientales y con mayor especificidad a ambientes de bajos rendimientos.

Scott (1967) encontró que la selección para la característica de estabilidad en líneas de maíz fue bastante efectiva, lo cual sugiere que está controlada genéticamente.

Joppa, Lebsock y Bush (1971) utilizaron el modelo propuesto por Eberhart y Russell para estudiar variedades de trigo. Estos autores consideraron la desviación sobre la regresión como una medida de la interacción genotipo-ambiente. Ellos concluyeron que cada variedad tiene su propio valor de regresión, así como también la desviación de esta regresión (S_{di}^2), y utilizan el término interacción específica (variedad-ambiente) cuando una causa específica se hace presente, tal como el ataque de patógenos; ellos encontraron además gran influencia del ataque de roya sobre la estabilidad de las variedades.

Torrice (1973) estudió el comportamiento de 20 variedades de maíz en ambientes contrastantes que resultaron de la combinación de dos densidades de población y dos niveles de fertilidad. Los resultados indicaron para la autora, que la variación entre

años, densidades de población y niveles de fertilidad del suelo afectaron en forma diferente a cada una de las variedades, y observó en la estimación de los parámetros de estabilidad para índice foliar, índice de cosecha, índice de eficiencia y rendimiento, que junto con la modificación de la media de rendimiento durante la selección, se modificaron también los parámetros de estabilidad en mayor o menor grado dependiendo de la variedad. Torrico concluye que las variedades desarrolladas en condiciones ambientales críticas, al ser evaluadas en ambientes favorables, muestran un comportamiento mejor que aquellas variedades desarrolladas en buenas condiciones ambientales.

MATERIALES Y METODOS

Descripción de materiales

El material genético utilizado para esta investigación se compone de un grupo de 13 variedades de girasol (Helianthus annuus L.) de polinización libre, obtenidas en su totalidad por introducción de distintos países de Europa y América (Cuadro 1)

Cuadro 1. Características agronómicas de las variedades.

Variedades	Días a Floración	Altura Final	Peso 1000 semillas (gr)	% Aceite	País de origen
Armavir	85	155	68.1	38.9	E.U. 1970
Armavirec	85	135	72.9	33.9	Francia 1970
Cernianka	89	135	76.0	41.0	Francia 1970
Ienissei	77	147	73.2	35.9	Rusia 1964
Issanka	80	148	74.5	39.3	Francia 1971
Iregi-Csikos	90	173	54.5	30.3	Hungría 1970
Krasnodaretz	90	155	72.1	35.1	Holanda 1970
Luc	95	185	62.7	41.1	Argentina 1973
Peredovik	98	180	76.5	42.4	Rusia 1964
Record	108	215	83.1	43.4	Rumania 1970
Smena	100	170	73.4	43.3	Rusia 1964
Talinay	95	148	70.0	44.7	Argentina 1973
Vniimk 6540	100	180	69.5	43.2	España 1970-71

Ambientes

El experimento de evaluación de las 13 variedades fue sembrado en 4 localidades de Valles Altos, incluyéndose tres fechas de siembra, experimento establecido en la localidad de Chapingo, Méx. El propósito fue aumentar el número de ambientes que permitiera obtener una mayor confiabilidad en las estimaciones de parámetros.

1a localidad. Campo Agrícola Experimental Chapingo, se encuentra a una altura de 2,248 msnm, impera el clima Cwbg*: templado húmedo con lluvias en verano, la temperatura media anual es de 15.4°C y una precipitación pluvial anual de 768 mm. Fechas de siembra: A = 16 junio; B= 1º julio; C = 16 julio.

2a localidad. Estación Muñoz, Tlax., a una altura de 2,450 msnm clima Cwbg: templado húmedo con lluvias en verano, la temperatura media anual del mes más caliente es inferior a 22°C y una precipitación pluvial anual de 807 mm. Fecha de siembra 22 mayo.

3a localidad. Sta María Zoapila, Tlax., a una altura de 2,420 msnm, el clima es el BS kwg: seco estepario con lluvias en verano, con temperatura media anual inferior a 18°C y media mensual de algunos meses superior a 18°C y una precipitación pluvial anual de 620 mm. Fecha de siembra: 4 mayo.

* Enriqueta García. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de W. Köppen.

la localidad. Colonia Virreyes, Pue., similar a el clima anterior. Fecha de siembra: 7 mayo.

Diseño experimental

El diseño experimental fue bloques al azar con 4 repeticiones, siendo igual en todos los ambientes excepto el sorteo de variedades. El tamaño de la parcela útil fue de 3 surcos de 6 m de longitud, con 0.80 m entre surcos, teniendo una superficie total de 14.40 m². La separación entre plantas fue de 0.30 m dando una población aproximada de 45.000 plantas/ha. Se sembró en el costado del surco a una profundidad de 5 cm aproximadamente.

La fertilización se hizo inmediatamente después de la siembra aplicándose el fertilizante "a chorrillo" en el fondo del surco y cubriéndolo posteriormente. La fórmula utilizada fue 60-40-0, teniendo como fuentes de nitrógeno y fósforo, nitrato de amonio y superfosfato de calcio triple, respectivamente. Este experimento fue igual en todos los ambientes.

La información reunida en este experimento corresponde a los datos de rendimiento promedio en kg/ha. Debido a que 6 de las variedades que integraban el conjunto inicial no fueron comunes a todos los ambientes, éstas se eliminaron y el análisis estadístico se efectuó solo con 13 variedades.

Régimen de humedad

Todos los ensayos fueron establecidos al iniciarse el ciclo de lluvias, siendo ésta la única fuente de humedad disponible.

Análisis estadístico

El análisis estadístico de los resultados consta de dos partes: análisis de varianza individual y análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad.

Análisis de varianza.

El análisis de varianza para cada ensayo se utilizó para examinar las diferencias entre las variedades en el ambiente considerado.

Parámetros de estabilidad

La estabilidad de los materiales genéticos fue estudiada utilizando el modelo propuesto por Eberhart y Russell (1966).

$$Y_{ij} = \mu_i + \beta_i I_j + \delta_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, v)$$

$$(j = 1, 2, \dots, n)$$

donde:

Y_{ij} = Promedio de la variedad i en el ambiente j

μ_i = Promedio de la variedad i en todos los ambientes

β_i = Coeficiente de regresión de la variedad i a través de todos los ambientes

δ_{ij} = Desviación de regresión de la variedad i en el ambiente j

I_j = Índice ambiental que resulta de restar el promedio general al promedio del ambiente j , considerado éste sobre todas las variedades, es decir:

$$I_j = (\sum_i Y_{ij}/v) - (\sum_i \sum_j Y_{ij}/vn)$$

donde el índice ambiental promedio es igual a cero, o sea:

$$\sum_j I_j = 0$$

El primer parámetro de estabilidad es un coeficiente de regresión estimado por la expresión:

$$b_i = \sum_j Y_{ij} / \sum_j I_j^2$$

El análisis de varianza para los parámetros de estabilidad se da en el Cuadro 2. En este análisis la suma de cuadrados debidos a medio ambiente y la interacción variedades x ambientes, son divididos en ambiente (lineal), variedades x ambientes (lineal) y desviaciones del modelo de regresión.

El comportamiento de cada variedad puede predecirse utilizando los estimadores de los parámetros y estará dado por la expresión:

$Y_{ij} = \bar{X}_i + b_i I_j$, donde \bar{X}_i es un estimador de la media varietal i . Las desviaciones $\delta_{ij} = (Y_{ij} - \hat{Y}_{ij})$ se elevan al cuadrado y se suman para proveer el estimador del parámetro de estabilidad que es:

$$S_{di}^2 = \left| \sum_j \hat{\delta}_{ij}^2 / (n-2) \right| - S_e^2 / r$$

donde: S_e^2/r es el estimador del error conjunto (o la varianza de la

Cuadro 2. Análisis de varianza para estimar los parámetros de estabilidad.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio
Total	nv-1	$\sum_i \sum_j y_{ij}^2 - F.C.$	
Variedades (v)	v-1	$\frac{1}{n} \sum_i y_i^2 - F.C.$	CM ₁
Medios			
Ambientes (A)	n-1	$\sum_i \sum_j y_{ij}^2 - \sum y_i^2/n$	
v X A	(v-1)(n-1)		
Amb. (lineal)	1	$\frac{1}{v} (\sum_j y_{.j} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
v X A (lineal)	v-1	$\sum_i (\sum_j y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2 - S.C. \text{ Medio ambiente lineal}$	CM ₂
Desviación Conjunta	v(n-2)	$\sum_i \sum_j \delta_{ij}^2$	CM ₃
Variedad 1	n-2	$\left \sum_j y_{1j}^2 - \frac{(y_{1.})^2}{n} \right - (\sum_j y_{1j} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
⋮	⋮		
Variedad v	n-2		
Error conjunto	n(r-1)(v-1)		CM ₄

media de una variedad en el ambiente j), r es el número de repeticiones de cada ambiente j .

Mediante este modelo se puede dividir la interacción genotipo-ambiente para cada variedad en dos partes; primero, la variación debida a la respuesta (lineal) que tiene una variedad en índices ambientales variados (sumas de cuadrados debidas a regresión); segundo, las desviaciones inexplicables de la regresión sobre el índice ambiental.

Pruebas de hipótesis a probar en un análisis de este tipo y la prueba de F correspondiente son:

1) Igualdad de medias, o sea; $H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots, \mu_v$.

Estas se prueban mediante $F = CM_1/CM_3$ (Cuadro 2).

2) Igualdad de coeficientes de regresión;

$H_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots, \beta_v$. La F adecuada para probar esta hipótesis es $F = CM_2/CM_3$

3) Desviaciones de regresión igual a cero para cada variedad.

Esta se prueba con: $F = (\sum_j \hat{\delta}_{ij} / n - 2) / \text{error conjunto}$.

4) El coeficiente de regresión para cada variedad no es diferente de la unidad, o sea: $\beta_i = 1.0$, para $i = 1, 2, \dots, v$. Esta hipótesis se prueba con la t siguiente:

$$t = \frac{b_i - 1}{S_{bi}} ; \text{ donde } S_{bi} = \left(\frac{S_{di}^2}{\sum_j I_j^2} \right)^{1/2}$$

5) Comparación de dos medias o $H_0 = \mu_i = \mu_j$, ésta se puede efectuar mediante la prueba de Tukey

$$t_{0.05} = K^k \left(\frac{CME}{r} (\text{conjunto}) \right)^{1/2}$$

Por los valores que puedan tomar $\hat{\beta}$ y $\hat{\delta}_{di}^2$ de acuerdo a las pruebas de significación (3 y 4), cada variedad puede ser clasificada bajo algunas de las situaciones anotadas en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Descripción de materiales de acuerdo a sus parámetros de estabilidad. Carballo y Márquez (1970).

Categoría	B_i	S_{di}^2	Descripción
a	= 1	= 0	Variedad estable
b	= 1	> 0	Buena respuesta en todos los ambientes inconsistente
c	< 1	= 0	Responde mejor en ambientes desfavorables, consistente
d	< 1	> 0	Responde mejor en ambientes desfavorables, inconsistente
e	> 1	= 0	Responde mejor en buenos ambientes consistente
f	> 1	> 0	Responde mejor en buenos ambientes, inconsistente

Esta metodología es aplicable a todo tipo de cultivo: maíz, frijol, algodón, cártamo, girasol, etc., se sugiere utilizar el Programa (P 3579), que para el cálculo de los parámetros existe en el CEC (Centro de Estadística y Cálculo) del Colegio de Postgraduados de la ENA., Chapingo, Méx.

Para el desarrollo de la mecánica en la estimación de los mismos consultar: Palomo y Prado (1975), y Castellon Olivares, J.J. (1976).

RESULTADOS

En el Cuadro 4 se presenta el análisis de varianza para los parámetros de estabilidad, se puede apreciar que hubo diferencias altamente significativas entre medias varietales. Para la interacción variedad x ambiente (lineal) no hubo significancia. Asimismo se observa la significancia existente para la desviación de regresión de las variedades 2, 4, 10, y 11.

En el Cuadro 5, se muestran los rendimientos promedio de cada variedad en los 6 ambientes de prueba con sus respectivos índices ambientales, según su valor se clasificaron como sigue:

- a) Ambiente pobre (Est. Muñoz)
- b) Ambiente medianamente pobre (Chapingo C)
- c) Ambientes de transición (Col. Virreyes y Chapingo B)
- d) Ambiente medianamente rico (Chapingo A)
- e) Ambiente rico (Sta. María Zoapila)

En el análisis se obtienen los valores de b_i y Sd_i^2 para cada variedad i , los cuales se presentan en el Cuadro 6. En este mismo cuadro se indica la significancia de b_i y Sd_i^2 para probar las hipótesis $\beta_i = 1.0$ y $Sd_i^2 = 0$, respectivamente.

De acuerdo con los valores de significancia para el coeficiente de regresión (b_i), se pueden formar los tres grupos siguientes: 1) variedades con $b_i > 0$, formado por la variedad 10; que constituye el 7.7% de la población; 2) variedades con $b_i = 1.0$, formado por las variedades 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12 y 13; éstas representan el 76.9% de la población; 3) genotipos con $b_i < 1$, formado por las variedades 1 y 4 que representa el 15.4% de los materiales probados.

Con respecto a la significancia de los valores de las desviaciones de regresión, se forman dos grupos: 1) variedades con $S_{di}^2 = 0$, formado por las variedades 1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12 y 13 que representa el 69.2% de los materiales; 2) variedades con $S_{di}^2 > 0$, formado por: 2, 4, 10 y 11 que corresponde al 30.8% restante.

En la gráfica 1 puede observarse el rendimiento medio esperado para las cinco situaciones que derivaron del valor de los parámetros de estabilidad en los materiales probados.

En el Cuadro 7 se encuentra un resumen de los análisis de variación para cada ambiente con sus cuadrados medios (C.M.) y significancias respectivas.

Cuadro 4. Análisis de variación para el cálculo de los parámetros de estabilidad.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	Ft	
					0.01	0.05
Total	77	8865045			1.95	2.56
Vars. (V)	12	3900815	325068	11.98**		
Amb. (A)	65 (5)	4964230				
V x A	60					
Amb (lineal)	1	3107697				
V x A (lineal)	12	446301	37192	1.37		
Desv. conjunta	52	1410232	27120			
Var 1	4	25234	6308		3.41	2.41
Var 2	4	145117	36279	3.06*		
Var 3	4	32450	8112			
Var 4	4	132412	33103	2.80*		
Var 5	4	84618	21154			
Var 6	4	27149	6787			
Var 7	4	94967	23742			
Var 8	4	12709	3177			
Var 9	4	17373	4343			
Var 10	4	346514	86628	7.32**		
Var 11	4	353276	88319	7.47**		
Var 12	4	96334	24083			
Var 13	4	42075	10519			
Error conjunto	216		11818			

Cuadro 5. Concentración de rendimientos medios varietales por ambiente de prueba para la estimación de parámetros de estabilidad.

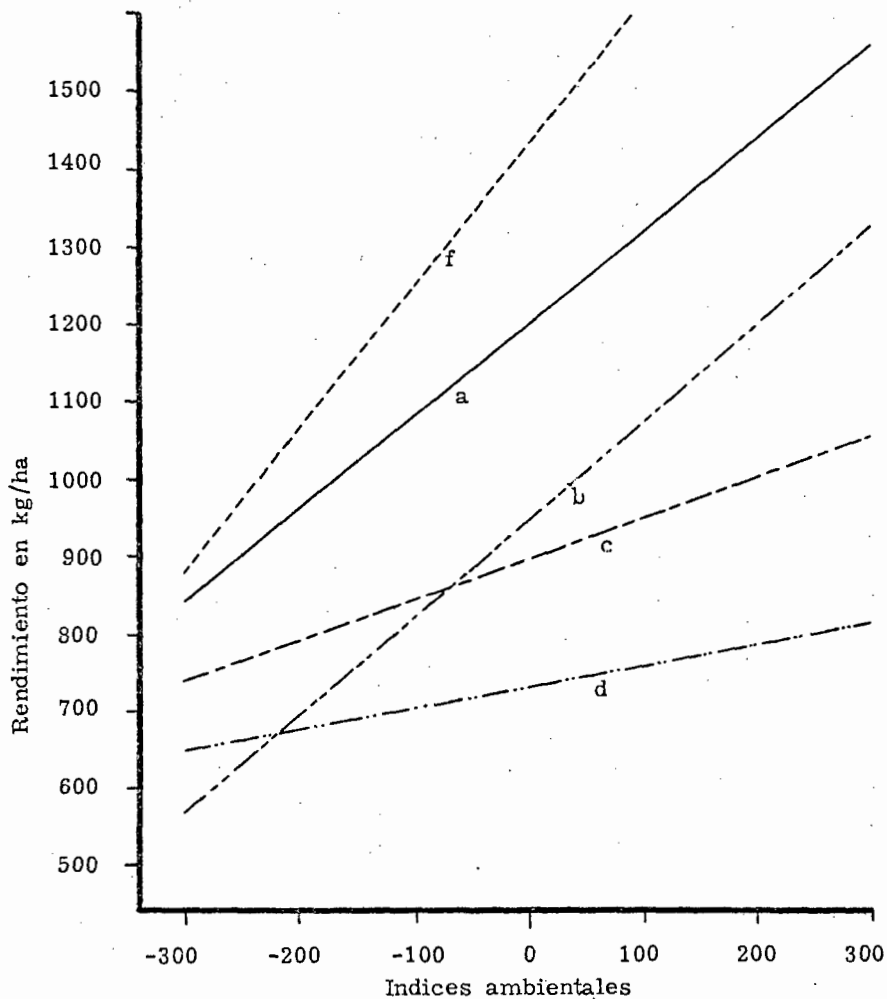
	1 ChaA	2 EM	3 z	4 v	5 Ch B	6 Ch C	Y_i	Significancia de dos medias mediante la prueba de Tukey				
1	1038.0	672	1019	815	899	906	5349	891	10	1453	a	
2	871.	502	1038	470	736	909	4526	754	5	1339	b	$t=K^k$
3	969	639	1390	963	875	932	5767	961	9	1331	b	$\frac{CME}{n_i}$
4	764	555	845	557	658	996	4375	729	2	1244	c	
5	1491	1178	1617.8	1462	1288	998	8035	1339	7	1226	c	
6	1059	668	1223	1041	857	986	5836	972	8	1202	c	$t_{0.05}=3.47$
7	1277	798	1554	1105.7	1418	1203	7356	1226	13	1194	c	$\frac{11818}{2}$
8	1338	760	1560	1239	1194	1123	7215	1202	6	972	d	
9	1368	935	1757	1380	1336	1211	7987	1331	3	961	de	$t_{.05}=3.47 \times 22.2=$
10	1708	1015	2048	1763	1436	746	8717	1453	11	947	de	$= 77 \text{ kg/ha}$
11	1123	816	1482	1196	507	560	5684	947	1	891	e	
12	1836	826	1597	1107	1467	1130	7463	1244	2	754	f	
13	1491	832	1467	1236	1139	993	7164	1194	4	729	f	
Y	1218	785	1430	1103	1062	976	85477					
I_j	+122	-311	+335	+ 7	- 33	-119						

XG=1096

Cuadro 6. Rendimiento medio y parámetros de estabilidad de trece variedades de girasol.

Variedad	Rend kg/ha	Bi	Sdi ²	Descripción
1 Armavir	891	0.52*	-5510	Responde mejor en ambientes desfavorables consistente c
2 Armavirec	754	0.70	24460*	Buena respuesta en todos los ambientes. Inconsistente b
3 Cermanka	961	1.05	-3706	Estable a
4 Ienissei	729	0.27*	21284*	Responde mejor en ambientes desfavorables Inconsistente d
5 Iregi-Csikos	1339	0.85	9335	Variedad estable a
6 Issanka	972	0.80	-5031	Variedad estable a
7 Krasnodaretz	1226	1.02	11923*	Buena respuesta en todos los ambientes Inconsistente b
8 Luc	1202	1.18	-8641	Variedad estable a
9 Peridovik	1331	1.18	-7475	Variedad estable a
10 Record	1452	1.89*	74809**	Responde mejor en buenos ambientes Inconsistente f
11 Smena	945	1.27	76500**	Buena respuesta en todos los ambientes Inconsistente b
12 Talinay	1244	1.10	12264	Variedad estable a
13 Vniimk 6540	1194	1.10	-1300	Variedad estable a

*, **, Significancia al .05 y 0.1 de probabilidad, respectivamente.



Gráfica 1. Rendimientos medio esperado para cinco variedades de girasol, en cinco situaciones distintas según Carballo y Márquez (1970).

Cuadro 7. Significancia de cuadrados medios para rendimiento en cada ambiente para el factor de variación variedades.

F.V.	G.L.	Chapingo A	Est. Muñoz	Sta. Ma. Zoapila	Col. Virreyes	Chapingo B	Chapingo C
Vars.	12	299.820**	139.195**	432.476**	496.994**	420.506**	130.079*
Error	36	30.052	27.917	46.017	76.119	69.341	34.207
Total	51						

*, **, Significancia al .05 y .01 de probabilidad, respectivamente.

DISCUSION

De acuerdo al cuadro de descripción de materiales por sus valores de B_i y S_{di}^2 (Cuadro 3) propuesto por Carballo y Márquez (1970), se dividieron los genotipos en las siguientes situaciones:

a) Variedad estable

Los valores que determinan esta situación son para $B_i = 1.0$ y $S_{di}^2 = 0$, y lo forman las variedades 3, 5, 6, 8, 9, 12 y 13 que representa el 53.8% de los materiales, de éstos obsérvense a las variedades 3 (Cernianka) y 6 (Issanka), con bajos rendimientos se deben posiblemente a que éstas son más precoces que el resto que compone este grupo y servirán para ser recomendadas en casos de siembras tardías. El resto de las variedades tienen un rendimiento promedio significativamente alto dentro de este grupo; al considerar las desviaciones de regresión de estos genotipos (cuyo coeficiente de regresión indica que la interacción genético-ambiental es escasa) las cuales son iguales a cero, nos indican que los rendimientos de estas variedades son altamente consistentes y predecibles, lo cual las hace deseables para su cultivo.

b) Existe buena respuesta a todos los ambientes y es inconsistente

Los valores que determinan esta situación son: $B_i = 1.0$ y

$Sdi^2 > 0$ y forman este grupo las variedades 2, 7, y 11 que representa el 23.0% de los materiales, éstos no se pueden utilizar para hacer recomendaciones ya que sus altos valores de Sdi^2 (desviación de regresión), nos darán rendimientos sumamente aleatorios, impidiéndonos hacer una justa predicción de su comportamiento.

c) Responde bien en ambientes desfavorables. Consistente

Esta situación está dada por $Bi < 1.0$ y $Sdi^2 = 0$ y está formada por la variedad 1 (Armavir), por el valor de la desviación de regresión es posible predecir sus rendimientos en ambientes pobres (precipitación pluvial escasa, suelos pesados, mal manejo, etc.) como nos indica la significancia estadística de su coeficiente de regresión; los rendimientos bajos observados se deben posiblemente a su alta precocidad (Cuadro 1).

d) Responde mejor en ambientes desfavorables. Inconsistente

Esta situación está dada por los valores $Bi < 1.0$ y $Sdi^2 > 0$ y está formada por la variedad 4 (Ienissei) la significancia de el coeficiente de regresión determina la respuesta de esta variedad en ambientes pobres, el alto valor de su desviación de regresión indica que sus rendimientos no son predecibles ya que su comportamiento es muy inconsistente y finalmente de acuerdo a sus rendimientos considerablemente bajos, hacen que esta variedad sea sumamente indeseable.

f) Responde mejor en buenos ambientes. Inconsistente

Esta situación está dada por los valores $B_i > 1.0$ y $Sd_i^2 > 0$, está formada por la variedad 10 (Record), cuyo alto valor de B_i (coeficiente de regresión) nos aseguran la respuesta de esta variedad en ambientes ricos, con rendimientos altos, sin embargo, las altas desviaciones que proporciona el análisis estadístico para esta variedad (10, Record), señala que sus rendimientos son altamente impredecibles pudiendo obtenerse en un mismo ambiente rendimientos superiores como inferiores a la media general.

Para fines de utilización de esta variedad que es la más tardía (Cuadro 1) y en base a su comportamiento y rendimientos a través de los ambientes de prueba (Cuadro 5), es considerada como recomendable para siembras tempranas en ambientes ricos (buena precipitación pluvial o con riego de auxilio, buen manejo, suelos migajón, etc.) siendo deseable por estas características y su alta productividad.

El girasol (Helianthus annuus L.) es una especie que ha demostrado cierta resistencia a las heladas (excepto en el período de floración) y pocos requerimientos de humedad, por lo que en otros países como Rusia, Argentina, Estados Unidos, etc. se cultiva en zonas de condiciones variables de precipitación pluvial donde es frecuente la presencia de heladas, sequías, granizadas, etc. como es la zona de Valles Altos. Esto explica que un (92.2%) de

las variedades respondan mejor en ambientes desfavorables o a presentar estabilidad y un 69.2% sean consistentes en su respuesta a través de los ambientes, esto como consecuencia de las características genéticas inherentes a cada uno de los genotipos y es reflejo del objetivo que siguieron en la metodología de su obtención, en el país de origen.

Es de suma importancia mencionar que el girasol es un cultivo de introducción a las zonas agrícolas más marginadas del país y que este método (parámetros de estabilidad) será un gran auxiliar en la identificación y clasificación de variedades de acuerdo a su comportamiento en las diversas condiciones ambientales en que se pretende su adaptación e introducción como cultivo. Finalmente en trabajos de mejoramiento genético para obtener materiales de una amplia diversidad genética con respuesta satisfactoria en rendimientos y aceite para las condiciones aleatorias de las zonas temporales de escasa precipitación pluvial.

CONCLUSIONES

La interacción de los genotipos con los ambientes fue notable, como resultado de la diversidad genética de los materiales en estudio.

La selección y clasificación de las variedades para estabilidad, determinación de ambientes de respuesta, en base a sus valores de B_i , fue efectiva.

La variedad Armavir es deseable por su respuesta a ambientes pobres y sería recomendable para Valles Altos en base a las condiciones tan marcadamente aleatorias que prevalecen en esta zona.

Las variedades estables Luc, Peredovik y Talinay son deseables por sus rendimientos, ciclo de desarrollo intermedio, características agronómicas y contenido de aceite (Cuadro 1).

La variedad Record se puede recomendar para distritos de Riego (con riego de auxilio), zonas de temporal eficiente y fecha de siembra temprana; por sus altos rendimientos y contenido de aceite.

La deseabilidad de una variedad es dada por el investigador, como resultado de su conocimiento de los materiales y medios ambientes de la zona en cuestión.

BIBLIOGRAFIA

- Allard, R.W. and Bradshaw, A.D. 1964. Implications of genotype environmental interactions in applied plant breeding. *Crop Sci.* 4:503-507.
- Bucio Alanís, L. 1966. Environmental and genotype environmental components of variability I. Inbred lines. *Heredity* (21) (3): 387-397.
- Carballo C., A. y F. Márquez S. 1970. Comparación de variedades de maíz de El Bajío y la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. *Agrociencia* 5:129-146.
- Castellón O., J.J. 1976. Uso de parámetros de estabilidad como criterio de selección en maíces cristalinos de la Sierra de Chihuahua. Tesis Profesional. Escuela de Agricultura. Univ. de Guadalajara. pag. 45-61.
- Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6:36-40
- Finlay, K.W. and G.N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Aust. J. Agric. Res.*, 14:742-754.
- García Enriqueta. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de W. Köppen. UNAM. Instituto de Geografía. México.
- Joppa, L.R., L.K. Lebsok and R.H. Bush. 1971. Yield stability of selected spring wheat cultivars (*Triticum aestivum* L. em Thell) in the Uniform Regional Nurseries. 1959 to 1968. *Crop Sci* 11:238-241.
- Palomo G., A y R. Prado M. 1975. Estimación de los parámetros de estabilidad y su aplicación en investigación agrícola con algodónero. Folleto Técnico CIANE. INIA. SAG.
- Rasmuson, D.C. 1968. Yield and stability of yield of barley populations. *Crop Sci* 8:600-602.

Scott, G.E. 1967. Selecting for stability of yield in maize.
Crop Sci 7:549-551.

Torrico P., B.R. 1973. Comportamiento en ambientes variables de 20 variedades de maíz (Zea mays L.) desarrolladas en condiciones contrastadas de medio ambiente. Tesis M.C., Colegio de Postgraduados ENA. Chapingo, México.