

XIV Reunión de Maiceros de la Zona Andina

I Reunión Suramericana de Maiceros



Septiembre 17 - 21 de 1990
Maracay- Edo.Aragua
Venezuela



MEMORIA

INFLUENCIA DEL NUMERO DE LOCALIDADES Y DEL COEFICIENTE DE VARIACION EN LA DETERMINACION DE PARAMETROS DE ESTABILIDAD EN MAICES DE ALTURA DEL ECUADOR.1/

Edison Silva C. 1/
Mario Caviedes C.
Gabriel Suárez G.

RESUMEN

En el ciclo agrícola 1985-1986 en 6 localidades y en el ciclo 1986-1987 en 10 localidades de la Sierra del Ecuador, se evaluaron 9 genotipos precoces de maíz de altura: 4 variedades mejoradas, 2 variedades experimentales, 2 poblaciones en proceso de mejoramiento y una variedad local (Testigo); con base en esta información, este estudio tuvo como objetivo determinar el número adecuado de localidades y la influencia de los coeficientes de variación sobre el cálculo de los parámetros de estabilidad según el análisis de Eberhart y Rusell (1966); para lo cual, se efectuaron diferentes agrupaciones de 6, 8 y 10 localidades.

Los resultados indicaron que los valores del coeficiente de regresión (b_i) y significación estadística de las desviaciones de la regresión (S^2_{di}) calculado para los diferentes genotipos, presentaron una tendencia a cambiar cuando se realizaron agrupaciones con 6 y 8 localidades tomadas al azar, más aún cuando se incluyeron localidades que presentaron altos coeficientes de variación; mientras que al agrupar 10 localidades estos valores no presentaron cambios, manteniéndose similares a los obtenidos con 16 localidades de una manera consistente para los 9 genotipos.

De acuerdo con estos resultados se concluyó que el número mínimo de localidades para realizar análisis de estabilidad de genotipos heterogéneos de maíces de altura es 10, y que los coeficientes de variación actúan como puntos de influencia en la determinación de los parámetros, especialmente cuando el número de localidades es bajo.

INTRODUCCION

La evaluación de genotipos en varias localidades y años es de mucha importancia para el Fitomejorador, para determinar su comportamiento y las interacciones que se pueden encontrar entre estos factores, y así desarrollar variedades y/o híbridos de alto rendimiento y adaptadas a una determinada región. Más aún en las zonas altas de los países andinos, en donde existe una gran variación medioambiental como es el caso del Ecuador, es necesario esta evaluación en una amplia gama de ambientes para desarrollar materiales mejorados con rendimientos promedios elevados y que presenten amplia adaptación y estabilidad en su comportamiento.

Varias metodologías y modelos han sido desarrollados para estudiar la adaptabilidad y estabilidad de los genotipos evaluados en varios ambientes, siendo el análisis de estabilidad de Eberhart y Rusell, 1966, uno de los más utilizados, definiendo la estabilidad de un genotipo en base a los parámetros coeficiente de regresión ($b_i = 1$) y las desviaciones de la regresión ($S^2_{di}=0$). Estos mismos autores indican que el parámetro S^2_{di} es muy importante, porque su variancia está en función de el número de ambientes, con un mínimo de repeticiones por ambiente para obtener estimados adecuados de la S^2_{di} .

1/ Trabajo presentado en la XIV Reunión de Maiceros de la Zona Andina. Maracay, Venezuela. Septiembre 17-21, 1990.

2/ Investigadores del INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. Casilla 340. Quito-Ecuador.

Carballo y Márquez 1970, y Márquez y Córdova 1976, analizaron la clasificación que puede darse a los genotipos de acuerdo a su S^2_{di} sensibilidad a los cambios ambientales, definidas por los parámetros de estabilidad b_i y S^2_{di} , y a su media de rendimiento.

En este mismo aspecto, Eberhart y Rusell indican que el cálculo de un índice ambiental independiente de las variedades experimentales y obtenido en base a factores ambientales como: lluvia, temperatura y fertilidad del suelo sería lo deseable. Por su parte, Saeed y Francis 1984, al estudiar la asociación de las variables climáticas con la interacción genotipo x ambiente en sorgo de grano, encontraron que los factores climáticos temperatura y lluvia son importantes para determinar el comportamiento en rendimiento de genotipos de sorgo, variando su importancia para los grupos de madurez y estados de desarrollo de la planta.

Vencovsky y Torres 1986 al estudiar la estabilidad geográfica y temporal de algunos cultivares de maíz no encontraron correlación entre estas dos propiedades, indicando que estas podrían tener diferentes bases genéticas. Además concluyen que es factible através de selección poder obtener genotipos estables sobre localidades y años.

Acosta y Sánchez 1985, concluyeron que 10 es el número mínimo de localidades en que debe establecerse un ensayo de adaptación, cuando estudiaron la adaptación y estabilidad de diferentes materiales de fréjol en la región temperada del norte centro de México.

Por otra parte, Suárez 1984 anota que dentro del análisis de datos en un modelo de regresión lineal, se dice que una información tiene influencia o es un punto de influencia, si se alteran una serie de características esenciales en el análisis cuando se elimina dicha observación.

El presente trabajo tiene como objetivos el de determinar el número de localidades adecuado para estudiar la estabilidad de genotipos de maíz de altura según el análisis de Eberhart y Rusell y la de observar si el coeficiente de variación de las localidades en estudio, actúa como punto de influencia en el cálculo de los valores del coeficiente de regresión (b_i), y de las desviaciones de la regresión (S^2_{di}) a obtener para cada uno de los genotipos evaluados.

MATERIALES Y METODOS

Los genotipos de maíz precoz evaluados en el presente estudio incluyen 4 variedades mejoradas, 2 variedades experimentales, 2 poblaciones en proceso de mejoramiento y una variedad local como testigo (Tabla 1), las cuales fueron evaluadas en 16 localidades de la Sierra del Ecuador, 6 en el ciclo agrícola 1985-1986 y 10 en el ciclo 1986-1987 (Tabla 2).

TABLA 1. Genotipos precoces de maíz de altura evaluados en 16 localidades de la Sierra Ecuatoriana. 1985-1986 y 1986-1987.

Genotipos	Características
1. INIAP-101	Variedad mejorada, amiláceo blanco
2. INIAP-130	Variedad mejorada, amiláceo amarillo
3. INIAP-192	Variedad mejorada, chulpi o dulce, amarillo
4. INIAP-198	Variedad mejorada, canguil o reventón blanco
5. CHAUCHO	Variedad local (Testigo), amiláceo amarillo
6. Pool 1	Población en mejoramiento, amiláceo blanco
7. Pool 5	Población en mejoramiento, morocho blanco
8. Across 81-01	Variedad experimental, amiláceo blanco
9. Across 81-04	Variedad experimental, amiláceo amarillo

TABLA 2. Localidades de prueba en ciclos 1985-1986 y 1986-1987, y sus respectivos coeficientes de variación (C.V.%).

Ciclo 1985-1986		Ciclo 1986 - 1987	
Localidad	C.V.(%)	Localidad	C.V. (%)
1. Huasipungo	16.6	7. Chilcapamba	17.7
2. Chilcapamba	15.4	8. Huasipungo	14.9
3. Cotacachi	15.8	9. Cayambe	19.7
4. Ambato	20.9	10. Otavalo	14.5
5. Quimiag	13.1	11. Paribuela	16.2
6. Guaranda	19.1	12. Quinchuquí	12.3
		13. Lagucoto	19.2
		14. Ricaurte	26.2
		15. Cañar	16.4
		16. Estación	28.3

En todas las localidades se utilizó la misma densidad de plantas (50.000 plantas por hectárea) e igual dosis de fertilización 80 kg de N, 60 kg de P_2O_5 y 30 kg de K_2O . En cada localidad las evaluaciones se hicieron utilizando un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones; siendo la parcela neta de dos surcos de 5 m de largo con 44 plantas.

Se realizó el análisis de estabilidad para rendimiento ajustado al 14% de humedad de los 9 genotipos, siguiendo la metodología de Eberhart y Rusell (1966), con las 16 localidades y bajo diferentes agrupaciones:

1. Agrupaciones de 6,8 y 10 localidades tomadas al azar.
2. Agrupaciones de 6,8 y 10 localidades con bajos y altos coeficientes de variación, para lo cual se ordenó en forma ascendente de acuerdo al coeficiente de variación
3. Agrupaciones de 6, 8 y 10 localidades, variando una sola localidad con alto coeficiente de variación dentro de cada grupo, y manteniendo 5,7 y 9 localidades fijas respectivamente.
4. Agrupaciones de 6,8 y 10 localidades variando 3 localidades con altos coeficientes de variación dentro de cada grupo y manteniendo 3,5 y 7 localidades fijas respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los rendimientos promedios y parámetros de estabilidad obtenidos para los 9 genotipos precoces a través de las 16 localidades se presentan en la Tabla 3, observándose que los genotipos 3 (INIAP-192) y 9 (ACROSS 81-04), se muestran como estables ya que presentan coeficientes de regresión $b_i=1$, y desviaciones de la regresión $S^2_{di}=0$.

TABLA 3. Rendimientos promedios y parámetros de estabilidad (Eberhart y Rusell-1966), para nueve genotipos precoces de maíz de altura, a través de 16 localidades en la Sierra del Ecuador.

Genotipos	RENDIMIENTO \bar{X} (ton/ha)	b_i	S^2_{di}
1 INIAP-101	4.30	1.12 ns	0.208 **
2 INIAP-130	5.17	1.07 ns	0.208 **
3 INIAP-192	3.95	0.94 ns	0.018 ns
4 INIAP-198	3.56	0.81 ns	0.118 *
5 CHAUCHO (testigo)	3.97	0.90 ns	0.668 **
6 POOL 1	4.51	1.15 ns	0.138 *
7 POOL 5	4.98	0.84 ns	0.108 ns
8 ACROSS 81-01	4.70	1.16 ns	0.118 *
9 ACROSS 81-04	5.50	1.08 ns	0.028 ns

De acuerdo con la información presentada en esta tabla, todos los genotipos mejorados superan en rendimiento al testigo (chaucho), excepto las variedades INIAP-192 e INIAP-198, que son tipos especiales de maíz chulpi (dulce) y canguil (reventón) respectivamente, ya que por su tipo de endosperma tienen un menor potencial de rendimiento en relación a los tipos amiláceos y morochos.

Al efectuar el cálculo de los parámetros de estabilidad para el genotipo 1 (INIAP-101), bajo diferentes agrupaciones de 6, 8 y 10 localidades tomadas al azar (Tabla 4a), se observa que con agrupaciones de 10 localidades se obtuvieron valores de b_i y significación de S^2_{di} similares a los obtenidos con 16 localidades. Igual tendencia se presenta para este genotipo al realizar los cálculos ordenando las localidades en orden ascendente de acuerdo al coeficiente de variación (Tabla 4b).

Además se puede observar que al agrupar las localidades con altos coeficientes de variación, los valores de b_i y significación de S^2_{di} obtenidos con los grupos de 6 y 8 localidades, presentan una mayor variación que al agrupar localidades con bajos coeficientes de variación.

TABLA 4. Parámetros de estabilidad para agrupaciones de seis, ocho y diez localidades. Genotipo 1.

a. Tomadas al azar.

	6 localidades		8 localidades		10 localidades	
	b_i	Signif. S^2_{di}	b_i	Signif. S^2_{di}	b_i	Signif. S^2_{di}
G R U P O S	1.03	ns	1.38	**	1.24	**
	1.68	*	1.79	*	1.29	**
	1.82	**	1.53	**	1.18	**
	1.86	ns	1.33	*	1.03	**
	1.14	*	1.08	*	1.20	**
	1.27	*	1.17	**	1.12	**
	1.07	**	1.21	**	1.13	**
	1.09	*	1.08	**		
	1.07	ns	1.04	ns		
	1.03	ns				
	1.04	ns				

b. Tomando localidades de menor a mayor coeficiente de variación.

	6 localidades		8 localidades		10 localidades	
	bi	Signif. S ² di	bi	Signif. S ² di	bi	Signif. S ² di
Loc.<C.V.	0.85	*	0.97	*	0.98	**
	1.07	**	0.95	*	10.1	**
	0.96	*	1.01	**	1.05	**
	0.98	*	1.06	**	1.11	**
	1.01	**	1.04	**	1.10	**
	1.00	**	1.04	**	1.12	**
	1.07	**	1.13	*	1.16	*
	1.05	*	1.17	*		
	1.62	ns	1.34	*		
	1.51	ns				
Loc.>C.V.	1.16	ns				

16 Loc bi = 1.12 ns Signif. S²di = **

Los parámetros de estabilidad obtenidos para el genotipo 2 (INIAP-130), bajo diferentes agrupaciones de 6, 8 y 10 localidades al azar (Tabla 5a), y en orden ascendente de coeficientes de variación (Tabla 5b); muestran la misma tendencia que para el genotipo 1, ya que las agrupaciones de 10 localidades presentan similares valores para el coeficiente de regresión bi y significación de la regresión S²di, que los obtenidos con 16 localidades (bi=1.01 y significación de S²di=**)

TABLA 5. Parámetros de estabilidad para agrupaciones de seis, ocho y diez localidades. Genotipo 2.

a. Al azar.

	6 localidades		8 localidades		10 localidades	
	bi	Signif. S ² di	bi	Signif. S ² di	bi	Signif. S ² di
	0.61	ns	1.00	**	0.99	**
	0.81	ns	1.02	**	1.07	**
	1.03	**	0.96	**	1.01	**
	1.06	*	1.11	*	1.01	*
	0.42	*	0.99	*	1.17	**
	1.25	ns	1.06	ns	1.11	*
	1.06	ns	1.23	*	1.06	*
	1.04	ns	1.10	**		
	1.16	ns	1.00	ns		
	1.06	ns				
	0.97	ns				

b. Agrupando las localidades con menor al mayor coeficiente de variación.

		6 localidades		8 localidades		10 localidades	
		bi	Signif. S ² di	bi	Signif. S ² di	bi	Signif. S ² di
Loc.	C.V.	1.05	**	0.96	**	0.95	**
		1.03	**	0.92	**	0.94	**
		0.98	**	0.99	**	0.97	*
		0.95	**	0.99	**	0.98	*
		0.92	ns	0.90	ns	0.92	ns
		0.91	ns	0.92	ns	1.07	*
		0.94	ns	0.98	ns	1.06	ns
		0.85	ns	1.17	*		
		1.30*	ns	1.34	*		
		1.50**	ns				
Loc.	C.V.	1.26	ns				

16 loca. bi=1.015 ns Signif. S²di=**

Asimismo, se observa una mayor variación de estos valores al realizar los cálculos con agrupaciones de 6 y 8 localidades con altos coeficientes de variación.

Los cálculos efectuados con agrupaciones de 6, 8 y 10 localidades tomadas al azar y ordenadas por su coeficiente de variación para los genotipos restantes (3 a 9) mostraron igual comportamiento en los valores de bi y significación de S²di que los observados para los genotipos 1 y 2. De acuerdo con estos resultados se puede concluir que los coeficientes de variación altos, presentan cierta influencia sobre los parámetros de estabilidad calculados.

Al analizar si altos coeficientes de variación actúan como puntos de influencia, sobre los valores del coeficiente de regresión bi y de la significación de las desviaciones de la regresión S²di calculados con agrupaciones de 6, 8 y 10 localidades, se puede observar que para el genotipo 1 (Tabla 6a y 6b), que al incluir una localidad con alto coeficiente de variación y manteniendo 5 localidades fijas en las agrupaciones de 6, los valores de bi y significación de S²di cambian, más aún cuando se introducen 3 localidades con altos coeficientes de variación y se mantienen 3 fijas. Para las agrupaciones de 8 localidades se observan cambios en estos valores cuando se añaden 3 localidades con altos coeficientes de variación y se mantienen 5 fijas; para 10 localidades se observa que estos cambios son mínimos, al introducir 1 y 3 localidades con altos coeficientes de variación.

TABLA 6. Parámetros de estabilidad para agrupaciones de seis, ocho y diez localidades, incluyendo una y tres localidades con altos coeficientes de variación, genotipo 1.

a. Incluyendo una localidad con alto Coeficiente de Variación.

Localidad Añadida	6 localidades (5 Fijas)		8 localidades (7 Fijas)		10 localidades (9 Fijas)	
	bi	Signif. S ² di	bi	Signif. S ² di	di	Signif. S ² di
6 (19.1)	0.82	ns	1.03	*	0.95	ns
13 (19.2)	1.10	*	1.09	*	0.99	*
4 (19.7)	0.60	ns	1.01	*	0.94	ns
4 (20.9)	1.16	*	1.11	**	1.01	*
14 (26.2)	1.12	*	1.10	*	1.03	*
16 (28.3)	1.09	*	1.08	*	1.02	*

B. Incluyendo tres localidades con altos Coeficientes de Variación.

Localidades Añadidas	6 loc. (3 Fijas)		8 loc. (5 Fijas)		10 Loc. (7 Fijas)	
	bi	Signif. S ² di	bi	Signif. S ² di	bi	Signif. S ² di
6, 13 y 9	1.09	ns	1.08	ns	1.08	*
13, 8 y 4	1.20	ns	1.23	*	1.14	*
9, 4 y 4	1.13	ns	1.18	*	1.14	*
4, 14, 16	1.09	ns	1.16	*	1.12	*

Similar comportamiento se observó para los parámetros de estabilidad calculados para el genotipo 2 (Tabla 7a y 7b), al agrupar 6 localidades incluyendo 1 y 3 localidades con altos coeficientes de variación los valores de los parámetros cambian. Para agrupaciones de 8 localidades se presenta la misma tendencia al incluir 1 y 3 localidades con altos coeficientes de variación; para las agrupaciones de 10 localidades los valores de estos dos parámetros no presentan mayores cambios al incluir 1 y 3 localidades con altos coeficientes de variación.

TABLA 6. Parámetros de estabilidad para agrupaciones de seis, ocho y diez localidades, incluyendo una y tres localidades con altos coeficientes de variación, genotipo 1.

a. Incluyendo una localidad con alto Coeficiente de Variación.

Localidad Añadida	6 localidades (5 Fijas)		8 localidades (7 Fijas)		10 localidades (9 Fijas)	
	bi	Signif. S ² di	bi	Signif. S ² di	di	Signif. S ² di
6 (19.1)	0.82	ns	1.03	*	0.95	ns
13 (19.2)	1.10	*	1.09	*	0.99	*
4 (19.7)	0.60	ns	1.01	*	0.94	ns
4 (20.9)	1.16	*	1.11	**	1.01	*
14 (26.2)	1.12	*	1.10	*	1.03	*
16 (28.3)	1.09	*	1.08	*	1.02	*

8. Incluyendo tres localidades con altos Coeficientes de Variación.

Localidades Añadidas	6 loc. (3 Fijas)		8 loc. (5 Fijas)		10 Loc. (7 Fijas)	
	bi	Signif. S ² di	bi	Signif. S ² di	bi	Signif. S ² di
6, 13 y 9	1.09	ns	1.08	ns	1.08	*
13, 8 y 4	1.20	ns	1.23	*	1.14	*
9, 4 y 4	1.13	ns	1.18	*	1.14	*
4, 14, 16	1.09	ns	1.16	*	1.12	*

Similar comportamiento se observó para los parámetros de estabilidad calculados para el genotipo 2 (Tabla 7a y 7b), al agrupar 6 localidades incluyendo 1 y 3 localidades con altos coeficientes de variación los valores de los parámetros cambian. Para agrupaciones de 8 localidades se presenta la misma tendencia al incluir 1 y 3 localidades con altos coeficientes de variación; para las agrupaciones de 10 localidades los valores de estos dos parámetros no presentan mayores cambios al incluir 1 y 3 localidades con altos coeficientes de variación.

TABLA 7. Parámetros de estabilidad para agrupaciones de seis, ocho y diez localidades, incluyendo una y tres localidades con altos coeficientes de variación, genotipo 2.

a. Incluyendo una localidad con altos Coeficientes de Variación.

Localidad Añadida (C.V.%)	6 loc. (5 Fijas)		8 loc. (7 Fijas)		10 loc. (9 Fijas)	
	bi	Signif. S ² di	bi	Signif. S ² di	bi	Signif. S ² di
6 (19.1)	0.77	ns	0.99	**	0.92	*
13 (19.2)	0.81	*	0.97	**	0.91	*
9 (19.7)	0.64	*	0.99	**	0.92	**
4 (20.9)	0.95	*	1.00	**	0.93	*
14 (26.2)	1.20	**	1.14	**	1.05	**
16 (28.3)	0.90	**	0.93	**	0.90	*

b. Incluyendo tres localidades con altos Coeficientes de Variación.

Localidades Añadidas	6 loc. (3 Fijas)		8 Loc. (5 Fijas)		10 Loc. (7 Fijas)	
	bi	Signif. S ² di	bi	Signif. S ² di	bi	Signif. S ² di
6, 13 y 9	0.67	ns	0.75	*	0.95	*
13, 9 y 4	0.81	ns	0.88	*	0.97	*
9, 4 y 14	1.12	ns	1.17	**	1.13	**
4, 14 y 16	0.99	ns	10.5	**	1.02	**

Al realizar el mismo análisis para los genotipos restantes (3 a 9), esta tendencia de cambios en los valores de los parámetros se confirma.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede concluir, que para calcular parámetros de estabilidad para genotipos de maíz de altura (alrededor de 9 genotipos) es necesario realizar su evaluación en 10 localidades. Esta conclusión concuerda con lo reportado por Gallegos y Valdés 1985, quienes al evaluar 10 genotipos de frijol en varias localidades de la región temporalera del Norte-Centro de México, concluyeron que 10 es el número de localidades en que debe establecerse un ensayo de adaptación en esta zona. En este estudio también se utilizaron genotipos en diferentes etapas de mejoramiento, por lo cual, se puede considerar que para genotipos mejorados y más uniforme el número de localidades necesarias para realizar una evaluación adecuada de su adaptación y estabilidad podría ser menor.

Estos resultados proveen de una clara evidencia de que los altos coeficientes de variación actúan como puntos de influencia sobre los valores de los parámetros de estabilidad bi y S²di; esta evidencia indicaría que es factible eliminar localidades que tengan coeficientes de variación superiores al 25% y realizar el cálculo con un número de localidades menor a 10.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ACOSTA G., JORGE A. y SANCHEZ V., ISAAC. 1985. Adaptación y estabilidad de diferentes materiales de Frijol Phaseolus vulgaris L. en la región temperalera del Norte-Centro de México. agric Tec México Vol 11 (2): 105-119.
- CARRILLO C., A. y MARQUE S, F. 1970. Comparación de variedades de maíz de el bajío y la mesa central por su rendimiento y estabilidad. Agrociencia Vol 5 (1): 129-146.
- EBERHART, S.A. and RUSELL, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varities Crop. Sci 6: 36-40.
- MARQUEZ S, F. y CORDOVA O., M. 1976. Efecto del número de líneas endogámicas sobre el comportamiento de sintéticos de maíz. II Parámetro de estabilidad. Informativo del Maíz Vol. 2: 15-27.
- SAEED, M. and FRANCIS, C.A. 1984. Association of Weather variables (witn genotype x enviroment interactions in grain sorghum. Crop Sci 24: 13-16.
- PANDEY S. et al 1986. Mejoramiento de maíz mediante ensayos internacionales en XII Reunión de Maiceros de la Zona Andina. Quito-Ecuador. Memorias p. 618-628.
- SUAREZ, G. 1984. Algunos efectos de los puntos de influencia y transformaciones lineales de las variables predictoras en métodos de selección de variables. Tesis M.Sc. Colegio de Postgraduados Chapingo, México. 85 p.
- VASQUEZ C., W. 1986. Análisis de estabilidad de rendimiento de variedades de maíz Zea mays L. Harinoso y Morocho en la Sierra del Ecuador. En XII Reunión de Maiceros de la Zona Andina. Quito-Ecuador. Memorias p. 229-241.
- VENCOVSKY R., y TORRES R., 1986. Estabilidad geográfica y temporal de algunos cultivares de maíz. En XVI Congreso Nacional de Maíz y Sorgo. Belo Horizonte. Brasil Anales p. 294-300.

SCC.