

Herencia de la precocidad en maíz tipo flint

Mónica B Aulicino ¹, MJ Arturi ², LM Bertoia ³ y JL Magoja ⁴

1 Becaria del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y Técnica del Instituto Fitotécnico de Santa Catalina, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, CC 4, 1836. Llavallol. Buenos Aires, Argentina.

2 Ing Agr Profesor Titular de Genética y Mejoramiento Animal y Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP.

3 Ing Agr Profesor Adjunto de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, UNLZ. Responsable del área de Investigación de Atar SA.

4 Director de Beca Ing Agr Investigador de la Secretaría de Investigaciones de la UNLZ y del Instituto Fitotécnico de Santa Catalina, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales UNLP, CC 4, 1836. Llavallol. Buenos Aires, Argentina.

Recibido 19 de Mayo de 1992, aceptado 28 de Octubre 1992.

RESUMEN

Con el fin de estudiar la genética de la precocidad en el maíz se cruzó una variedad precoz denominada "Gaspé" como progenitor masculino (progenitor constante, PC) con 14 líneas flint, coloradas de ciclo normal a largo (progenitores variables, PV). Las F₁'s obtenidas conjuntamente con sus progenitores (Líneas y Gaspé) y un grupo de híbridos comerciales (utilizados como testigos), fueron evaluados en 2 localidades de la provincia de Buenos Aires: Miramar y Llavallol. En la primera localidad se efectuaron dos fechas de siembra, una temprana con riesgo de helada y otra considerada tardía para la zona. En ambas localidades fueron evaluados los requerimientos térmicos expresados en sumas de temperatura desde la siembra hasta la aparición de la panoja (P). Se calculó la varianza fenotípica y se estimaron los componentes genéticos y ambientales, separadamente para cada fecha de siembra. Asimismo, las varianzas genéticas fueron descompuestas en sus componentes aditivos y dominantes (Griffing, 1950). El método de la regresión progenie-progenitor se utilizó para evaluar la heredabilidad del carácter en estudio (H^2_g). También se calculó la heredabilidad en sentido estricto (H^2_b).

Los valores de grado de dominancia (d) demostraron una dominancia parcial para el carácter P. Las H^2_a fluctuaron según la localidad y fecha de siembra considerada, alcanzando en algunos ambientes valores altos (especialmente para la primera fecha realizada en Miramar). Los valores de H^2_b fueron aproximadamente constantes para todos los ambientes. Las implicancias de los resultados y los materiales obtenidos son discutidos en relación con planes de mejoramiento designados para desarrollar maíces flint precoces.

Palabras claves: *Zea mays*, precocidad, heredabilidad, germoplasma de Gaspé, varianzas genéticas.

Inheritance of the precocity in flint corn type

SUMMARY

With the purpose of studying the genetics of the precocity in maize, a precocious variety called "Gaspé", was used as male parent (constant parent, CP) and crossed with 14 red flint inbred lines of normal or long cycle, the female ones (variables parents, VP). F₁'s obtained, parents and a group of precocious commercial hybrids (used as testers) were evaluated in two locations of Buenos Aires Province: Miramar and Llavallol. In the first location, two planting date were used: one earlier, with risk of frost, and the other one considered late for the zone. In both, thermal requirement were evaluated, considering the sum of temperatures from planting up to tasseling (P). Phenotypic variance was calculated and the genetic and environmental components were estimated separately for each planting date. Likewise, genetic variances were partitioned into their additive and dominance components (Griffing, 1950). The method of the parent-offspring regression allowed to evaluate the heritability of the trait studied (H²_g). Too, it was calculated the heritability in strict sense (H²_b). The dominance ratio values obtained have denoted partial dominance for the trait P. H²_g varied depending on the localities and the planting date, raising high values in some environments (specially considering the first date of sowing in Miramar). However H²_c kept nearly constant in all the experiments. Implication of results and materials obtained is discussed in relation with breeding plans designed to develop precocious flint maizes.

Key words: *zea mays*, earliness, heritability, Gaspé germplasm, genetic variances.

INTRODUCCION

En los últimos 10 años el área de cultivo del maíz en la Argentina se ha expandido hacia zonas marginales ubicadas en el centro, sudeste y sudoeste de la provincia de Buenos Aires y este de la provincia de La Pampa. Este incremento del área de cultivo se ha logrado, en gran parte, con el empleo de híbridos precoces, en su mayoría dentados amarillos, originados principalmente en los Estados Unidos y Francia. El desarrollo de maíces tipo flint para esas zonas sería de considerable importancia, por las ventajas que presentan tanto en el orden técnico como en el comercial.

Voss (1971) evaluó distintos tipos de híbridos comerciales existentes en el mercado (duros, dentados y semidentados) y concluyó que los híbridos duros (tipo flint) toleran mejor una amplia gama de condiciones ambientales y de manejo, mientras que los semidentados precoces responden mejor a ambientes controlados. Stamp (1980) demos-

tró que las líneas flint muestran una mejor tolerancia al frío que las dentadas, en estados tempranos de desarrollo. En los últimos años los mejoradores han puesto énfasis en seleccionar materiales de ciclo corto (precoces), con bajos requerimientos térmicos para germinar y crecer y con rápido secado del grano. Ello ha creado la necesidad de disponer de germoplasma apropiado y de información suficiente sobre la herencia de caracteres útiles para esos fines (Pesev, 1970; Mock y Eberhart, 1972; Maryam y Jones, 1983).

Entre los materiales mas destacados por su precocidad se encuentra Gaspé, un maíz de origen canadiense con grano tipo flint amarillo. Los resultados expuestos en este trabajo forman parte de un proyecto destinado a evaluar el potencial de Gaspé como fuente de precocidad en el mejoramiento del maíz flint argentino. Los objetivos específicos de las experiencias realizadas son: a) obtener infor-

mación sobre la herencia de la precocidad, expresada en requerimientos térmicos, en cruzamientos de Gaspé con líneas endocriadas de grano flint colorado y b) extraer conclusiones sobre el uso de los materiales fitotécnicos en el mejoramiento genético del maíz.

MATERIALES Y METODOS

El material experimental estuvo integrado por líneas endocriadas tipo flint, el cultivar Gaspé, y las F1's entre el cultivar y las líneas. Gaspé, maíz de características flint amarillo, es la variedad de mayor precocidad conocida. Fue obtenida originalmente por granjeros en los alrededores de Gaspé Village, en Quebec (Canadá). Su tamaño es pequeño y raramente sobrepasa el metro de altura. Kuleshov (1933) comunicó que Gaspé presenta entre 60 y 70 cm de altura, 9 hojas promedio y tarda en madurar alrededor de 70 días a los 50° de Latitud Norte. Estos datos concuerdan con los resultados encontrados por otros autores en dicho hemisferio (Thompson, 1980). Estudios efectuados en el hemisferio Sur indican que Gaspé tarda sólo 40-45 días en florecer y alcanza alrededor de 90 cm de altura (Pantaleón, 1979). Las semillas de Gaspé utilizadas fueron enviadas en 1987 por el Departamento de Agronomía de la Universidad de Illinois, Urbana-Champaign, EEUU.

Se emplearon 14 líneas endocriadas originadas en dos Instituciones argentinas: P465, P1338, P21, AD3 y H38 pertenecientes al EERA INTA de Pergamino y AFE, DYW, CFE, NFE, O2M, (YF x Fla)@, (W x EB)@, (W x Eb) sib y (W x OU)@ creadas en el Instituto Fitotécnico de Santa Catalina. Las dos líneas (W x EB) que intervinieron presentan la misma genealogía, pero sus caminos de selección fueron independientes entre sí. Para marcar dicha diferencia se utilizaron los símbolos @ y

sib que designan al pedigree 87-7593 y 87-7594 respectivamente.

En 1987 se obtuvieron las F1's utilizando a Gaspé como polinizador y a las líneas endocriadas como hembras. La polinización se efectuó tomando para cada cruzamiento una muestra representativa del pólen del progenitor masculino.

Durante la campaña 1988-89 se condujeron tres ensayos en los que participaron los progenitores (14 líneas y Gaspé), las 14 F1's y 3 híbridos comerciales. Estos últimos se utilizaron como testigos o controles eligiéndose los materiales precoces: Láser 100, Cargill Precoz 22 y Pioneer 3901. Los ensayos fueron realizados en dos partidos de la provincia de Buenos Aires:

- Lomas de Zamora: Campo Experimental del Instituto Fitotécnico de Santa Catalina ubicado en Garibaldi 3400, Llavallol.

- General Alvarado: Campo Experimental de la Empresa ATAR S.A., ubicado en la Ruta 88 (Km 41), La Ballenera, Miramar.

Las fechas de siembra difirieron en cada localidad, siendo:

- 1º Epoca de siembra: 28 de septiembre de 1988, Miramar.

- 2º Epoca de siembra: 28 de octubre de 1988, Llavallol.

- 3º Epoca de siembra: 14 de noviembre de 1988, Miramar.

La 1º época de siembra realizada en Miramar implicó riesgos de heladas y bajas temperaturas, mientras que la 2º fecha, en la misma localidad, es considerada tardía.

En los tres ensayos se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Para evitar el efecto de competencia que el vigor híbrido de las F1's y los testigos provocarían sobre el crecimiento de las líneas y Gaspé, cada bloque estuvo dividido en cuatro subbloques dentro de los cuales se distribuyeron al azar los tratamientos. De esta forma, cada

bloque fue formado por: sub-bloque de Gaspé, sub-bloque de líneas, sub-bloque de F1's (líneas x Gaspé) y sub-bloque de híbridos comerciales. Cada sub-bloque fue separado de otro por dos surcos de bordura correspondiente al material que lindaban. Los sub-bloques se aleatorizaron dentro de los bloques. Cada tratamiento ocupó un surco de 20 plantas distanciadas a 0.25 m (densidad de 57.000 pl/ha).

En los 3 ensayos se anotó la fecha de panojamiento en la cual el 50% de las plantas de cada parcela presentaban panoja exerta; esto permitió estimar el número de días desde la siembra hasta el panojamiento. Con el fin de comparar los caracteres de ciclo entre las localidades participantes se prefirió expresar dicho carácter en unidades de calor utilizando las fórmulas de suma de temperaturas siguiente:

$$T = \sum_{\text{Siembra}}^{\text{Panojamiento}} \frac{tmx + tmi}{2} - to$$

Donde: tmx = temperatura máxima diaria.
 tmi = temperatura mínima diaria
 to = temperatura base

La suma de temperaturas fue calculada utilizando una temperatura base de 6° C. De esta forma, se calcularon los requerimientos térmicos para panojamiento (P).

Se utilizó el test de t (Student) para comparar de a pares muestras independientes con varianzas desiguales (Sokal, 1978). Se compararon las medias de las siguientes poblaciones:

- a- Gaspé versus líneas
- b- Gaspé versus F1's
- c- Líneas versus F1's
- d- F1's versus híbridos comerciales
- e- Progenitor medio versus F1's

Para las comparaciones entre el proge-

nitro medio y su F1 (e) se aplicó la siguiente fórmula:

$$\pm t = \frac{2 X_{F1} - (X_{P1} + X_{P2})}{\sqrt{x}}$$

Donde: X_{F1} = valor medio de las F1.
 X_{P1} = valor medio de Gaspé.
 X_{P2} = valor medio de las líneas.

$$X = S^2 \left(\frac{2^2}{rF_1} + \frac{1^2}{rP_1} + \frac{1^2}{rP_2} \right)$$

Siendo: r = número de observaciones
 S^2 es una varianza amalgamada (Carmer et al, 1969).

$$S_2 = \frac{n_1 SP_1^2 + n_2 SP_2^2 + n_3 SF_1^2}{n_1 + n_2 + n_3}$$

Donde: SP_1^2 = Varianza de Gaspé
 SP_2^2 = Varianza de líneas
 SF_1^2 = Varianza de F1.
 n = Grados de libertad.

Los contrastes se realizaron en forma independiente para cada fecha de siembra.

Se efectuó la descomposición de la varianza fenotípica utilizando el método establecido por Griffing (1950). Dicho método asume que los efectos ambientales son aditivos e independientes. Se probó el supuesto de aditividad utilizando el Test de Tukey (Sokal, 1978). Este permitió probar las hipótesis:

$$H_0 = \alpha_i = 0 \quad \forall i$$

$$H_0 = \beta_j = 0 \quad \forall j$$

Utilizando:

$$F = \frac{CM \text{ No Aditividad}}{CM \text{ Remanente}} \sim F_{gl1, gl2, 0.05}$$

Siendo: CM No Aditividad: Cociente entre la suma de Cuadrados de la interacción con un

grado de libertad (gl1). Explica los efectos multiplicativos de los efectos principales.

CM Remanente: Cociente entre la suma de Cuadrados residual y los grados de libertad dentro (gl2). Representa las interacciones posibles.

Se estimó la varianza aditiva (σ^2_A) y la varianza por dominancia (σ^2_D) de la siguiente manera:

$$1/4 \hat{\sigma}^2_A = 1/4 (V_{PV} - \hat{\sigma}^2_e)$$

$$\hat{\sigma}^2_D = V(F1 - PM) - 5/4 \hat{\sigma}^2_e$$

Donde: V PV = Varianza del progenitor variable.

V (F1 - PM) = Varianza de las diferencias entre las F1' s y sus correspondientes progenitores medios.

El componente σ^2_e es la varianza del error experimental dividido por el número de observaciones o repeticiones (n=3).

El grado de dominancia (d) puede ser estimado como sigue:

$$\hat{d} = \frac{\hat{\sigma}^2_D}{\hat{\sigma}^2_A}$$

Siendo las esperanzas de las varianzas:

$$E\{V(PV)\} = \sigma^2_A + \sigma^2_e$$

$$E\{V(F1 - PM)\} = \sigma^2_D + 5/4 \sigma^2_e$$

Donde: σ^2_A : Varianza aditiva y
 σ^2_D : Varianza de dominancia.

Se utilizó el siguiente test de F para probar significancia:

$$F_D = \frac{V(F1 - PM)}{5/4 \hat{\sigma}^2_e} \quad F \text{ GIF1, Gle, 0,05}$$

$$F_A = \frac{V(PV)}{\hat{\sigma}^2_e} \quad F \text{ GIPV, Gle, 0,05}$$

GIF1 : grados de libertad de las F1's.

Gle : grados de libertad del error.

GIPV : grados de libertad del progenitor variable (líneas)

La estimación de los componentes de la varianza fenotípica se efectuó para las tres fechas independientemente.

Estimaciones de la heredabilidad del carácter se obtuvieron con la aplicación de las siguientes fórmulas:

a) $H^2_b = 2b$

siendo: b el coeficiente de regresión de las F1' s sobre las líneas endocriadas (Falconer, 1981).

$$b) H^2_b = \frac{\hat{\sigma}^2_A}{\hat{\sigma}^2_A + \hat{\sigma}^2_D + \hat{\sigma}^2_E}$$

RESULTADOS

La Tabla 1 presenta las medias (X) y coeficiente de variación fenotípica porcentual (CV%) para el carácter P, diferenciándose las épocas de siembra y los sub-bloques: Gaspé, líneas, F1' s e híbridos comerciales.

Puede observarse que los requerimientos térmicos fueron mayores en las experiencias conducidas en Miramar. Además, dicha localidad presentó menores CV%, en líneas generales que Llavallol.

La Prueba de Aditividad de Tukey permitió determinar que el efecto de la interacción es desechable. Las F obtenidas fueron todas no significativas al 1% de probabilidad.

Los contrastes se volcaron en la Tabla 2. Las comparaciones denotan diferencias significativas entre los progenitores (Líneas y Gaspé), siendo Gaspé el progenitor con menores requerimientos térmicos para florecer. Asimismo, las F1' s se diferenciaron significativamente de sus progenitores y de los

Tabla 1: Medias (\bar{X}), y coeficiente fenotípico de variación porcentual (CV%) para el carácter requerimientos térmicos para panojamiento, en °C (P).

Means (\bar{X}) and coefficient of phenotypic variation (CV%) for the trait thermal requirements up to tasseling, in °C (P).

| Sub-bloque | | Miramar 28/9/88 | Llavalloí 28/10/88 | Miramar 14/11/88 |
|---------------|-----------|--------------------|-----------------------|---------------------|
| Gaspé | \bar{X} | 613.75 | 441.18 | 577.39 |
| | CV% | 0.07 | 2.15 | 0.04 |
| Líneas | \bar{X} | 1035.47 | 960.86 | 1031.40 |
| | CV% | 4.07 | 6.26 | 5.53 |
| F1's | \bar{X} | 796.99 | 676.28 | 751.30 |
| | CV% | 4.42 | 5.44 | 3.50 |
| H.comerciales | \bar{X} | 865.80 | 726.13 | 801.75 |
| | CV% | 0.96 | 1.34 | 0.72 |

Tabla 2: Valores de t Student, comparaciones entre medias del carácter P (en °C), discriminando las localidades y fechas de siembra.

t Student values when comparing P trait means (in °C) and discriminating localities and planting dates.

| | Miramar 28/9/88 | Llavalloí 28/10/88 | Miramar 14/11/88 |
|---------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|
| Gaspé vs. líneas | 66.30** | 45.76** | 50.25** |
| Gaspé vs. F1's | 28.26** | 27.44** | 39.97** |
| F1's vs. Líneas | 24.44** | 23.45** | 27.96** |
| F1's vs. H. comerciales | 9.64** | 4.00** | 7.29** |
| F1's vs. progenitor medio | 2.01* | 1.20NS | 3.49** |

*: Significativo al 5% de probabilidad
 **: Significativo al 1% de probabilidad
 NS: No significativo

híbridos comerciales precoces utilizados como testigos. En los dos experimentos realizados en Miramar, las F1's se diferenciaron de sus progenitores medios. Mientras que en el ensayo de Llavalloí estas diferencias no fueron significativas.

La Tabla 3 consigna las estimaciones de los componentes de las varianzas fenotípica y cocientes derivados de ellas, revelando la inspección de los datos un marcado predominio de la varianza aditiva en los tres experimentos.

Tabla 3: Parámetros genéticos del carácter requerimientos térmicos para panojamiento, en °C (P), discriminando las localidades y fechas de siembra.

Genetic parameters for the trait thermal requirements up tasseling, in °C (P), when separating the localities and planting dates.

| | Miramar 28/9/88 | Llavalloí 28/10/88 | Miramar 14/11/88 |
|-------------|--------------------|-----------------------|---------------------|
| σ^2A | 1657.88** | 3359.62** | 3149.04** |
| σ^2D | 659.17** | 1165.41** | 1055.64** |
| σ^2e | 120.05 | 261.12 | 107.50 |
| d | 0.63 | 0.59 | 0.59 |
| H^2_a | 0.99 | 0.42 | 0.21 |
| H^2_b | 0.68 | 0.70 | 0.73 |

** : Significativo al 1% de probabilidad.

La estimación de los parámetros aditivos y dominantes permitieron obtener el grado de dominancia (d). EL componente de dominancia (d^2_d) es menor que el componente aditivo (d^2_a), lo que determinó valores de dominancia menor que 1. Esto indica una dominancia parcial para el carácter estudiado. El test de significación utilizado (F_d) demostró que la dominancia parcial es altamente significativa para las tres fechas de siembra.

Las heredabilidades calculadas presentaron valores altos en términos generales. Las H^2 variaron según la localidad y fecha de siembra, encontrándose el mayor valor en la primera fecha realizada en Miramar. Sin embargo, los valores de H^2 fueron aproximadamente constantes para los 3 ambientes analizados.

DISCUSION

El desarrollo de maíces precoces adaptados a regiones de veranos relativamente cortos y otoños húmedos exige la disponibilidad de germoplasma con menores exigencias de unidades de calor y un aceptable conocimiento de la acción génica que controla esas características. Para este trabajo se eligió a Gaspé, un cultivar de notable precocidad, aunque carente de cualidades agronómicas para su utilización directa. Interesaba, por lo tanto, investigar su comportamiento en cruces con otros materiales de mayor potencial y para ello se seleccionaron 14 líneas endocriadas de diverso origen y probada aptitud combinatoria. La experiencia consistió esencialmente en un top-cross, con Gaspé como probador y las líneas endocriadas como progenitores variables, utilizándose además híbridos comerciales como controles.

El modelo propuesto por Griffing (1950) asume que los efectos ambientales son aditivos e independientes. El supuesto de aditividad ha sido verificado, mediante el test de Tukey, encontrando que el efecto de la interacción no es significativo. El supuesto de independencia de los errores está asegurado por la asignación al azar de los tratamientos a las unidades experimentales (Steel and Torrie, 1980).

En el análisis de la variación fenotípica, adaptando la metodología propuesta por Griffing (1950), los progenitores variables, por

tratarse de líneas con alta homocigosis, fueron utilizados para la estimación del componente aditivo. La varianza entre las líneas estimó la varianza aditiva y, eventualmente, incluyó las interacciones de tipo aditiva x aditiva. En la varianza fenotípica de los tres experimentos, este componente alcanzó una proporción de 0.68, 0.70 y 0.73, valores que corresponden a la heredabilidad estricta (H^2_e). Comparativamente la proporción de varianza debida a efectos de dominancia, estimada en los desvíos sobre el progenitor medio, fue más reducida (0.24, 0.27 y 0.24) con un grado que ubica al efecto promedio en el rango de dominancia parcial. Como los resultados muestran dominancia en la dirección de los genes de Gaspé, esta cualidad sería favorable para el desarrollo de híbridos precoces a partir de estos materiales. Si bien Gaspé no es un línea endocriada, a diferencia del progenitor fijo propuesto por Griffing, se considera que la estimación de la varianza de dominancia es válida para los propósitos perseguidos, teniendo en cuenta que la polinización se efectuó con una muestra compuesta por mezcla de polen. Además, Gaspé ha presentado una alta uniformidad genética; se verificó comparando los coeficiente de variación fenotípica porcentual de Gaspé ($CV\%=2.15$) versus los registrados para la línea P1338 ($CV\%=4.14$), la F1 P1338xGaspé ($CV\%=1.75$) o el híbrido simple Pioneer 3901 ($CV\%=5.01$), para la localidad de Llavallol (localidad que presentó mayores $CV\%$).

La estimación de estos parámetros genéticos debe ser considerada con cautela, teniendo en cuenta que alguno de los supuestos básicos, como equilibrio de ligamiento y ausencia de interacciones de tipo dominante x aditivo y dominante x dominante, pueden no cumplirse y, por lo tanto, introducir distorsiones en los valores calculados. Se estima no obstante, que el grado de separación entre com-

ponentes aditivos y no aditivos es satisfactorio por las claras diferencias halladas entre ellos en los tres experimentos. Un estudio de los efectos génicos del carácter P, usando las poblaciones derivadas F1 (líneas x Gaspé), F2 y retrocruzas (R1 y R2) permitiría evaluar dichas interacciones. Maryam y Jones (1985) ensayaron, al norte del límite normalmente utilizado para el cultivo en el Reino Unido, un set de once líneas y sus generaciones derivadas. El estudio genético del carácter número de días desde siembra hasta cosecha denotó dominancia parcial. Se usó dicho carácter para evaluar la precocidad de los materiales experimentados en el citado trabajo. Los tests utilizados, basados en medias, evidenciaron para ese carácter efectos aditivos y dominantes significativos. Sin embargo, no encontraron evidencia de interacción alélica.

A juzgar por los resultados obtenidos, la utilización de Gaspé, como donante de precocidad, puede resultar provechosa en un programa de mejoramiento iniciado con sus combinaciones F1.

Como se observa en los resultados las F1's exhibieron para la floración menores requerimientos térmicos, en promedio, que los híbridos comerciales, con diferencias altamente significativas. Ello indica que la población derivada de un compuesto de las F1's permitiría partir de un alto nivel de precocidad y que, por consiguiente, convendría adelantar la selección simultánea para otros caracteres de interés agronómico. Dependiendo de la constitución genética de la población a mejorar, la selección por precocidad puede traer aparejado un incremento o una disminución en el rendimiento. Troyer y Brown (1976) trabajaron con sintéticas de distintos tipos de maíz, encontraron para las condiciones ecológicas

de Minnesota (E.E.U.U.), que el rendimiento tendía a aumentar cuando se seleccionaba por precocidad en poblaciones que florecían después de los 67 días a contar desde la emergencia, sucediendo lo contrario con las poblaciones cuya floración se verificaba por debajo de los 67 días. Ello pone en evidencia la necesidad de contar con una aceptable estimación de las respuestas correlacionadas para cada región geográfica en particular. Si el proceso fuera de tipo tándem, el neto predominio de los efectos aditivos induce a sugerir un programa de selección masal sin prueba de progenies como método rápido y económico. Una máxima utilización de la varianza aditiva podría lograrse adoptando la variante de seleccionar plantas antes de la floración (Empig et al, 1972); la selección por el carácter aparición de panoja facilitaría el procedimiento ya que sólo se conservarían para el intercrucamiento las plantas que hayan florecido a determinada fecha.

La heredabilidad calculada por el método de la regresión progenie-progenitor presentó una tendencia declinante a partir de la primera época de siembra. Este es un dato de interés a tener en cuenta en la elección de la fecha de siembra de los materiales sujetos a selección por precocidad, ya que según indica esa tendencia la implantación temprana favorecería una mejor clasificación de las plantas por su fecha de floración. Además, indirectamente se estaría seleccionando por la capacidad de las plantas a germinar a bajas temperaturas. Característica ésta muy importante para materiales que deben ser utilizados en zonas frías, de veranos cortos, siendo las siembras tempranas imprescindibles para el cumplimiento del ciclo de vida del cultivo.

BIBLIOGRAFIA

- Carner SG, WM Walker and RD Self** (1969) Practical suggestions on pooling variances for tests of treatment effects. *Agron J* 61:334-336
- Empig LT, CO Gardner and WA Compton** (1972) Theoretical gains for different population improvement procedures. Univ of Nebraska. College of Agriculture MP 26
- Falconer DS** (1981) Introduction to quantitative genetics. Ed Longman Ltd 430 p
- Griffing L** (1950) Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and related techniques. *Genetics* 35: 303
- Kuleshov NN** (1933) World's diversity of phenotypes of maize. *J Am Soc* 25: 688-700
- Maryam B and DA Jones** (1983) The genetics of maize (*Zea mays L.*) growing at low temperatures. II Germination of inbred lines, F1 and further generations at fluctuating temperatures. *Euphytica* 32: 535-542
- Maryam B and DA Jones** (1985) The genetics of maize (*Zea mays L.*) growing at low temperatures. II Harvesting time, number of kernels and plant height at maturity. *Euphytica* 34: 475-482
- Mock JJ and SA Eberhart** (1972) Cold tolerance in adapted maize populations. *Crop Sci* 12: 466-469
- Pantaleón GE** (1979) Estudio de la herencia de la precocidad y altura de la planta entre dos líneas puras de maíz. Cálculo de la heredabilidad. Actas IV Congreso Latinoamericano de Genética. Mendoza (Rep Argentina) VII:37
- Pesev NV** (1970) Genetic and environmental factors affecting corn germination at low temperatures. *Agron J* 41: 562-569
- Sokal RR y J Rohlf** (1978) *Biometría*. WH Freeman and Company. San Francisco 832 p
- Steel RGD and JH Torrie** (1980) Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach. Ed McGraw-Hill. Book Co, New York 622 p
- Stamp P** (1980) Variation in the shoot and root characters of young maize plants in relation to genotype and temperature. *Zeitschrift Fur Pflanzenzuchling* 84 (3): 226-239
- Thompson DL** (1980) Growth of Gaspé Flint corn and three crosses in controlled environments. Report prepared as Paper N 5954 of the Journal Series of the North Carolina Agricultural Research Service Raleigh NC 27650 1-70
- Troyer AF and WL Brown** (1976) Selection for early flowering in corn: seven late synthetics. *Crop Sc* 16:767-772
- Voss RD** (1971) Revisión de las investigaciones realizadas en la Argentina sobre prácticas de producción maicera y triguera y comentarios sobre futuras necesidades de investigación. *IDIA* 283: 25-55