



**MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACION**  
**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRARIAS**

HERENCIA DE LA PRECOCIDAD EN UNA POBLACION LOCAL Y  
VARIOS CONJUNTOS DE LINEAS DE MAIZ

F. CASAÑAS, LI. BOSCH, F. NUEZ

INVESTIGACION AGRARIA

Producción y Protección Vegetales

# **HERENCIA DE LA PRECOCIDAD EN UNA POBLACION LOCAL Y VARIOS CONJUNTOS DE LINEAS DE MAIZ**

**F. CASAÑAS  
L. BOSCH**

Dpto. de Agronomía. Escuela Superior de Agricultura de Barcelona  
Urgell, 187. 08036 Barcelona

**F. NUEZ**

Dpto. de Genética. E.T.S.I.A. Universidad Politécnica de Valencia  
Camino de Vera, 14. 46022 Valencia

## **RESUMEN**

Se estudia la herencia de la precocidad a la floración en una variedad local de polinización libre del Noroeste de España y se compara con resultados obtenidos por los autores en: I) un dialelo de 7 líneas puras, y II) un conjunto de 460 híbridos obtenidos a partir de 75 líneas. La variedad local, de floración muy precoz, presentó altos valores de la varianza dominante, de magnitud similar a la componente aditiva. En los otros dos experimentos se observó dominancia acusada pero no total hacia precocidad; la componente aditiva de la varianza superó en mucho a la dominante, siendo la componente epistática poco importante. Este tipo de estructura es la generalmente encontrada por otros autores. Sin embargo, en poblaciones locales adaptadas a ciclo corto, como la variedad de polinización libre estudiada por nosotros, parece que existe una acumulación de alelos dominantes que incrementa fuertemente las componentes no aditivas de la variación.

**PALABRAS CLAVE:** Herencia de la precocidad, maíz, líneas puras, variedad local.

## **INTRODUCCION**

La precocidad a la maduración en el maíz es un carácter de interés agronómico debido: 1) a la correlación que presenta con el rendimiento (Lindsey et al., 1962; Compton, 1964; Lanza, Dionigi, 1974; Hallauer, Miranda, 1981), y 2) a las limitaciones en el cultivo que impone la integral térmica (Shaw, 1977).

---

Recibido: 20-7-87.

Aceptado para su publicación: 26-1-89.

Redactor asociado: J. I. Cubero.

Existen numerosos estudios sobre la herencia de la precocidad (Compton et al., 1965; Rood, Major, 1980, 1981, entre otros). En general se encuentra que la componente de la varianza no aditiva es poco importante frente a la aditiva, siendo la varianza epistática muy pequeña. Aunque estos trabajos se han realizado con diversos materiales, escasean los estudios efectuados sobre poblaciones locales de ciclo corto, siendo estas variedades muy importantes en zonas de climatología limitante.

Estudiamos aquí la herencia de la precocidad en una variedad local de ciclo corto del Norte de España y comparamos los resultados con análisis efectuados por nosotros en otros materiales.

## MATERIAL Y METODOS

Debido a que el carácter precocidad a la maduración resulta difícil de medir, en estudios de genética cuantitativa se suele utilizar como sustituto la precocidad a la floración, en base a la alta correlación que presentan ambos caracteres (Jugenheimer, 1976). Este ha sido el carácter estudiado por nosotros.

Se empleó una variedad procedente de Asturias (Noroeste de España), que no había estado sometida a selección consciente y era muy precoz. Se analizaron 235 familias de hermanos completos agrupadas en 81 familias de medios hermanos, dispuestos en el campo según un diseño de 20 bloques con un representante de cada una de las 235 familias en cada bloque. La densidad de plantación fue de 41.660 plantas/ha y el cultivo se efectuó en regadío. Sobre este diseño experimental se aplicó el modelo I de Comstock y Robinson (1948).

Se efectuaron también otros dos experimentos:

1) Dialelo de líneas puras. Se escogieron 7 líneas puras (F2, 40-4, W64A, P21, B14A, R2-5 y CI31A) de modo que no existiera parentesco conocido entre ellas, y que presentaran gradiente de precocidad (60, 68, 68, 73, 78, 84 y 84 días a floración respectivamente).

Las líneas puras y los híbridos correspondientes (recíprocos incluidos) se ensayaron mediante un diseño de 3 bloques al azar con 6 plantas por cada genotipo y bloque. La siembra se efectuó a una densidad de 12.000 plantas por ha para evitar las interacciones entre genotipos vecinos.

Para la resolución del dialélico se emplearon el análisis de aptitudes combinatorias de Griffing (1956) y los análisis de Hayman y Jinks (Jinks, 1954; Hayman, 1954a y b). Se utilizó también el análisis general de la varianza según un modelo factorial para los efectos madre y padre.

Una vez calculadas las componentes de la varianza de padre, madre e interacción padre  $\times$  madre, se hallaron los valores de la varianza fenotípica, genética aditiva y genética no aditiva, estimándose la heredabilidad ( $h^2$ ).

II) Cruzamiento de líneas puras. El ensayo estaba constituido por un numeroso grupo de líneas puras públicas a partir de las cuales se obtuvieron híbridos siguiendo un doble patrón de cruzamientos: liso – ciclo corto  $\times$  dentado – ciclo largo ( $C \times L$ ) y liso-ciclo medio  $\times$  dentado – ciclo medio ( $M_1 \times M_2$ ), empleándose un total de 75 líneas y 460 híbridos diferentes. 194 híbridos fueron de origen  $C \times L$  y 266 de origen  $M_1 \times M_2$  (Tablas 5 y 6).

El ensayo de las líneas y de los híbridos se efectuó mediante un diseño de 20 bloques al azar, con un representante de cada genotipo en cada bloque. Para evitar interacciones entre genotipos vecinos la densidad de plantación fue de 15.600 plantas por ha.

En este material se ha calculado el coeficiente de regresión de las progenes  $F_1$  sobre la media de los padres. Dicho coeficiente puede tomarse como una estimación aproximada de la  $h^2$ , aunque la estima puede estar distorsionada por las relaciones de parentesco entre las líneas y la falta de aleatoriedad en los cruces.

## RESULTADOS

### a) Variedad local de polinización libre.

La heredabilidad estimada a partir de la regresión de la media de la progenie sobre madre, dentro de padre, resultó ser de  $0,26 \pm 0,08$  y la obtenida mediante el análisis de la varianza de hermanos completos y de medios hermanos de  $0,19 \pm 0,07$  (Tabla 1). La primera estima es superior a

**TABLA 1**

### ESTIMACIONES DE LAS VARIANZAS GENÉTICAS Y FENOTÍPICAS Y DE LA HEREDABILIDAD EN LA VARIEDAD DE POLINIZACIÓN ABIERTA, SEGUN DIVERSOS TIPOS DE ANALISIS

*Estimations of the genotypic and phenotypic variances and of the heritability in the open pollinated variety, following different kinds of analysis*

Estimador	Análisis de la varianza, diseño jerárquico de apareamientos	Regresión descendencia media sobre madre, dentro de padre
$V_A$	1.71	$0.96 \pm 0.08$
$V_D$	1.71	—
$V_P$	8.68	3.69
$h^2$	$0.19 \pm 0.07$	$0.26 \pm 0.08$

la segunda debido a la menor variación ambiental en los padres en relación a la progenie.

b) Dialelo de líneas puras.

Del análisis general de la varianza (Tabla 2) se deduce que la varianza aditiva es muy superior a la no aditiva, ya que las componentes de padre o madre estiman  $1/4 V_A + 1/16 V_A \times A + \dots$ , mientras que la debida a la interacción padre  $\times$  madre estima  $1/4 V_D + 1/4 V_A \times A + \dots$ . Si suponemos que la componente epistática no es importante, resulta una heredabilidad «sensu stricto» de 0,63 y de 0,99 «sensu lato». La existencia de una componente ambiental casi nula se debe a que el principal factor responsable en influir sobre la floración del maíz es la integral térmica, y hay que suponer que para este factor no hubo variación dentro del campo experimental. La floración fue prácticamente simultánea dentro de genotipo.

En el análisis de la varianza W-V de Hayman aparece una F de líneas de 4,55 ( $p < 0,02$ ) indicadora de que se incumple alguna de las hipótesis de Hayman. Sin embargo, debido al valor poco importante de dicha F, a que la pendiente de la recta W/V no es significativamente distinta de uno, y a la distribución de las líneas, muy próximas a la recta W/V en el diagrama de Hayman-Jinks (Figura 1), podemos aceptar que dichas hipótesis se cumplen razonablemente.

El modo de herencia del carácter (Tabla 3) es de dominancia parcial ya que  $D-H > 0$  y  $H_2$  resultó significativamente distinto de cero, lo que coincide con el valor del grado de dominancia  $\sqrt{H/D} = 0,645$  comprendido entre 0 y 1. Por lo que respecta a la dirección de la dominancia, el valor  $mL_1 - mL_0$  es significativo ( $b_1$  significativo en la Tabla 4) y menor que cero ( $-5,56$ ), indicando que la dominancia es hacia mayor precocidad. Al ser  $H_1 - H_2 = 0$  ( $b_2$  significativo en la Tabla 4) y  $H_2 = 0$  (Tabla 3) se concluye que

**TABLA 2**

**VALORES DE LOS DISTINTOS COMPONENTES A PARTIR DEL ANALISIS GENERAL DE LA VARIANZA Y DEL ANALISIS DE GRIFFING EN EL ENSAYO DIALELO (\*\*  $\leq 0.01$ )**

*Values of the different components obtained from general analysis of variance and from Griffing's analysis, in the diallel trial (\*\*  $p \leq 0.01$ )*

Tipo de Análisis	Fuente de Variación	Componente de la varianza
ANOVA General	Padres	12.82**
	Madres	13.31**
	Padres $\times$ Madres	7.16**
ANOVA de Griffing	ACG	13.07**
	ACE	12.20**

**TABLA 3**

**PARAMETROS GENETICOS DE HAYMAN EN EL ENSAYO DIALELO**

*Hayman's genetical parameters in the diallel trial*

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
$mL_1 - mL_0$	-5.37	$h_c^2$	0.790
D	62.13	Dominancia/ Recesividad	1.332
$H_1$	25.92		
$H_2$	24.41	$I_1$	90.58
E	0.824	$I_2$	60.80
$h_a^2$	0.975	n.º de genes	4.7072

**TABLA 4**

**RESULTADOS DEL ANALISIS DE LA VARIANZA DE HAYMAN EN EL ENSAYO DIALELO (\*  $p \leq 0.05$ ; \*\*  $p \leq 0.01$ )**

*Results of the Hayman's analysis of variance in the diallel trial (\*  $p \leq 0.05$ ; \*\*  $p \leq 0.01$ )*

Parámetros	G.L.	Cuadrados Medios	Parámetros	G.L.	Cuadrados Medios
a	6	549.67**	$a \times R$	12	0.64
$b_1$	1	705.35**	$b_1 \times R$	2	0.45
$b_2$	6	6.10**	$b_2 \times R$	12	1.42
$b_3$	14	3.14**	$b_3 \times R$	28	0.55
b	21	37.43**	$b \times R$	42	0.80
c	6	0.70	$c \times R$	12	1.67*
d	15	1.08	$d \times R$	30	0.58
Repeticiones	2	9.15**	Total General	48	85.51**
			Error	96	0.81

los alelos positivos y negativos no están distribuidos independientemente entre los parentales. El grado de asimetría —que podría explicar la significación de la F de W-V— no puede ser muy grande porque los puntos se encuentran casi sobre la recta (Figura 1). Tanto la ACG como la ACE resultan significativas (a y  $b_3$  significativas en la Tabla 4) lo cual concuerda con los resultados del análisis de Griffing (Tabla 2). En cuanto a los valores

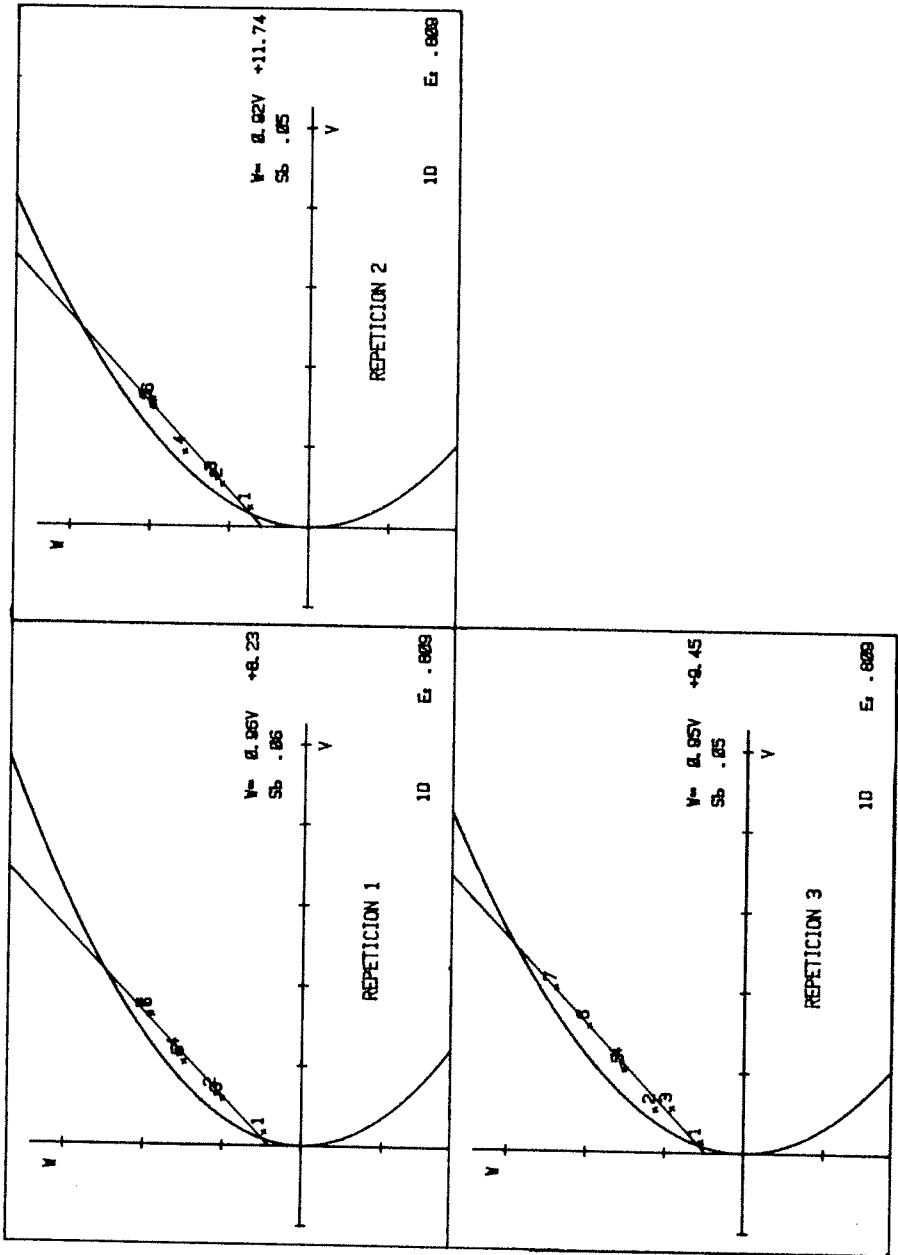


Fig. 1.—Diagrama de Hayman-Jinks en cada repetición. (1 = W64A; 2 = 40-4; 3 = W64A; 4 = P-21; 5 = B-14A; 6 = R2-5; 7 = CI31A).

Diagram of Hayman-Jinks in each replicate (1 = F2; 2 = 40-4; 3 = W64A; 4 = P-21; 5 = B-14A; 6 = R2-5; 7 = CI31A).

de las heredabilidades, 0,79 y 0,97 «sensu stricto» y «sensu lato», respectivamente, son semejantes a las halladas en el ANOVA general.

c) Cruzamiento entre líneas puras.

En las Tablas 5 y 6 se presentan los resultados de los cruzamientos de ciclo largo  $\times$  ciclo corto y ciclo medio  $\times$  ciclo medio. Para el conjunto de todos los cruzamientos, el coeficiente de regresión lineal ciclo del híbrido vs. ciclo medio de los padres fue de 0,74 ( $p < 0,001$ ).

Se observa una acusada y constante dominancia parcial hacia precocidad como puede observarse en la Figura 2, donde los valores del grado de dominancia son siempre distintos de cero. Al ser el signo negativo nos indica que el sentido de la dominancia es hacia la línea parental de ciclo más corto. La elevada heterosis que presentan los cruzamientos  $M_1 \times M_2$  puede explicarse satisfactoriamente mediante un modelo de superdominancia asociativa, en donde se complementan las dominancias parciales a nivel de cada locus que dan en las líneas progenitoras fenotipos de ciclo medio. La existencia de líneas tan precoces como los híbridos más precoces apoya la validez de esta hipótesis u otras similares frente a las hipótesis basadas en una superdominancia genuina.

## DISCUSION

En la variedad de polinización libre destacan los valores bajos de  $h^2$ , particularmente en el análisis fraternal; por otra parte la varianza no aditiva es tan importante como la aditiva. Esta similitud de valores de ambas varianzas contrasta con la mayoría de estimaciones efectuadas en otras variedades (Robinson et al., 1955; Lindsey et al., 1962; Compton et al., 1965; Eberhart et al., 1966; Stuber, Moll, 1969; Stuber, 1970; Sentz, 1971) en donde se encuentra un claro predominio de la varianza aditiva sobre la no aditiva. A diferencia de las variedades utilizadas por dichos autores, nuestra variedad era muy precoz ( $\bar{x}$  general 45,4 días desde la siembra a la floración), probablemente debido a que acumula gran cantidad de genes dominantes para precocidad. Esta situación suministra valores de varianza no aditiva elevados en relación a la varianza aditiva.

Los resultados obtenidos en los experimentos testigo son mucho más concordantes con la bibliografía existente. En el ensayo dialelo se observa dominancia acusada hacia precocidad pero con una componente aditiva de la variación muy superior a la dominante. Resultados similares fueron encontrados por Bonaparte (1977) y Rood y Major (1980, 1981). La ausencia de epistasia apuntada por Daniel (1973) coincide también con los resultados de nuestros análisis que se pueden ajustar a un modelo simple de aditividad-dominancia. A partir del modelo II de Comstock y Robinson (1948), Eberhart et al., (1966), Stuber y Moll (1969), y Stuber (1970), encuentran también que la varianza epistática es nula o muy pequeña. En el otro experimento testigo (cruzamiento entre líneas puras), se observa una estimación de la  $h^2$  no muy distinta a la hallada en el cruzamiento dialelo.



TABLA 5

**PRECOCIDAD (DIAS A FLORACION MASCULINA) DE LAS LINEAS PARENTALES Y DE LOS HIBRIDOS OBTENIDOS EN LOS CRUZAMIENTOS CICLO CORTO POR CICLO LARGO**

*Precocity of inbreds and hybrids obtained when crossing flint-short cycle × dent-long cycle*

	Ciclo																				
	largo	corto	CG8	F201	F192	F7	F196	F226	F2	F71	F65	CG14	F227	F212	F225	F215	F1649	F228	F59	F83	
	59,6	60	60,7	60,9	61,1	61,1	61,1	62,2	62,8	63,1	64,2	64,2	64,2	64,7	64,8	64,9	65	65	66,4	66,8	68,5
Mol7	76	65,1	62,1	64,3	65,1	64,1	65,2	65,2	64,9				66,8	66,2	65,7		67,1	66,4		66,5	
Mol5	77,1	66,4	62,5	63,6	63,5	64,4	65,7	65,7	63,2				67,7	66,4	66,7		67,5			67,2	
F570	77,2	64,8	64	65,5	64,3	65,1	65,1	65,1			67		66,1	66,4	67,2		67,2	67,6	68,6	66,8	
B37	77,8	63,9	66,5	63,2	65,9	66,3	66,7	66,7	66,2						66,5					68,7	
B73	79,1	64,8	65	65,9	65,7	65,3	65,9	65,9	65,3	63,8			66,1	67,1	67,2	65,2		67,2	69,4	66,8	
5HHK89	79,6	64,6	65,1	62,1	64,4	63,9	64,6	64,6	66				64,7	66	66,6		68,3			66,8	
Z1	80		61,3	65,3	65	64,2	64,1	64,1					65	66,4	66,4				67		
B-65	80,1	64,2	63,8	63,4	65,8	63,7	65	66,6	63,4				66,5	66,9	66,3		65,8				
B57	80,4	66,4	66,4	63	64,3	64,3	64,3	64,3	64,7				66,3	68	68		68,1	68,6		68,8	
B84	81	66,5	63,1	64,3	65,3	65	65,6	65,6	63,8				65,7	66,7	67,5	66,5	67	69,6	69,1	67,1	
27-Q	81,5	67	65,9	68	66,5	66,9	68,2	68,2	65,8		70,5		66,8	69	72,2		69,1	69,6	69,5		
BHMD	81,9	67,5	65,8	66,5	67,5	67,2	67,2	68,9	67,5					68,7	73		69,1			71,3	
B59	82	64,5	62,9	65,8	66	65,2	65,8	67	64,6				66,5	65,2	67,1		66,1	67,1	69,1	68,6	
NC230	84,5		63,5	67,4	69,5	67,2	68,7	68,7	68,6				68,8	69,1	69,7		69	72,5		68,2	
B49	84,6																		69,6		
NC232	84,8		66	68,6		67,3							69,5	70,3			70,6	68,2			
C131A	88	68,2	64,8	66,8	67,7									67,8						71,5	
B52	90,5		65,2	65,2	65,3				64					67,8			68,5			70	

**TABLA 6**

**PRECOCIDAD (DIAS A FLORACION MASCULINA) DE LAS LINEAS PARENTALES Y DE LOS HIBRIDOS OBTENIDOS EN LOS CRUZAMIENTOS CICLO MEDIO POR CICLO MEDIO**

*Precocity of inbreds and hybrids obtained when crossing flint-middle cycle × dent-middle cycle*

	F64	F431	F208	F481	00-91	F576	F120	F502	F522	F485	F564	F483	IUK-5	F575	00-79	IUK-22	3-RE	0-10	4-RE	F534
Ciclo medio	66,2	67,7	68,6	69,5	70,1	70,1	70,2	70,7	71,1	71,9	72,3	73,2	73,8	74,8	75,8	76,5	77,7	78,3	78,8	79,5
Ciclo medio	69,5	63,3	63,9	65,2	66,3	65,2	64,9	65,9	65,9	65,6	66,5	66,5	68,7	69,5	68,2	67,2	67,1	67,1	65,7	66
<b>F230</b>	65,1	65,5	65,1	66	66,5	66,9	65,2	66,9	66,5	68,1	66,8	67,1	68,7	69,5	68,2	67,2	67,1	67,1	67,1	66
<b>IUK-07</b>	63	64,2	62,4	67,5	67,1	67,2	63,5	66,9	67,5	68,8	65,8	67,3	67,8	67,8	67,2	67,2	67,2	67,2	67,2	67,2
<b>A619</b>	72,4	62,6	66,5	62,5	66	67,1	63,1	65,6	66,8	67,2	66,7	68,1	68,1	68,6	67,2	71,4	70,4	70,4	68	68
<b>F546</b>	72,5	65,3	67	64,7	67,1	67,7	68,5	68,7	67,2	67,2	66,7	68,3	68,6	68,7	67,8	67,8	67,8	67,8	66,3	66,3
<b>A639</b>	72,6	63	65,8	65,1	67,2	66,4	68,4	67,2	67,1	70,3	66,4	66,7	67,5	68,6	67,8	67,8	67,8	67,8	67,8	67,8
<b>A641</b>	72,6	64,2	67,1	64,3	65,8	68,2	67,3	68,8	68,1	67,5	67,5	67,5	68,5	68,5	68,3	71,3	67,1	67,1	67,1	67,1
<b>W64A</b>	73,1	65,8	66,1	69,7	69,7	69,1	66,4	68,6	67,3	68,1	67,4	67,4	72	69,8	70,1	68,1	68,4	68,4	72,2	67,1
<b>M14</b>	74,2	65,5	67,5	64,6	68,5	69,7	66,4	69,7	69,7	69,7	69,2	71	72,5	70,4	72,1	70,6	73,2	73,2	70,8	70,8
<b>F542</b>	74,2	66,4	67	65	67,1	67,1	65,9	69,6	69,6	71,6	69,3	68,6	71	70,4	70,5	70,3	70,3	70,3	67,9	67,9
<b>A632</b>	74,5	64,3	67,7	64,3	67,1	68,1	63,7	68,6	73,2	69,3	66,1	69,4	68,2	68,9	67,1	67,1	67,1	67,1	67,1	67,1
<b>SDH5</b>	74,7	66,5	65,4	66,5	69	68	65,1	68,8	69,2	67,9	67,8	68,4	70	68,7	68	68	68	68	68	68
<b>0M43</b>	74,8	64,8	62,2	67,4	67,2	68,5	66,3	69,4	67	68,8	67,8	68,8	67,8	72,3	69,1	71,3	69,3	72,2	72,2	68,5
<b>F497</b>	75,4	67,2	66,1	64,8	68,2	69	69,2	70,7	69,6	70,6	69,4	70,9	73,1	70	70,2	70,2	70,2	70,2	67,7	67,7
<b>F549</b>	75,7	66	64,1	68,2	68,7	68,5	63,3	69,5	71,5	72,1	71,3	71,3	70,1	71,7	70,5	70,5	70,5	70,5	69,4	69,4
<b>WF9</b>	76,8	68,2	69	65,4	68,7	69	68,4	66	69,8	69,4	69,4	71,8	72	73	72,5	72,5	72,5	73,1	73,1	71,2
<b>CI03</b>	79,5	68,8	68,3	71,1	70,1	71,1	71,1	71,6	72,3	68,7	68,7	71,5	72,5	73,3	75,2	72,2	72,1	73,4	73,4	71,2
<b>B65</b>	80	69,2	66	68,8	70,8	68,6	67,5	70	70,5	71,1	71,1	71,1	73,3	75,2	72,5	72,5	72	69,3	69,3	68,9

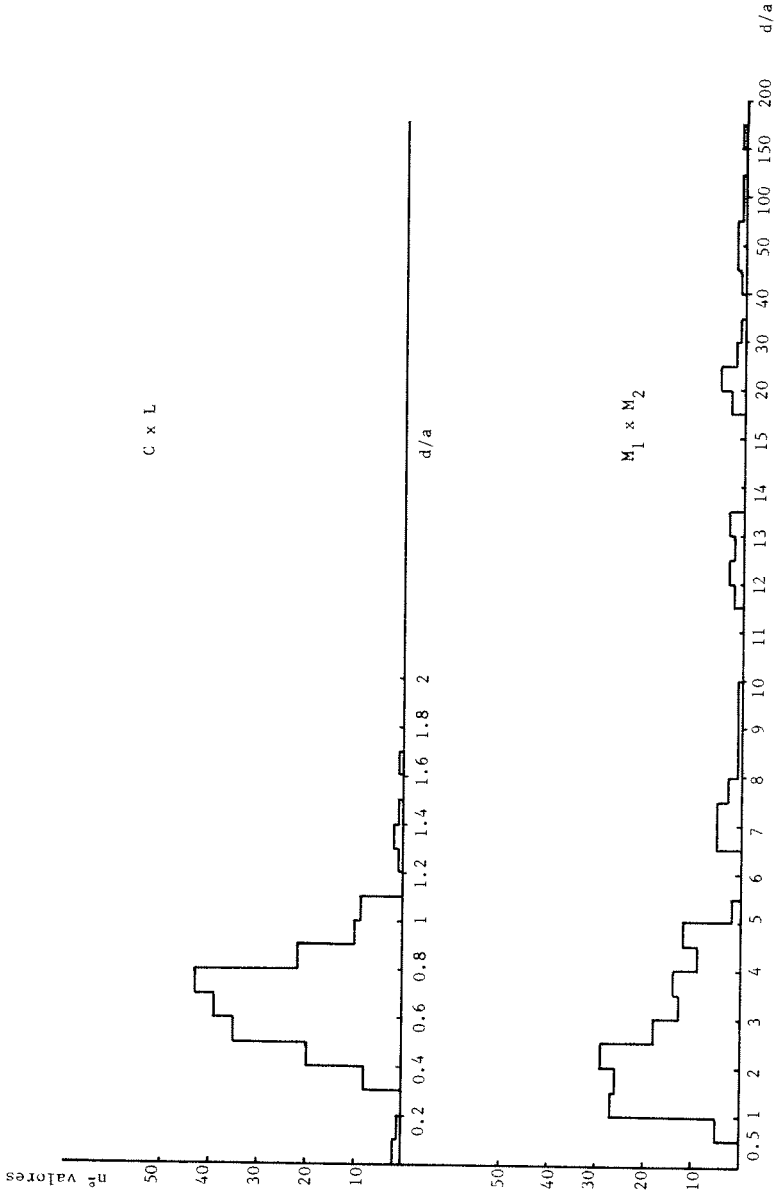


Fig. 2.—Histograma de frecuencias del grado de dominancia ( $d/a$ ) en los grupos de cruzamiento ciclo corto  $\times$  ciclo largo ( $C \times L$ ) y ciclo medio  $\times$  ciclo medio ( $M_1 \times M_2$ ). Todos los valores de  $d/a$  son de signo negativo.

*Histogram of frequencies of the dominance degree ( $d/a$ ) in the groups of crossings short cycle  $\times$  long cycle ( $C \times L$ ) and middle cycle  $\times$  middle cycle ( $M_1 \times M_2$ ). All values of  $d/a$  have negative sign.*

En resumen, los resultados obtenidos mediante cruces de líneas por nosotros y otros autores no parece pueda extrapolarse a poblaciones locales de ciclo corto. En estas variedades de polinización libre parece que existe una acumulación de alelos dominantes que incrementa fuertemente las componentes no aditivas de la variación.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado con la colaboración de la «Caixa de Pensions de Catalunya i Balears».

## SUMMARY

### **Inheritance of earliness in an open pollinated variety and several groups of corn inbreds**

The inheritance of earliness is studied in an open pollinated variety of corn from the NW of Spain. The results are compared with those obtained by the authors in: I) a diallel of 7 inbreds, and II) a group of 460 hybrids obtained by crossings among 75 inbreds. The open pollinated variety, of very early characteristics, presented high values of the dominant variance. The additive component was of similar value than the dominant. In the other two experiments partial dominance to earliness was observed; the additive component of the variance was much higher than the dominant, the epistatic component being not very important. This last kind of structure is the one most generally found by other authors. Nevertheless, in open pollinated varieties adapted to short cycle, as the variety studied by us, an accumulation of dominant alleles strongly increases the non-additive components of variation.

KEY WORDS: Precocity inheritance, maize, inbred lines, open pollinated variety.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BONAPARTE E.E.N.A. 1977. Diallel analysis of leaf number and duration to mid-silk in maize. *Can. J. Genet Cytol.* 19:251-258.
- COMPTON W.A. 1964. Genetic variability and predicted selection response in two open-pollinated varieties of corn (*Zea mays*) and their  $F_1$  progenies. *Dist. Abstr.* 25:38-39.
- COMPTON W.A., GARDNER C.O., LONNQUIST J.H. 1965. Genetic variability in two open pollinated varieties of corn (*Zea mays L.*) and their progenies. *Crop Sci.* 5:505-508.
- COMSTOCK R.E. ROBINSON H.F. 1948. The components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance, *Biometrics* 4:254-266.
- DANIEL L. 1973. Inheritance and genetic variation of flowering time in *Zea mays L.* *Acta Universitatis Agriculturae Brno* 21(2):285-296.
- EBERHART S.A. MOLL R.H., ROBINSON H.F., COCKERHAM C.C. 1966. Epistatic and other genetic variances in two varieties of maize. *Crop Sci.* 6:275-280.
- FALCONER D.S. 1960. *Introduction to quantitative genetics.* The Ronald Press Comp. New York.
- GRIFFING B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crosses. *Australian Jour. Biol. Scien.* 9:463-493.
- HALLAUR A.R., MIRANDA J.B. 1981. *Quantitative genetics in maize breeding.* Iowa State Univ. Press.

- HAYMAN B.I. 1954a. The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics* 39:789-809.
- HAYMAN B.I. 1954b. The analysis of variance of diallel tables. *Biometrics* 10:235-244.
- JINKS J.L. 1954. The analysis of continuous variation in a diallel cross of *Nicotiana rustica* varieties. *Genetics* 39:768-788.
- JUGENHEIMER R.W. 1976. Corn improvement, seed production and uses. John Wiley and Sons.
- LANZA F., DIONIGI A. 1974. Correlation between earliness and yield in maize. *Annali dell'Instituto Sperimentale Agronomico* 5(2):383-403.
- LINDSEY M.F., LONNQUIST J.H., GARDNER C.O. 1962. Estimates of genetic variance in open-pollinated varieties of Cornbelt corn. *Crop Sci.* 2:105-108.
- ROBINSON H.F., COMSTOCK R.E., HERVEY P.H. 1955. Genetic variances in open pollinated varieties of corn. *Genetics* 40:45-60.
- ROOD S.B., MAJOR D.J. 1980. Diallel analysis of flowering-time in corn (*Zea mays*) using a corn heat unit transformation. *Can. J. Genet. Cytol.* 22:633-640.
- ROOD S.B., MAJOR, D.J. 1981. Inheritance of tillering and flowering-time. *Euphytica* 30:327-334.
- SENTZ J.C. 1971. Genetic variances in a synthetic variety of maize estimated by two mating designs. *Crop Sci.* 11:234-238.
- SHAW R.H. 1977. Climatic requirements. In: *Corn and Corn Improvement*. pp. 591-624. Ed. by Sprague G.F., *Agropnomy* 18. American Society of Agronomy. Madison.
- STUBER C.W. 1970. Estimation of genetic variances using inbreds lines relatives. *Crop Sci.* 10:129-235.
- STUBER C.W. MOLL R.H. 1969. Epistasis in maize (*Zea mays L.*). I. F<sub>1</sub> Hybrids and their S<sub>1</sub> Progeny.

**I. N. I. A.**

**Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias  
José Abascal, 56 - Tel. 441 31 93  
28003-Madrid (España)**