

MODIFICACIONES FENOTIPICAS POR EFECTO DE SELECCION MASAL ESTRATIFICADA EN DOS POBLACIONES BRAQUITICAS DE MAIZ (*Zea mays* L.)

Por:

Otoniel Carmen C.\*

Fernando Arboleda R.\*\*

COMPENDIO

En el ICA- Palmira durante nueve ciclos se determinó el avance de la selección masal estratificada y la variación en la arquitectura de la planta, en los materiales básicos MB. 22 (amarillo) y MB. 23 (blanco). Las ganancias en rendimiento y prolificidad por ciclo de selección fueron en MB. 22 de 4.94 y 4.39 o/o (altamente significativas) y en MB. 23 de 0.27 (no significativa) y 1.72 o/o (altamente significativa). La longitud de los entrenudos aumentó a medida que se aproximan a la mazorca superior, siendo el de ésta generalmente el más largo. El rendimiento creció con el incremento de la estatura de la planta y la altura de la mazorca superior. En MB. 22 las características días a floración e indicativo del área foliar permanecieron constantes; mientras que en MB. 23, aunque los aumentos fueron estadísticamente significativos, parece que no aportaron a la ganancia en rendimiento.

ABSTRACT

At the Palmira Experimental Station of Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), during nine cycles, the advance in stratified mass selection by prolificacy and yield (MPR) was determined on two basic populations of brachytic Maize, MB-22 by 4.94 o/o to 4.39 o/o (highly significant) and at MB-23 by 0.27 o/o to 2.78 o/o (highly significant). The length of the internodes was increased as they approximate to the upper ear, one of this being larger than other ones. Yield was increased when the plant height and the upper ear height grew longer. Characteristics such as days to flower and leaf area remained constant in MB-22, while in MB-23, although the increasements were statistically significant, it seems that those did not contribute to obtain gains in yield.

---

\* Estudiante de pre-Grado U. Nacional - Palmira

\*\*Instituto Colombiano Agropecuario - Palmira

## 1. INTRODUCCION

Para obviar la reducida resistencia al volcamiento de los maíces normales colombianos se ha trabajado con el gene braquítico - 2, el cual reduce la estatura casi a la mitad debido al acortamiento y engrosamiento de los entrenudos por debajo de la mazorca superior (Arboleda, 1).

El gene se introdujo a Colombia en 1966 en una colección de la raza Tuxpeño y en 1972 ya existían las líneas braquíticas de los híbridos DH-253, ICA-H 207 e ICA HS- 209 en 2a, 3a, 4a, y 5a generación de retrocruzamiento a los maíces normales,(Arboleda et al, 3). Un proyecto de selección masal estratificada ambiental(Gardner, 9) que se adelanta en el ICA desde 1972, con el material básico MB 21, procedente del cruzamiento varietal ETO x USA 342, demostró que la población seleccionada en forma continua en los semestres A y B es la que mejor responde a las condiciones de la zona de Palmira,(Arboleda, 1 y 2 ; Arboleda, Sarria y Muñoz, 4 ; Arboleda, Vargas y Cruz, 5 ; Rodríguez, Arboleda y Vargas, 12).

Al reducir la estatura de un maíz normal por efecto de la selección masal durante varios ciclos disminuye el número de entrenudos por encima y por debajo de la mazorca superior y permanece casi constante la longitud del primero y de los situados por encima de la mazorca superior (Muchena, Grogan y Violic, (10). En las razas Chulqueño y Criollo de Ixtalco se obtuvo mayor rendimiento en los ciclos de selección más próximos al material original, y una disminución a medida que se reducía la altura de la planta,(Rivera, 11).

Los objetivos del presente trabajo de investigación son de terminar el avance en rendimiento, prolificidad y caracteres relacionados de la selección masal estratificada en dos poblaciones básicas de maíz convertidas en braquíticas y la variación, en los diferentes ciclos, de la arquitectura de la planta.

## 2. PROCEDIMIENTO

El trabajo se efectuó en el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Palmira.

En el Valle del río Cauca existen buenas condiciones ecológicas para el cultivo de maíz, siendo posible obtener dos cosechas al año; la primera en el semestre A que va desde Marzo hasta Agosto ( la precipitación en promedio es 487.9 mm y la temperatura media es 23.65°C ) y la segunda en el semestre B que va de Septiembre a Febrero(532.8 mm y 23.6°C). La

principal diferencia entre semestres parece estar constituida por una mejor distribución de lluvias alrededor del período de floración en el semestre B (Cruz y Muñoz, 8 ; Rodriguez, et al, 12).

El material vegetativo inicial estuvo constituido por las poblaciones M. B. 22 (amarillo) y M. B. 23 (blanco), provenientes de generaciones  $F_1$  a libre polinización, de un híbrido sencillo de dos líneas braquíticas. Las poblaciones se sometieron a selección masal estratificada por prolificidad durante los 4 primeros ciclos y en los restantes por prolificidad y rendimiento.

El proceso de selección se efectuó de la siguiente manera :se sembraron a mano 2 184 matas o sitios distribuidos en cuadro a 92 cm, en lotes aislados de 52 x 42 sitios, colocando 4 semillas por cada uno de ellos; una vez establecidas las plantas se raleó a 2 plantas por sitio. En el momento de la selección el lote se estratificó en 100 subpoblaciones de 4 x 5 sitios cada una (40 plantas), desechando un surco borde alrededor del lote. En cada sublote se seleccionaron las dos plantas prolíficas de mayor producción de grano, dando así una presión de selección del 5 o/o. Se formaron tres compuestos balanceados (uno para reserva, otro para prueba y otro para la obtención del próximo ciclo) con la mezcla mecánica de 44 semillas por cada una de las 200 plantas seleccionadas (Gardner, 9 ; Arboleda, 1).

Los 10 ciclos (tomando la población original como ciclo cero) se evaluaron durante los semestres 1977- B y 1978- A utilizando un diseño experimental de bloques al azar con 6 repeticiones.

La parcela experimental ( $16.54 \text{ m}^2$ ) estuvo constituida por 4 surcos de 5 sitios, distribuidos en cuadro a 92 cm. Después del raleo se dejaron 4 plantas por sitio.

Se observaron los siguientes caracteres: rendimiento (kg/parcela), prolificidad (número de mazorcas por plantas cosechadas); días a floración femenina desde el momento de la siembra, estatura de planta; altura de mazorca superior; número de entrenudos y longitud de 6 entrenudos por debajo de la mazorca superior. Adicionalmente se hicieron observaciones de un indicativo del área foliar de la hoja situada en el entrenudo de la mazorca superior (largo x ancho); largo y diámetro de mazorca.

Se efectuaron análisis de varianza para los datos obtenidos por semestre y combinando semestres. Se estimó la ganancia de selección mediante el coeficiente de regresión a través del origen y se determinó el grado de asociación entre los caracteres estudiados, mediante el coeficiente de correlación simple.

### 3. RESULTADOS

Las medias de las variables estudiadas generalmente son más altas en el ciclo IX. (Cuadro 1). Los valores del rendimiento, prolificidad, floración y altura de mazorca son mayores en el semestre A. En las poblaciones originales de MB. 23 las medias para rendimiento y prolificidad son mayores que las de MB. 22 y la ganancia en rendimiento es mucho menor en MB. 23. La longitud del primer entrenudo, más cercano a la superficie del suelo, es la menor y aumenta a partir del segundo entrenudo hasta llegar al de la mazorca superior, que generalmente es el más largo.

En los ciclos de selección, los análisis de varianza señalaron diferencias significativas y altamente significativas para la mayoría de los caracteres (Cuadro 2). En MB. 22, no se presentaron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos en los caracteres días a floración femenina, diámetro y longitud de la mazorca, indicativo de área foliar y longitud del primer entrenudo. En MB. 23, no se presentaron diferencias significativas en diámetro y longitudes de la mazorca y del primer entrenudo.

En MB. 22 los coeficientes de regresión para prolificidad y algunos otros caracteres en los que hay significancia, como rendimiento, son mayores en el semestre B; en MB. 23 sucede lo contrario en prolificidad y área foliar. No hubo significancia para los coeficientes correspondientes a floración, área foliar, largo y diámetro de la mazorca y longitud del primero y segundo entrenudos en MB. 22 y en rendimiento y longitud de mazorca en MB. 23 (Cuadro 3).

En ambos materiales el análisis de correlación simple mostró un alto grado de asociación positivo del rendimiento con prolificidad, largo y diámetro de mazorca, estatura de planta y altura a la mazorca superior. La estatura de planta presentó un alto grado de asociación positivo con número de entrenudos hasta la mazorca superior y altura de la misma.

El rendimiento y la prolificidad a través de los ciclos de selección para la población MB. 22, (fig. 1), muestran un comportamiento similar, pero el rendimiento en general presenta un mayor incremento. Analizando las líneas secuenciales de respuesta para ambos caracteres, se observan máximos correspondientes a los ciclos II, IV y VI (seleccionados en el semestre B.), mientras que en los ciclos alternos III, V y VII (seleccionados en el semestre A), se observan puntos mínimos. El coeficiente de regresión fué altamente significativo para los dos caracteres.

Las ganancias en prolificidad en MB. 23 son siempre superiores a las de

Cuadro 1

Algunas características fenotípicas observadas en el ciclo original (C<sub>0</sub>) y en el ciclo IX (C<sub>9</sub>) de M.B. 22 y M.B. 23.

VARIABLES	M.B. 22				M.B. 23			
	1977 - B		1978 - A		1977 - B		1978 - A	
	C <sub>0</sub>	C <sub>9</sub>						
Rendimiento	4.55	6.81	6.25	7.98	5.7	6.4	6.88	7.53
Prolificidad	0.69	1.00	0.94	1.17	0.90	0.96	0.94	1.17
Floración (días)	65.33	64.83	72.66	73.33	65.66	68.00	73.33	74.33
Long. Mazorca	17.18	17.66	16.60	17.27	16.96	17.41	16.88	16.36
Diam. Mazorca	4.47	4.47	4.23	4.33	4.31	4.21	4.35	3.96
I. A. Foliar	1 111.97	1 138.35	1 056.71	1 053.05	1 031.09	993.97	868.66	994.29
Estat. planta	181.68	207.63	194.26	213.80	177.66	207.25	199.65	219.15
Alt. Mazorca	65.45	78.30	77.83	92.47	62.33	82.21	78.36	88.16
N. ENT. MZS.*	6.20	6.77	6.13	6.72	6.46	7.78	6.95	7.33
Long. 1o. Ent.	5.68	6.06	5.73	4.93	4.86	5.11	4.46	4.76
Long. 2o. Ent.	8.77	9.48	8.83	7.93	6.90	7.75	6.63	6.96
Long. 3o. Ent.	10.48	11.23	10.03	10.12	8.20	9.40	8.20	8.41
Long. 4o. Ent.	11.95	13.02	10.97	11.90	9.95	10.88	9.95	10.35
Long. 5o. Ent.	12.62	14.20	12.08	12.88	11.10	12.23	11.85	12.23
Long. 6o. Ent.	12.67	14.32	12.30	13.67	11.63	13.21	12.48	13.40

En las variables de longitud las unidades están en centímetros.

Rendimiento (kilogramo/parcela).

I. A. Foliar: centímetros cuadrados.

\* N. ENT. MZS: número de entrenudos a la mazorca superior.

## Análisis de varianza para las medias de algunas características fenotípicas en las poblaciones

M. B. 22 y M. B. 23

VARIABLES	M. B. 22			M. B. 23		
	1977 - B	1978 - A	A. Comb.	1977 - B	1978 - A	A. Comb.
Rendimiento	NS	**	*	*	**	**
Prolificidad	**	**	**	NS	**	**
D. Floración	NS	NS	NS	NS	NS	*
I. Ar. Foliar	NS	NS	NS	NS	**	**
Long. Mazorca	NS	NS	NS	**	NS	NS
Diam. Mazorca	NS	NS	NS	NS	**	NS
Estat. Plant	*	**	**	**	**	**
Alt. Mazorca	**	**	**	**	**	**
N. ENT. MZS*	**	**	**	**	**	**
Long. 1r. Ent	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Long. 2o. Ent	NS	**	**	NS	*	**
Long. 3o. Ent	**	NS	**	*	*	*
Long. 4o. Ent	**	**	*	*	NS	*
Long. 5o. Ent	**	**	**	**	**	**
Long. 6o. Ent	**	NS	**	**	**	**

NS : No hay significancia

\* : Significancia al 5 o/o

\*\* : Significancia al 1 o/o

N. ENT. MZS : número de entrenudos a la mazorca superior.

**Cuadro 3**  
**Coefficientes de regresión a través del origen para 9 ciclos de selección en las poblaciones M. B. 22 y M. B. 23**

VARIABLES	M. B. 22				M. B. 23			
	1977- B	1978- A	A. Comb.	L. C.	1977-B	1978- A	A. Comb.	L. C.
Rendimiento	5.84**	4.10**	4.94**	0.53	0.36	0.18	0.27	0.76
Prolificidad	4.79**	3.99**	4.39**	0.56	0.66	2.78**	1.72**	0.47
Floración	-0.05	0.10**	0.02	0.03	0.46**	0.17**	0.31**	0.05
Long. Mazorca	0.05	0.35	0.20	0.12	0.57	-0.27	0.22	0.11
Diam. Mazorca	-0.62**	0.31	-0.15	0.09	-0.19	-1.03*	-0.61*	0.18
I. A. Foliar	0.06**	0.05	0.05	0.09	-0.41	1.57**	0.57**	0.12
Estat. Plant.	1.94**	1.46**	1.70**	0.16	1.55**	0.98**	1.27**	0.28
Alt. Mazorca	2.75**	2.14**	2.44**	0.15	2.90**	2.01**	2.46**	0.42
N. Ent. MZS.	1.37**	1.11**	1.24**	0.14	1.94**	0.73**	1.33**	0.19
Long. 1r. Ent.	1.34*	-0.59	0.37	0.35	1.59*	0.65	1.12**	0.25
Long. 2o. Ent.	1.27**	-0.07	0.60	0.32	1.81**	0.57	1.19**	0.20
Long. 3o. Ent.	1.02*	0.82*	0.92*	0.30	2.24**	0.25	1.24**	0.20
Long. 4o. Ent.	1.03*	1.68**	1.35**	0.35	1.47**	0.28	0.88**	0.17
Long. 5o. Ent.	1.59**	1.51*	1.55**	0.24	1.19**	0.26	0.72**	0.20
Long. 6o. Ent.	1.73**	1.71**	1.72**	0.20	1.42**	0.76	1.09**	0.27

I. Desviación Típica.

\* Significativo al 5 o/o

\*\* Significativo al 1 o/o

LC Limite de confianza

I. A. Indicativo de área foliar de la mazorca superior.

D. Diámetro

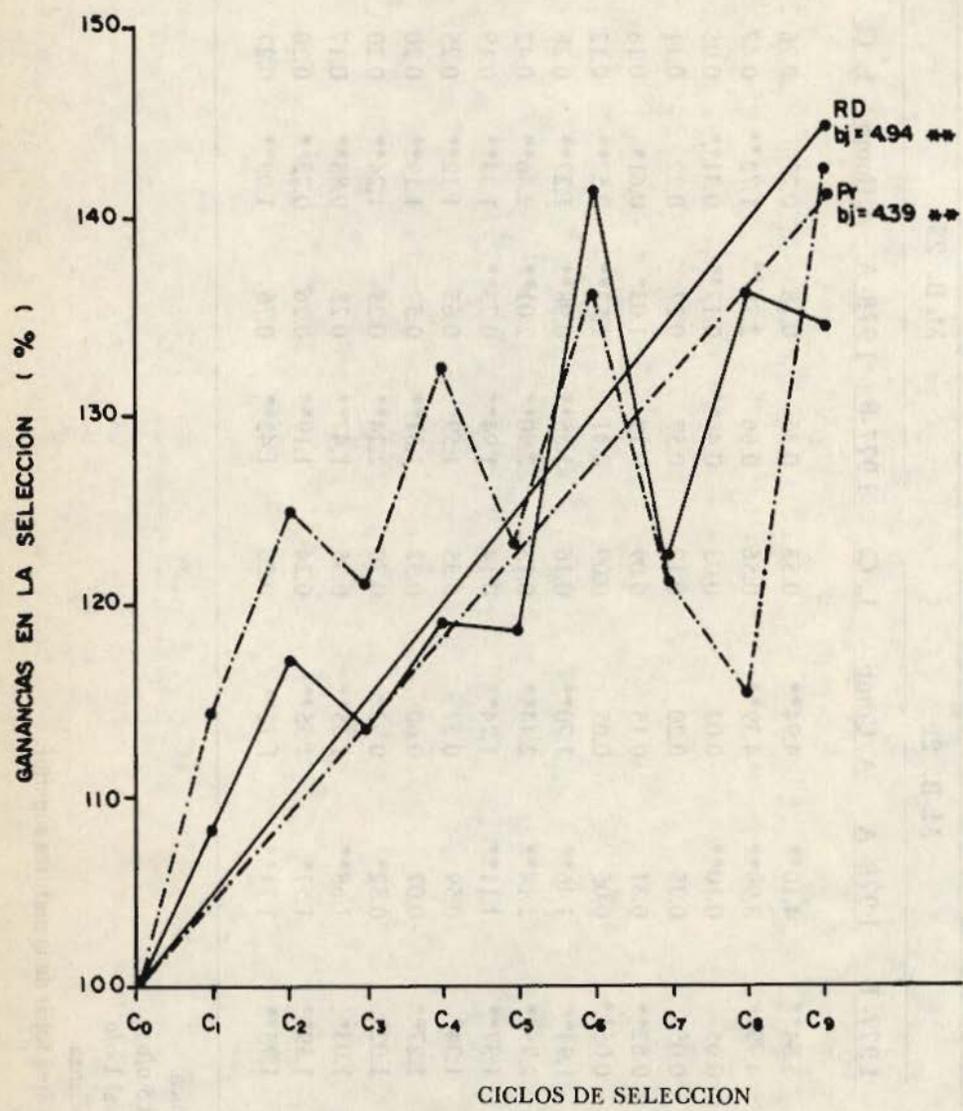


FIG. 1. Ganancias por ciclo de selección en prolificidad (Pr) y rendimiento (RD) en M. B. 22.

rendimiento, (fig. 2); aunque existe una tendencia hacia un comportamiento similar de ambas variables, en algunos casos la ganancia en prolificidad no conlleva un aumento proporcional en el rendimiento, como en el ciclo IV por ejemplo. Además, en contraposición a lo observado en MB. 22, para rendimiento se encuentran mínimos correspondientes a los ciclos II, IV, y VI, mientras que la ganancia aumentó en los ciclos alternos. El coeficiente de regresión resulta altamente significativo para rendimiento. Es interesante notar que sólo en los últimos ciclos se obtienen incrementos en el rendimiento.

Según los resultados existe un comportamiento similar entre estatura de planta y altura de mazorca; sin embargo los aumentos fueron mayores en altura de mazorca que en estatura de planta para ambas poblaciones.

En MB. 22 hubo un aumento secuencial en la longitud de los entrenudos, siendo menor para el entrenudo número uno, un poco mayor para el dos y así sucesivamente. (fig. 3). En MB. 23, según el coeficiente de regresión, los aumentos no poseen la misma ordenación secuencial y el grado de incremento no parece tener ningún orden específico (fig. 4).

Los caracteres días a floración y área foliar no se vieron afectados por la selección en MB. 22; pero en MB. 23 hubo incrementos que resultaron con coeficientes de regresión altamente significativos, los cuales equivalen a menos de dos días en floración y aproximadamente a 0.5 cm en el ancho de la hoja.

#### 4. DISCUSION

La mejor expresión fenotípica en el semestre A de la mayoría de los caracteres estudiados corrobora que en dicho semestre ocurrieron condiciones más favorables para el maíz (más pluviosidad y menos evaporación en los períodos críticos de pre y post- floración). Se podría decir que los semestres de evaluación 1977-B y 1978- A no estuvieron dentro del contexto general característico de semestres A y B (Cruz y Muñoz, 8 ; Rodríguez et al, 12).

Las observaciones sobre rendimiento y prolificidad sugieren que algunas condiciones ambientales pueden favorecer o desfavorecer algún genotipo específico. En unos semestres B, la selección favoreció a la población MB. 22, mientras que en MB. 23 se logró una ganancia mínima. Se observó lo contrario en los semestres A subsiguientes. Se infiere que las poblaciones contienen genes con diferentes reacciones a un mismo ambiente. Y que aquellos semestres que favorecieron la selección en MB. 22 y la desfa-

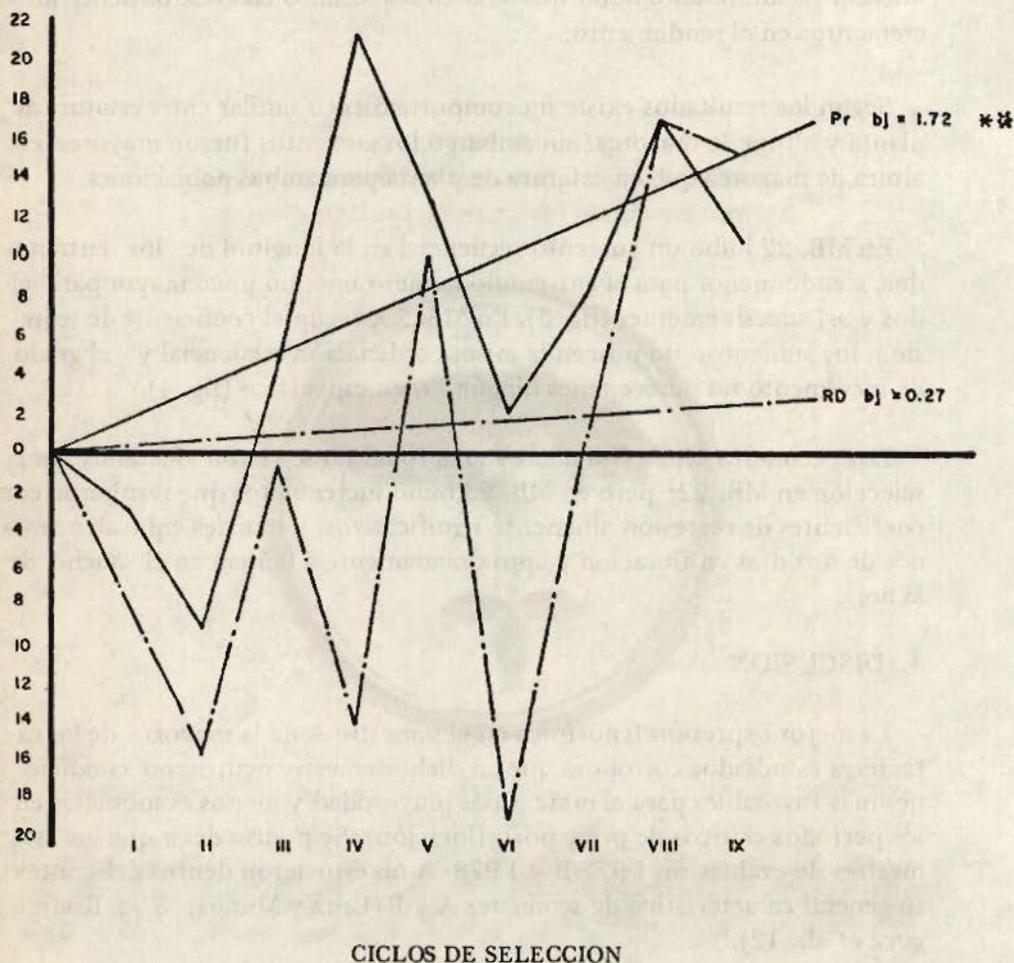


FIG. 2. Ganancias por ciclo de selección en prolificidad (Pr) y rendimiento (RD) en M. B. 23

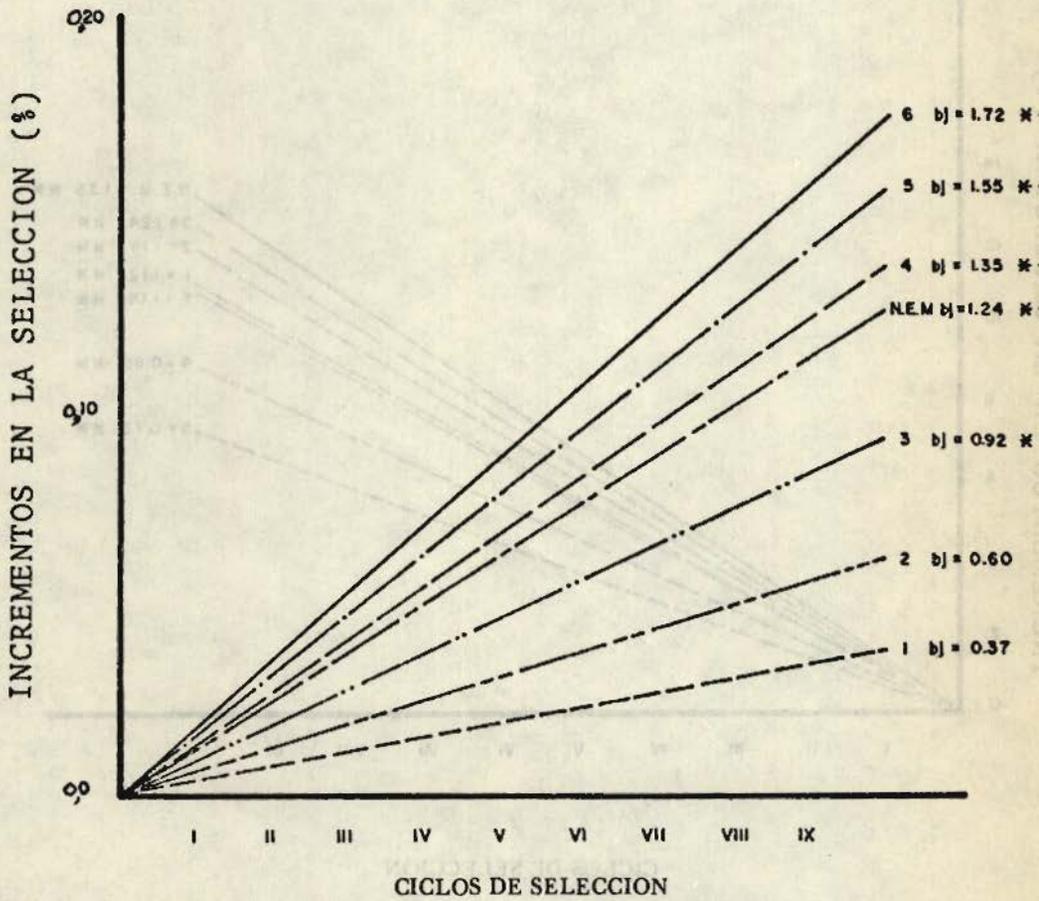


FIG. 3. Incrementos en la longitud y número de entrenados en la población M. B. 22.

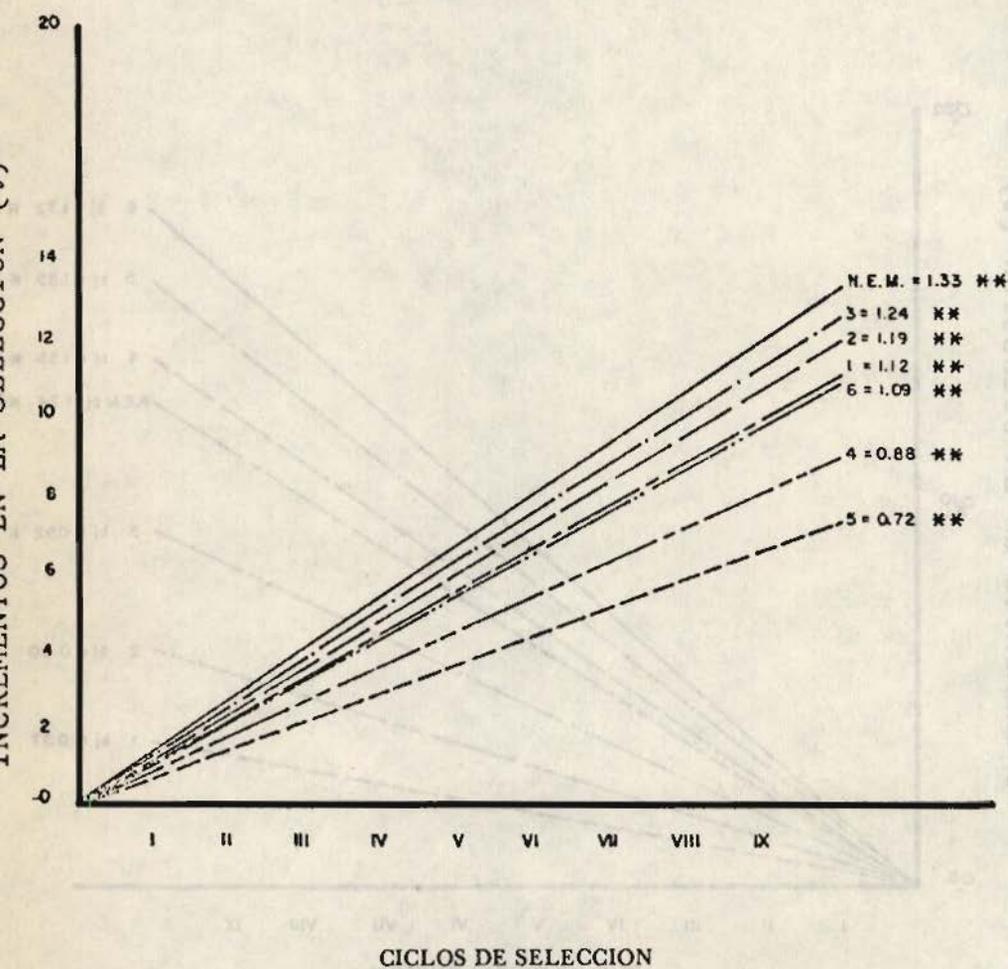


FIG. 4. Incrementos en la longitud y número de entrenados en la población M. B. 23

vorecieron en MB. 23 representaron ambientes buenos para esta población y malos para la primera (Arboleda, 2 y Rodriguez et al, 12).

Durante los cuatro semestres, cuando el criterio de selección fué únicamente prolificidad, se observa una ganancia considerable respecto a ese carácter en ambas poblaciones. Sin embargo, únicamente se lograron incrementos efectivos en rendimiento en la población MB. 22. Esto permite suponer que en todas las poblaciones los genes responsables de prolificidad no se traducen en un mayor rendimiento. En MB. 23 el rendimiento sólo empieza a aumentar algunos ciclos después de que se tomó también como criterio de selección. Pero la ganancia resulta muy baja para que pueda obtenerse un coeficiente de regresión significativo a través del total de los ciclos de selección. En MB. 22 el coeficiente de regresión resultó ser altamente significativo, debido a que las ganancias siguieron incrementándose con respecto a la población original, una vez que se introdujo como criterio de selección el rendimiento.

Cuando la media inicial del rendimiento fué baja hubo una ganancia altamente significativa (MB. 22), mientras que para una media alta, la ganancia fué muy baja (MB. 23). Este hecho podría reafirmar que la respuesta a la selección disminuye al aumentar la media poblacional si el coeficiente de variación aditiva (C. V. A.) no la hace en la misma proporción. (Vargas, 13). Probablemente para MB. 22 la media fué baja en relación a la varianza aditiva existente lo cual hizo efectiva la selección.

Otras características que se incrementaron en estos materiales braquíticos fueron la estatura de planta hasta el final de la espiga, altura de la mazorca superior, longitud y número de entrenudos hasta la mazorca superior. El aumento en estos dos últimos caracteres es el responsable del incremento en los dos primeros.

La longitud de los entrenudos en la población inicial aumentó proporcionalmente desde el primero hasta el último entrenudo por debajo de la mazorca superior. El comportamiento de estas características sigue el mismo patrón que se observa en maíces de estatura normal.

La elongación de entrenudos por efecto de la selección, por lo menos en MB. 22, fué proporcional a la longitud que mostraron dichos entrenudos en la población original. Probablemente por eso el entrenudo que menor incremento mostró fué más cercano a la superficie del suelo. Resultado que coincide con los obtenidos en una población de estatura normal en la que se redujo la altura mediante selección recurrente (Muchena et al, 10).

Los resultados parecen indicar que la variación en la longitud de los entrenudos se debe a la acumulación de genes modificadores, que pueden encontrarse en frecuencias variables, en las poblaciones de maíz convertidas a braquílicas.

Las diferencias en altura se deben a la presencia de genes modificadores (Campbell, 6), algunos de los cuales pueden involucrar mayor rendimiento ya que este aumenta con el incremento de la estatura de la planta y la altura de la mazorca superior a medida que se avanza en el proceso selectivo.

Probablemente, estos genes ajustan la arquitectura de la planta en el sentido de que la elongación de los entrenudos deja mayor espacio entre las hojas para que la luz solar sea mejor interceptada favoreciendo la fotosíntesis. En el campo las hojas casi tienen la posición ideal en maíces braquílicos para interceptar los rayos solares (Castro, 7).

Los resultados obtenidos en cuanto al indicativo del área foliar de la hoja de la mazorca superior y días a floración, parecen indicar que los incrementos en estas características no aportan significativamente al rendimiento. En la población en la cual se obtuvo ganancias substanciales en rendimiento (MB. 22) esos factores permanecieron prácticamente constantes y en MB. 23, donde hubo alguna ganancia en ellos, el aumento en rendimiento no fué significativo.

## 5. CONCLUSIONES

- 5.1. En MB. 22 se obtuvieron ganancias significativas por ciclo de 4.39 y 4.94 o/o para prolificidad y rendimiento. En MB. 23 sólo la ganancia en prolificidad fué significativa 1.72 o/o.
- 5.2. La longitud de los entrenudos fué más corta en el primero y aumentó a medida que se aleja de la superficie del suelo, hasta llegar al entrenudo de la mazorca superior, que generalmente es el más largo.
- 5.3. En MB. 22 el proceso de selección modificó los entrenudos de una manera proporcional a su longitud inicial. Esto no sucedió en MB. 23.
- 5.4. En la población en la cual se obtuvo ganancias sustanciales en rendimiento MB. 22, los caracteres indicativo del área foliar de la hoja de la mazorca superior y días a floración, prácticamente permanecieron constantes y donde aumentaron un poco (MB. 23) la ganancia en rendimiento no fué significativa.

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. ARBOLEDA R., F. Differential response of maíz (*Zea mays* L.) to mass selection in diverse selection environments. Ph. D Thesis. University of Nebraska, 1972. 106 p.
2. ————— Interacción genotipo- ambiente: selección masal en diferentes ambientes. En: Quinta Reunión de Maiceros de la Zona Andina, Cochabamba, Bolivia, 1973. pp. 208 - 205.
3. —————; SARRIA V., D. y MUÑOZ G., S. Resultados preliminares de conversión de maíces normales en braquíticos En: Quinta Reunión de Maiceros de la Zona Andina, Cochabamba, Bolivia, 1973. pp. 273- 277.
4. —————. El gene braquítico - 2 en maíces comerciales del tropico colombiano. En: Novena Reunión Latinoamericana de Ciencias Agrícolas de la ALAF, Panamá, 1974. Memorias.
5. —————; VARGAS S, J. E y CRUZ D., L. Selección masal en dos ambientes diferentes en distribución de lluvias. En: Séptima Reunión de Maiceros de la Zona Andina y Primera Reunión Latinoamericana de Maíz, Lima, Perú, 1978.
6. CAMPBELL, C. M. New dwarfs and modifiers. En: 20th Annual Hybrid Corn Industry - Research Conference, 1965. Proceedings. pp. 22 - 30.
7. CASTRO G., M. Maíces "superenanos" para el Bajío. Pronanse, Mexico. Boletín Técnico. 1973. 20 p.
8. CRUZ C., J. G. y MUÑOZ F., J. E. Intento metodológico para la cuantificación de la estabilidad en genotipos de maíz (*Zea mays* L.) y el efecto de la precipitación durante el período de floración. Tesis Ing. Agr. Palmira, Universidad Nacional, 1975. 118 p.
9. GARDNER, C. O. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. *Crop. Sci.* 1: 241 - 45. 1961.

10. MUCHENA, S. C. GROGAN, C. O. y VIOLIC, A. D. The effect of recurrent selection for reduction of plant an ear heigth on internode pattern in two tropical maize (*Zea mays* L.) populations. *Plant Sci.* 59: 143 - 46. 1979.
11. RIVERA, J. A. Efecto de la selección masal para altura de mazorca sobre otros caracteres en dos variedades de maíz. Tesis de Maestría en Ciencias. Chapingo, ENA, 1970.
12. RODRIGUEZ P., C. G.; ARBOLEDA R., F y VARGAS S., J. E. Efecto de selección masal estratificada ambiental por prolificidad y rendimiento en el comportamiento de algunos caracteres de una población de maíz. *Informativo del Maíz (Perú)* n. 2 (extraordinario): 10 - 14. 1976.
13. VARGAS S., J. E. Efecto de la selección masal en los parámetros genéticos de la variedad de maíz Zac 58 y respuesta a diversos métodos de selección. Tesis de Maestría en Ciencias. Chapingo, ENA, 1979.