

## INFLUENCIA DE LA SELECCION EN So EN MAIZ (\*)

Por Marco Antonio Ramírez C.

### INTRODUCCION

Los programas de mejoramiento del maíz en Colombia han adquirido gran importancia, y las semillas obtenidas tienen una buena acogida por parte de los agricultores.

La sigla "Rocol", que identifica los maíces producidos por el programa cooperativo entre la Fundación Rockefeller y el Ministerio de Agricultura, es muy común entre los cultivadores de algunas regiones del país; los cuales los prefieren para sus siembras y pagan por ellos precios bastante más elevados que los de semilla sin selección.

Estos éxitos iniciales y la creación de la Campaña de Multiplicación de Semillas de Maíz y Frijol, dependencia de la Caja de Crédito Agrario y del Ministerio de Agricultura, que distribuye las semillas mejoradas e híbridos de los programas investigativos, han contribuido a que dichos programas se encuentren en la actualidad en continua expansión.

Los centros de experimentación trabajan con una gran cantidad de líneas avanzadas, y cosecha tras cosecha producen centenares de líneas S1, en las cuales se desecha un alto porcentaje por características agronómicas indeseables relacionadas con altura de la planta, altura de la mazorca, ataque de **Puccinia** y **Helminthosporium**, aspecto general de la planta, etc.

En este trabajo se presentan datos preliminares de selección de las plantas en las generaciones So, S1, relacionados con cuatro caracteres:

- 1) Altura de inserción de la mazorca principal (AM).
- 2) Distancia entre la mazorca y la base de la espiga (ME)
- 3) Número de hojas arriba de la mazorca (Hs)
- 4) Ángulo formado por las hojas y el tallo (Ang)

El material empleado pertenecía a las variedades Blanco Común, Eto y Venezuela 1.

(\*) Tesis presentada para optar al título de Ingeniero Agrónomo bajo la presidencia del Ing. Roberto Astrálaga, a quien el autor expresa sus agradecimientos. Recibida para publicación en Septiembre 9 de 1954.

Es conveniente aclarar que por So se entiende cualquier generación a libre polinización, como también una planta o un grupo cualquiera de plantas pertenecientes a dicha generación. S1, S2, etc. son la primera, la segunda ,etc., generaciones producidas por autofecundación, como también una planta o grupo cualquiera de plantas pertenecientes a ellas.

### OBJETIVO

Este estudio preliminar tuvo como objeto averiguar si la selección agronómica del maíz en la generación So tiene o no influencia significativa sobre los caracteres de la generación S1.

Para comprobarlo se hicieron los siguientes estudios:

- 1) Comparación de los promedios agronómicos de cada variedad en So con los de sus líneas S1.
- 2) Estudio de la correlación entre algunas de las características, tanto en So como en S1.

### JUSTIFICACION

#### IMPORTANCIA DE LOS CUATRO CARACTERES CONSIDERADOS

1) **Altura de inserción de la mazorca.**— Para el mejoramiento del maíz, es uno de los aspectos más importantes en la selección de líneas autofecundadas, porque la mazorca baja es uno de los factores de la resistencia al vuelco por ser bajo el centro de gravedad de la planta, dándole mayor estabilidad. Si además hay buena producción, esto implica menor formación de tejidos vegetativos, menor extracción de nutrientes para formarlos, mejor aspecto agronómico y mayor facilidad para la cosecha.

2) **Distancia entre la base de la mazorca y la base de la espiga.**— Cuanto menor sea ésta, mayor facilidad habrá para la recolección del polen en la polinización artificial, fuera de las ventajas anotadas para la mazorca baja.

3) **El número de hojas arriba de la mazorca.**— Sirve como base de un futuro estudio que determine cual es el número más apropiado o deseable para obtener el máximo de cosecha en nuestro medio; cuanto menor sea la cantidad de hojas necesarias para esta óptima producción, menor será la extracción de nutrientes del suelo. Es preciso tener en cuenta que las hojas que se encuentran arriba de la mazorca, son las que sintetizan los almidones y demás sustancias de reserva que se almacenan en el grano.

4) **El ángulo formado por las hojas y el tallo.**— Da una inclinación al haz que acompañada de la pilosidad del mismo, facilita o dificulta la escorrentía de las gotas de agua de lluvia, deteniendo por mayor o menor tiempo la humedad sobre la superficie foliar. En patología vegetal, el rápido desarrollo del patógeno va acompañado de una alta humedad del ambiente. En el caso particular del ataque de **Puccinia** y **Helminthosporium** al maíz, estos patógenos encontrarían un medio de incubación y proliferación tanto más adecuado

cuanto mayores sean el ángulo de inclinación y la pilosidad. Por otra parte, no se sabe si los rayos solares al caer perpendicularmente a las hojas contrarrestan o no los efectos anteriores; queda por consiguiente el campo abierto para otras investigaciones. Además, las plantas que presentan hojas más oblicuas pierden mayor número de éstas por desgarramiento durante las labores de cultivo, por el viento, etc. y su actividad en beneficio de la planta se anula.

### TRABAJOS ANTERIORES

Pocos son los investigadores que han trabajado sobre este tema, y sólo algunos de los aspectos considerados en este trabajo han sido objeto de investigaciones anteriores. Dichas investigaciones, sin embargo, se han efectuado con líneas endocriadas y sus híbridos, lo que realza la importancia del presente estudio, iniciado en la variedad, a libre polinización que es el punto de partida de toda selección.

Robinson, Comstock y Harvey (4), en un estudio sobre 28 posibles correlaciones genotípicas y fenotípicas, hallaron una alta correlación positiva entre el rendimiento y el número de mazorcas por planta; encontraron una correlación positiva más baja entre el rendimiento y la altura de la mazorca y de la planta, y hallaron además una correlación positiva baja o aun negativa entre 26 caracteres y la longitud y el diámetro de la mazorca.

Ramírez (3) estudió la correlación entre la altura de inserción de la mazorca y algunas características de ésta, y concluyó que la selección por altura de la mazorca no tiene influencia sobre dichos caracteres.

Sprague (5) cita a varios autores:

Hayes, (1926) demostró por correlación la herencia de diversos caracteres al través de varias generaciones de endocriá; tales correlaciones fueron generalmente positivas. Hubo correlación significativa entre la producción y otros caracteres que expresan vigor.

Jenkins, (1929) estudió correlaciones en líneas endocriadas, en cruzamientos simples F1 y entre aquellas y éstos. Las correlaciones que incluyeron rendimiento fueron de las más interesantes. Así, en las líneas endocriadas, obtuvo correlaciones positivas y significativas entre producción y altura de la planta, diámetro de la mazorca, porcentaje de capacho y número de mazorcas por planta. En los híbridos F1 también halló correlaciones positivas y significativas entre la producción y fecha de aparición de los estigmas y la espiga, altura de la planta, longitud de la mazorca, diámetro de la mazorca, número de mazorcas por planta, número de nudos debajo de la mazorca. Las correlaciones para los anteriores caracteres entre líneas y cruzamientos simples F1 fueron positivas y algunas pocas fueron lo suficientemente altas para tener valor de predicción.

Hayes y Johnson (1939) hallaron que había correlación entre el rendimiento de cruces entre líneas y plantas So, y varios caracteres de las mismas líneas. La producción del cruzamiento línea-So, tuvo correlación positiva y significativa con cada uno de los doce caracteres estudiados en las líneas. Las características empleadas fueron: fecha de aparición de los estigmas, altura de la planta, altura de la mazorca, área foliar, resistencia al vuelco, volumen de raíces, diámetro del tallo, total de raíces adventicias, índice de espiga, producción de polen, índice de producción y longitud de mazorca.

Sobre comparación de medias de caracteres de las plantas, el autor no encontró ningún trabajo anterior.

#### MATERIALES Y METODOS

Se escogieron las variedades de maíz Blanco Común, Eto y Venezuela 1, en los lotes para autofecundación sembrados en la Estación Agrícola Experimental de Palmira en el primer semestre de 1953.

Fueron autofecundadas en total más de 200 mazorcas, escogidas con base en las siguientes características: vigor de la planta, santidad, altura de inserción de la mazorca, grosor del tallo, sistema radicular adventicio y altura total de la planta.

Cuando la plantación no presentó ya cambios vegetativos y alcanzó su madurez fisiológica, se hicieron las siguientes mediciones:

- 1) Altura de inserción de la mazorca ,en metros ..... AM
- 2) Distancia de la mazorca a la espiga, en metros ..... ME
- 3) Número de hojas arriba de la mazorca ..... Hs
- 4) Angulo superior formado por las hojas y el tallo ..... Ang

Las medidas lineales fueron tomadas con una regla; el ángulo fue medido con un transportador y se tomó generalmente en la primera hoja arriba de la mazorca.

Al tiempo de la cosecha fueron seleccionadas únicamente 43 plantas de la variedad Blanco Común, y 14 de cada una de las variedades Eto y Venezuela 1.

Estas plantas dieron origen a 71 líneas S1, que fueron sembradas en parcelas de dos hileras cada una, con un promedio de 40 plantas por línea. En todas estas plantas se tomaron las mismas medidas.

Con los datos anteriores se hicieron los siguientes estudios estadísticos en cada variedad y para los cuatro caracteres en cuestión:

A) Comparación entre las medias de las plantas So y las medias de las respectivas líneas S1, primero una por una y luego en conjunto.

B) Correlación simple entre So y S1 (correlación parental) así:

So — S1  
AM — AM  
ME — ME  
Hs — Hs  
Ang — Ang

C) Correlación simple entre los cuatro caracteres, en todas sus combinaciones posibles, tanto en So como en S1 ,así:

AM — ME  
AM — Hs  
AM — Ang  
ME — Hs  
ME — Ang  
Hs — Ang

Todas las comparaciones y correlaciones se calcularon siguiendo las normas generales de Paterson (2) y Love (1).

## RESULTADOS OBTENIDOS

### I Parte

#### COMPARACION DE MEDIAS ENTRE So y S1

a) **Medias de So vs. medias de S1 una por una.**— Se aplicaron las fórmulas generales por cada comparación.

Luego se comparó cada diferencia crítica con la respectiva observada, y los resultados se resumen en la tabla II y en las figuras 1 a 12.

b) **Medias de So vs. S1 en conjunto.**— Los valores de esta comparación están expresados en la tabla II y en las figuras 1 a 12. Estos muestran además las curvas de los valores observados. Como se ve, para los tres primeros caracteres, los valores en S1 fueron significativamente inferiores en las tres variedades; el ángulo solo lo fue en la variedad Blanco Común.

#### CORRELACION PARENTAL

Los coeficientes de correlación simple entre los valores en So y en S1 se calcularon por la fórmula general.

El grado de significancia se halló mediante la prueba de t.

Por considerarse aun de mayor interés en los programas de mejoramiento en general, también se calcularon los coeficientes en las tres variedades reunidas. Véase la tabla III.

TABLA I

## T A B L A II

Medias de los cuatro caracteres estudiados y  
diferencia entre ellas.

Carácter — Variedad	So	S1	Diferencia
AM en Blanco C .....	1,286 m.	1,131 m.	0,155 m.*
" " Eto .....	1,211 "	1,043 "	0,168 " *
" " Venezuela 1 .....	1,318 "	1,115 "	0,203 " *
ME en Blanco C .....	1,327 m.	1,067 m.	0,260 m.*
" " Eto .....	1,296 "	1,027 "	0,269 " *
" " Venezuela 1 .....	1,246 "	1,040 "	0,206 " *
Hs en Blanco C .....	6,28	5,40	0,88 *
" " Eto .....	7,28	6,40	0,88 *
" " Venezuela 1 .....	7,00	6,10	0,90 *
Ang. en Blanco C .....	50,55°	44,90°	5,65°*
" " Eto .....	38,21°	36,10°	2,11°
" " Venezuela 1 .....	42,68°	37,60°	5,08°

\* Significativamente inferiores

## CORRELACION SIMPLE ENTRE LOS CUATRO CARACTERES

Siguiendo los métodos anteriores y tomando en conjunto los valores en So y en S1, se encontraron los resultados que aparecen en la tabla IV.

Las demás correlaciones posibles no tuvieron ningún valor de predicción y por ésto no se incluyeron.

## DISCUSION DE LOS RESULTADOS

## I Parte

## COMPARACION DE MEDIAS ENTRE So y S1

A) Al observar las medias de So y las de S1 en conjunto, se ve que el efecto de la endocría es muy notorio en las cuatro características estudiadas, ya que casi todos los promedios de S1 en las tres variedades son significativamente inferiores a las de So. Para una mejor apreciación de estos resultados véase la tabla II.

B) Es más o menos constante la disminución de la altura de inserción de la mazorca y de la distancia de ésta a la base de la espiga en las tres variedades al pasar de So a S1 (véase tabla II).

C) Al comparar las medias de So y las medias de cada línea S1 mediante el análisis de significancias, se encontró que sólo dos líneas de Blanco Común son significativamente superiores a la media de

T A B L A III  
Correlación parental

Variedades	Variables	r	t	
			Teórico	
			P = 0,05	P = 0,01
Blanco	AM — AM	+0,39		2,73**
	ME — ME	+0,51	2,00	3,90**
	Hs — Hs	+0,39		2,72**
	Ang - Ang	+0,80		3,64**
Eto	AM — AM	+0,39		1,47
	ME — ME	+0,34	2,18	1,24**
	Hs — Hs	+0,23		0,81
	Ang - Ang	+0,80		4,57**
Venezue- la 1	AM — AM	+0,34		1,27
	ME — ME	+0,54	2,18	2,24*
	Hs — Hs	+0,51		2,03
	Ang - Ang	+0,56		2,35*
Las tres Varieda- des en conjunto	AM — AM	+0,44		3,75**
	ME — ME	+0,48	2,00	4,64**
	Hs — Hs	+0,49		4,77**
	Ang - Ang	+0,80		6,09**

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

TABLA IV  
Correlación simple entre caracteres

Variables	r		t			
	So	S1	Teórico		Observado	
			P=0,05	P=0,01	So	S1
AM — ME	+0,33	+0,45	2,00	2,58	4,90**	4,20**
AM — Ang	+0,24	0,00	2,00	2,58	2,09*	0,00
Hs — Ang	-0,26	-0,21	2,00	2,58	2,27*	1,78

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

So en altura de la mazorca, observación ésta muy importante para los programas de mejoramiento (véase tabla I).

D) El número de hojas disminuye más o menos en la misma relación que los otros caracteres.

E) El ángulo formado por las hojas y el tallo disminuye lo mismo que los otros caracteres.

## II Parte

### CORRELACION PARENTAL

Al analizar en la tabla III los resultados obtenidos, se ve claramente que todas las características estudiadas en cada variedad, tienen correlación positiva.

Analizadas las tres variedades en conjunto, los valores de  $t$  obtenidos son altamente significativos, lo cual prueba que en los programas de mejoramiento la selección de las plantas en So es de gran interés antes de proceder a producir nuevas líneas por autofecundación, ya que éstas conservan en gran parte las características de sus padres. Estos resultados concuerdan con la teoría mendeliana que supone 50% de la madre en las nuevas líneas.

## III Parte

### CORRELACION SIMPLE ENTRE LOS CUATRO CARACTERES

Este estudio revela lo siguiente (tabla IV):

A) Hubo correlación positiva altamente significativa entre la altura de inserción de la mazorca y la base de la espiga, tanto en So como en S1, siendo mayor en S1, lo cual prueba la mayor uniformidad de las líneas endocriadas.

B) La correlación entre la altura de inserción de la mazorca y el ángulo de inserción de las hojas fue significativa en So y nula en S1.

C) Entre el número de hojas y su ángulo de inserción hubo correlación negativa. En So es significativa pero en S1 no.

D) Las demás correlaciones no tuvieron ningún valor de predicción y por lo tanto no fueron tomadas en la cuenta.

### CONCLUSIONES

1) Se confirma nuevamente que los efectos de la endocriá son muy notorios como se puede apreciar al comparar las medias de plantas So con las de líneas S1.

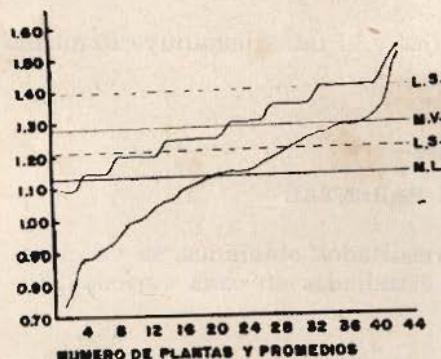


Figura 1.—Altura de inserción de la mazorca.

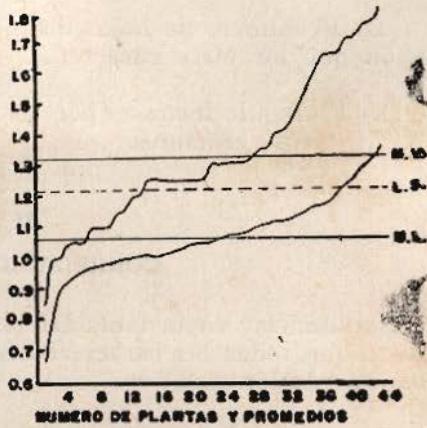


Figura 2.—Distancia entre la mazorca y la base de la espiga.

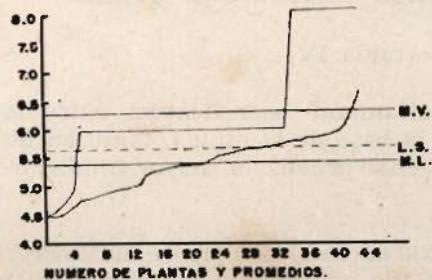


Figura 3.—Número de hojas arriba de la mazorca.

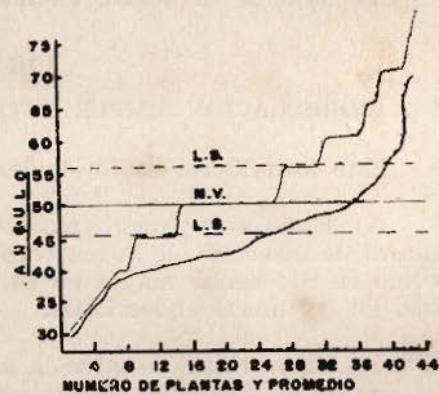


Figura 4.—Ángulo formado por las hojas y el tallo.

#### Variedad Blanco Común y sus líneas

En 43 plantas So (curva superior)

En sus 43 líneas S1, promedios (curva inferior)

MV = Media de So

ML = Media de S1

LS = Línea de significancia

2) En términos generales la disminución del ángulo de inclinación de las hojas, es una manifestación de la pérdida de vigor como efecto de la endocría.

3) La pérdida de vigor por la endocría es más o menos constante en las tres variedades estudiadas y para todas las características observadas.

4) Las líneas S1 conservan muchas de las características de las plantas So, lo cual sugiere una selección estricta de las plantas a libre polinización que se destinen a endocría en los programas de mejoramiento de maíz.

5) Hay correlación positiva altamente significativa entre la altura de inserción de la mazorca y la distancia entre la base de la mazorca y la base de la espiga.

6) Hay correlación negativa entre el número de hojas arriba de la mazorca principal y el ángulo formado por las mismas, pero es significativa sólo en So.

7) Las otras correlaciones estudiadas no tuvieron ningún valor de predicción.

#### RESUMEN

Se consideran brevemente los programas de mejoramiento de maíz y el auge que están tomando las semillas seleccionadas entre los agricultores de Colombia.

Se discute la importancia que para el mejoramiento tienen cuatro caracteres:

- Altura de inserción de la mazorca principal.
- Distancia entre la mazorca y la base de la espiga.
- Número de hojas arriba de la mazorca.
- Ángulo formado por las hojas y el tallo.

Sobre dichos caracteres se efectuaron estudios con las variedades Blanco Común, Eto y Venezuela 1, en plantas So y en cuarenta y tres líneas de la primera y en catorce de cada una de las segundas.

Tales estudios son:

- Comparación entre las medias de las plantas So y las medias de las respectivas líneas S1.
- Correlación parental simple entre So y S1.
- Correlación simple entre los cuatro caracteres, en todas sus combinaciones posibles, tanto en So como en S1.

Y se concluye:

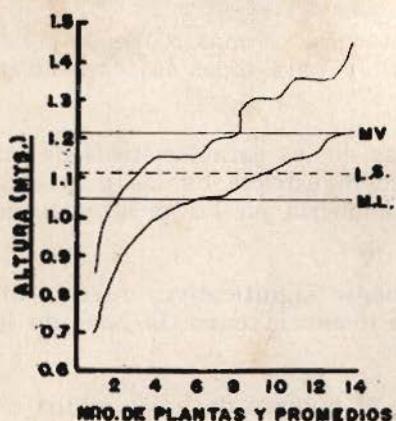


Figura 5.—Altura de inserción de la mazorca.

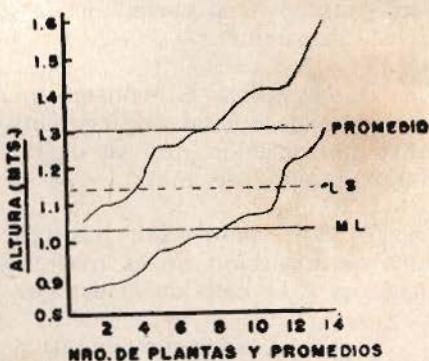


Figura 6.—Distancia entre la mazorca y la base de la espiga.

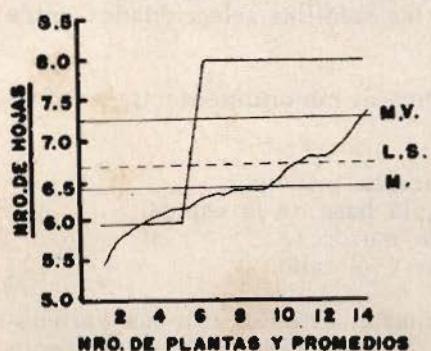


Figura 7.—Número de hojas arriba de la mazorca.

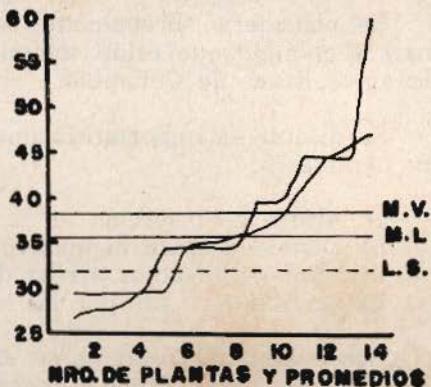


Figura 8.—Ángulo formado por las hojas y el tallo.

#### Variedad Eto y sus líneas

En 14 plantas So (curva superior)

En 14 líneas S1, promedios (curva inferior)

MV = Media de So

ML = Media de S1

LS = Línea de significancia

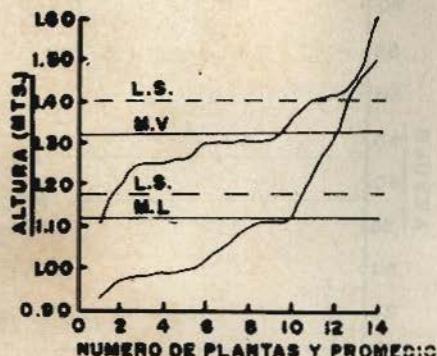


Figura 9.—Altura de inserción de la mazorca.

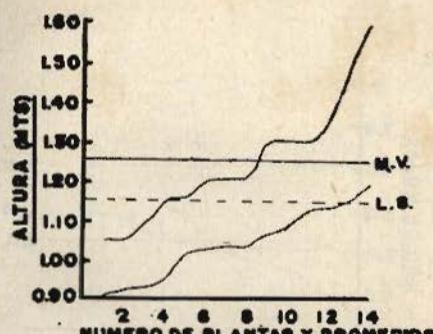


Figura 10.—Distancia entre la mazorca y la base de la espiga.

#### Variedad Venezuela 1 y sus líneas

En 14 plantas So (curva superior)

En 14 líneas S1, promedios (curva inferior)

MV = Media de So

ML = Media de S1

LS = Línea de significancia

1) Se confirma nuevamente que los efectos de la endocriá son muy notorios en cuanto a la pérdida de vigor.

2) La disminución del ángulo formado por las hojas y el tallo es una manifestación más de la pérdida de vigor como efecto de la endocriá.

3) La pérdida de vigor causada por la endocriá es más o menos igual en las tres variedades estudiadas.

4) Las líneas S1 conservan mucho de las características de las plantas So. Por lo tanto sugiere una selección estricta en las plantas a libre polinización que se destinan a endocriá.

5) Hay correlación positiva altamente significativa entre la altura de inserción de la mazorca y la distancia entre la mazorca y la base de la espiga.

6) Hay correlación negativa entre el número de hojas y el ángulo formado por las mismas, significativa en las tres variedades en So, pero no en las líneas S1.

7) Las demás correlaciones estudiadas no tienen ningún valor de predicción.

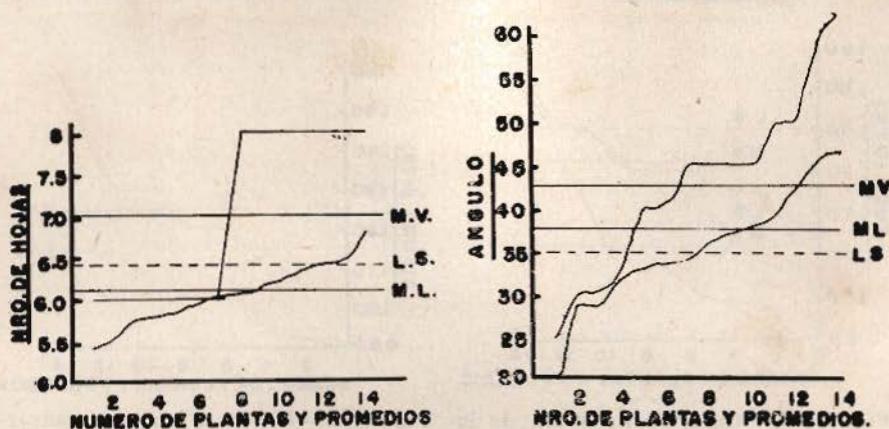


Figura 11.—Número de hojas arriba de la mazorca.

Figura 12.—Angulo formado por las hojas y el tallo.

#### Variedad Venezuela 1 y sus líneas

En 14 plantas So (curva superior)

En 14 líneas S1, promedios (curva inferior)

MV = Media de So

ML = Media de S1

LS = Línea de significancia

#### SUMMARY

The author considers briefly programs of corn improvement and the degree to which the selected seeds are taking hold among the farmers in Colombia.

He discusses the importance to corn improvement of the following four characteristics:

- Height of the main ear.
- Distance between the ear and the base of the tassel.
- Number of leaves above the ear.
- The angle formed between the leaves and the stalk.

Studies were made of the above mentioned characteristics in the varieties "Blanco Común", "Eto", "Venezuela 1" and "Plants So" with forty three lines in the first variety and fourteen in each of the other two varieties.

The studies were:

- Comparison between the median of the So plants and the median of the respective S1 lines.
- Simple parental correlation between So and S1.

- c) Simple correlation among the four characteristics in all their possible combinations, as found in So and in S1.

The conclusions are:

1) It merely conforms that the effects of inbreeding are very noticeable in respect to the loss of vigor.

2) The reduction of the angle formed by the leaves and the stalk, is another manifestation of the loss of vigor as an effect of the inbreeding.

3) That the loss of vigor caused by inbreeding is about equal in the three varieties studied.

4) The lines in S1 keep many of the characteristics of the plants in So. Therefore, a very strict selection is suggested for the open-pollinated plants which are destined for inbreeding.

5) There is a positive and highly significant correlation between the height of the ear and the distance between the ear and the base of the tassel.

6) There is a negative correlation among the number of leaves and the angle that they form with the stalks, significant in the three varieties for So, but not in the S1 lines.

7) The other correlations studied have no value whatever on which predictions could be based.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Harry, H. y Love, Ph. D.— Experimental methods in agricultural research. The Agr. Exp. Station of the University of Puerto Rico. Río Piedras. 1943.
2. Paterson, D. D.— Statistical technique in agricultural research. First edition. McGraw-Hill Book Co. New York. 1939.
3. Ramírez, H.— Estudio estadístico comparativo sobre dos variedades de maíz. Rev. de la Fac. Nal. de Agronomía. (Medellín) 6: 375-392. 1946.
4. Robinson, H. F., Comstock, R. E. y Harvey, P. H.— Genotypic correlations in corn and their applications in selection. Agron. J. 43: 282-287. 1951.
5. Sprague, G. H.— Experimental basis for hybrid maize. Cambridge Phil. Soc. Biol. Rev. 21: 101-120. 1946.