

No. 2127

Doc. 3868

EFFECTOS DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE LA MADUREZ  
FISIOLÓGICA Y PERIODO DE LLENADO DEL GRANO DE POBLA-  
CIONES PRECOCES DE MAIZ

TESIS

Presentada al Programa de Estudios para Graduados en Ciencias Agrarias  
Universidad Nacional - Instituto Colombiano Agropecuario

Por

CECIRA RAMIREZ GUZMAN

Como requisito parcial para optar al título de

MAGISTER SCIENTIAE

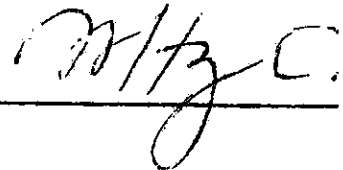
Bogotá, Colombia

1980

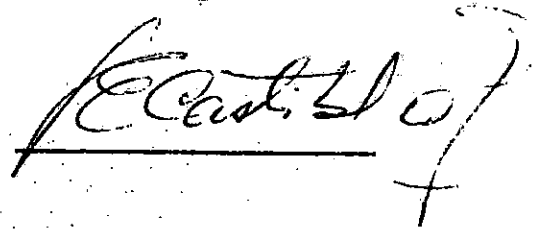
TESIS APROBADA POR:

COMITE CONSEJERO

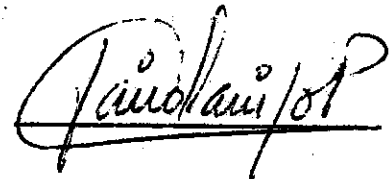
MANUEL TORREGROZA CASTRO Ph.D.

Handwritten signature of Manuel Torregroza Castro in cursive, underlined.

LUIS CASTIBLANCO GONZALEZ M.S.

Handwritten signature of Luis Castiblanco Gonzalez in cursive, underlined.

JAIRO CLAVIJO PORRAS M.S.

Handwritten signature of Jairo Clavijo Porras in cursive, underlined.

**El Presidente de Tesis y el Consejo Examinador no serán responsables  
de las ideas emitidas por el autor. (Artículo 217 de los Estatutos  
de la Universidad Nacional).**

DEDICO:

A mis padres

A mis hermanos

A mi hija

## AGRADECIMIENTOS

Al doctor Manuel Torregroza Castro, por su acertada dirección y estímulo.

A los doctores Luis Castiblanco González y Jairo Clavijo Porras, quienes me prestaron su valiosa colaboración.

Al Programa de Maíz y Sorgo del Instituto Colombiano Agropecuario que me brindó la oportunidad de realizar los estudios de post-grado.

A todas las personas que en una u otra forma contribuyeron para la feliz culminación de este trabajo.

## CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 La Planta de Mafz.	4
2.2 Heterosis.	5
2.3 Cruzamientos Varietales.	7
2.4 Densidad de Población.	10
2.5 Definición de Crecimiento.	16
2.6 Formación de la Capa Negra.	18
3. MATERIALES Y METODOS	28
3.1 Materiales.	28
3.2 Metodología .	30
3.3 Caracteres Medidos.	31

	Página
3.4	Análisis Estadístico. 33
3.5	Ambiente. 34
4.	RESULTADOS Y DISCUSION 35
4.1	Acumulación de peso seco. 35
4.2	Floración Femenina, Días a la Formación de la Capa Negra y Porcentaje de Hume- dad a la Madurez Fisiológica. 55
4.3	Altura de Planta. 61
4.4	Altura Mazorca Superior. 64
4.5	Número de Hojas. 64
4.6	Mazorcas por Planta. 69
4.7	Proliferación. 72
4.8	Volcamiento. 75
4.9	Unidades de Calor. 78
4.10	Rendimiento. 79
5.	CONCLUSIONES 87

	<b>Página</b>
6. RESUMEN	91
7. SUMMARY	94
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	97
APENDICE	105

## LISTA DE TABLAS

TABLA No.		Página
1	Peso seco promedio (%) de tusa, capacho y total en ICA H556, sus padres y su recíproco (Tibaitatá, 1977).	36
2	Peso seco promedio (%) de tusa, capacho y grano en ICA H556, sus padres y su recíproco a diferentes densidades de siembra (Tibaitatá, 1977).	37
3	Condiciones ambientales prevalentes en el Centro Experimental Tibaitatá durante 1977 Municipio Mosquera, Departamento Cundinamarca, Latitud: N 4°42' Longitud: W 74°12' Altura 2.550 m.s.n.m.	38

TABLA  
No.

Página

- |   |   |    |
|---|---|----|
| 4 | Peso seco (gramos) de las diferentes partes de la mazorca en madurez fisiológica y días a floración femenina y formación de capa negra en los genotipos estudiados (Tibaitatá, 1977). | 39 |
| 5 | Porcentaje de humedad a la madurez fisiológica en los genotipos estudiados a las diferentes densidades de siembra (Tibaitatá, 1977).  | 60 |
| 6 | Altura de plantas en los padres y la F <sub>1</sub> del híbrido varietal ICA H556 y su recíproco a diferentes densidades de siembra (Tibaitatá, 1977).                                | 62 |
| 7 | Altura de mazorca en los padres, la F <sub>1</sub> del híbrido varietal ICA H556 y su recíproco a diferentes densidades de siembra (Tibaitatá, 1977).                                 | 65 |

**TABLA  
No.**

**Página**

8	Número de hojas promedio en los padres, la F <sub>1</sub> del híbrido varietal ICA H556 y su recíproco a diferentes densidades de siembra (Tibaitatá, 1977).	67
9	Número de mazorcas por planta en los padres, la F <sub>1</sub> del híbrido varietal ICA H556 y su recíproco a diferentes densidades de siembra (Tibaitatá, 1977).	70
10	Número de proliferaciones por planta en los padres, la F <sub>1</sub> del híbrido varietal ICA H556 y su recíproco a diferentes densidades de siembra (Tibaitatá, 1977).	73
11	Porcentaje de volcamiento, después de fuerte huracán, en los padres la F <sub>1</sub> del híbrido varietal ICA H556 y su recíproco a diferentes densidades de siembra (Tibaitatá, 1977).	76

**TABLA**  
**No.**

**Página**

12	Unidades de calor (U.C.), horas de sol (H.S.) y precipitación (Pr) acumuladas y recibidas por los maíces en estudio (Tibaitatá, 1977).	80
13	Rendimiento en kg./Ha. al 15% de humedad obtenidos en el ICA H556, sus padres y su recíproco a diferentes densidades de siembra (Tibaitatá, 1977).	81
14	Rendimiento en grano, velocidad lineal de acumulación de materia seca, período efectivo de llenado del grano en el híbrido varietal ICA H556 sus padres y su recíproco a cinco densidades de siembra (Tibaitatá, 1977).	83

TABLA No.		Página
15	Rendimiento en grano, velocidad lineal de acumulación de materia seca y período efectivo de llenado del grano promedio de todos los genotipos a las densidades de siembra estudiada (Tibaitatá, 1977).	84
16	Máximo rendimiento en grano, óptima densidad en plantas y duración del período de llenado de grano en el híbrido varietal ICA H556, sus padres y su recíproco (Tibaitatá, 1977).	85

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA No.		Página
1	Evolución del porcentaje de peso seco de la tusa y capacho en el ICA H556, sus padres y recíproco a una densidad de 40.000 plantas/Ha. Tibaitatá, 1977.	41
2	Evolución del porcentaje de peso seco del grano en el ICA H556, sus padres y recíproco a una densidad de 40.000 plantas/Ha. Tibaitatá, 1977.	42
3	Variaciones del peso seco total de la mazorca en el ICA H556, sus padres y recíproco a las diversas densidades de siembra en madurez fisiológica. Tibaitatá, 1977.	43

**FIGURA  
No.**

**Página**

- |   |   |    |
|---|---|----|
| 4 | Desarrollo del grano después de floración de Cun. 431 a una densidad de 40.000 plantas/Ha. Tibaitatá, 1977.                         | 44 |
| 5 | Desarrollo del grano después de floración del Cun. 431 a la densidad óptima de población (55.000 plantas/Ha.) Tibaitatá, 1977.      | 45 |
| 6 | Desarrollo del grano después de floración del Cacahuacintle a una densidad de 40.000 plantas/Ha. Tibaitatá, 1977.                   | 46 |
| 7 | Desarrollo del grano después de floración del Cacahuacintle a la densidad óptima de población (60.000 plantas/Ha.) Tibaitatá, 1977. | 47 |

FIGURA No.		Página
8	Desarrollo del grano después de floración del ICA H556 a una densidad de 40.000 plantas/Ha. Tibaitatá, 1977.	48
9	Desarrollo del grano después de floración del ICA H556 a la densidad óptima de población (60.000 plantas/Ha.) Tibaitatá, 1977.	49
10	Desarrollo del grano después de floración de Cacah. x Cun. 431 a una densidad de 45.000 plantas/Ha. Tibaitatá, 1977.	50
11	Desarrollo del grano después de floración de Cacah. x Cun. 431 a la densidad óptima de población (60.000 plantas/Ha.). Tibaitatá, 1977.	51

FIGURA No.		Página
12	Días a la floración femenina del ICA H556, sus padres y su recíproco, a diferentes densidades de siembra. Tibaitatá, 1977.	56
13	Días a la formación de capa negra en el ICA H556 sus padres y su recíproco a diferentes densidades de siembra. Tibaitatá, 1977.	57
14	Altura de planta del ICA H556 sus padres y recíproca a diferentes densidades de siembra. Tibaitatá, 1977.	63
15	Altura de mazorca en el ICA H556, sus padres y recíproco a diferentes densidades de siembra. Tibaitatá, 1977.	66
16	Número de hojas en ICA H556, sus padres y recíproco diferentes densidades de siembra. Tibaitatá, 1977.	68

**FIGURA  
No.**

**Página**

- |    |  |    |
|----|--|----|
| 17 | Número de mazorcas por planta del ICA H556, sus padres y su recíproco a las diferentes densidades de siembra. Tibaitatá, 1977. | 71 |
| 18 | Número de proliferaciones en ICA H556, sus padres y su recíproco a diferentes densidades de siembra. Tibaitatá, 1977.          | 74 |
| 19 | Porcentaje de volcamiento de ICA H556, sus padres y su recíproco a diferentes densidades de siembra. Tibaitatá, 1977.          | 77 |

## LISTA DE TABLAS DEL APENDICE

TABLA No.		Página
1	Cuadrados medios del análisis de varianza para peso seco grano, peso seco tusa, peso seco capacho y peso seco total en los genotipos estudiados (Tibaitatá, 1977).	106
2	Cuadrados medios del análisis de varianza para floración femenina, presencia de capa negra, porcentaje de volcamiento y rendimiento en los genotipos estudiados (Tibaitatá, 1977).	107
3	Cuadrados medios del análisis de varianza para número de hojas, altura de planta, altura de mazorca y número de mazorcas por planta en los genotipos estudiados (Tibaitatá, 1977).	108

**TABLA  
No.**

**Página**

4	Cuadrados medios del análisis de varianza para proliferación y porcentaje de grano (Tibaitatá, 1977).	109
5	Coefficiente de correlación entre pares de características estudiadas (Tibaitatá, 1977).	110
6	Coefficiente de correlación entre pares de características estudiadas (Tibaitatá, 1977).	111
7	Coefficiente de correlación entre pares de características estudiadas (Tibaitatá, 1977).	112
8	Coefficiente de regresión (b), coeficiente de correlación (r) y coeficiente de determinación ( $r^2$ ) para los genotipos en sus cinco densidades de siembra (Tibaitatá, 1977).	113
9	Coefficiente de correlación (r) para los genotipos a las densidades de siembra estudiadas (Tibaitatá, 1977).	114

## 1. INTRODUCCION

El maíz es un cereal de amplio consumo en nuestro país, base de la dieta alimenticia del pueblo colombiano, el cual se cultiva desde el nivel del mar hasta más allá a los 2.800 metros de altitud.

Este hecho hace que se justifique realizar estudios sobre esta gramínea, tendientes a obtener materiales no solamente más rendidores y más precoces sino también más eficientes fisiológicamente.

La hibridación varietal es uno de los métodos de mejoramiento del maíz que utiliza la primera generación de cruzamientos entre variedades de libre polinización como un medio de obtener mayores rendimientos. En el pasado, debido a las ganancias espectaculares obtenidas con los híbridos de líneas endogómicas, la hibridación varietal pasó a un segundo plano. Sin embargo, a partir de 1950 se volvió nuevamente la vista hacia este tipo de híbridos como un recurso para obtener poblaciones mejoradas.

La madurez fisiológica definida como el tiempo en el cual se obtiene el máximo peso seco del grano y el período de llenado del grano son objetivos importantes en los programas de mejoramiento, para hallar genotipos con mayor eficiencia metabólica.

En general, las variedades que florecen primero tienden a madurar más rápido que aquellas que florecen posteriormente. A pesar de ello, la rata de maduración del grano puede ser muy lenta en algunas variedades precoces y rápida en las tardías debido a características genéticas.

En la Sabana de Bogotá, el maíz se siembra especialmente para su uso como choclos o mazorcas verdes. En el Centro Experimental Tibaitatá, el Programa de Maíz y Sorgo creó el híbrido varietal precoz ICA H556, recomendado exclusivamente para choclos. Este híbrido es el resultado del cruzamiento entre la variedad Cundinamarca 431, de la raza sabanero precoz, que sirve como hembra y la mexicana, Cacahuacintle, como polinizadora.

El presente trabajo se realizó en el Centro Experimental Ti-

baitatá, situado en Mosquera (Cundinamarca), durante el año de 1977, con los siguientes objetivos:

1. Determinar la densidad óptima de siembra en el ICA H556 y sus progenitores.
2. Estudiar si la densidad poblacional afecta las características morfológicas de la planta de maíz.
3. Determinar las épocas de floración femenina, madurez fisiológica, período de llenado del grano y rendimiento en grano.
4. Medir el grado de asociación entre estas características por medio de los coeficientes de regresión y correlación.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 La Planta de Maíz.

El maíz pudo haberse originado en las partes altas del Perú, Bolivia y Ecuador, a causa de la gran diversidad de formas nativas encontradas en la región. Otros investigadores sitúan al maíz como originario de la parte sureste de México y América Central, principalmente a causa de la aparición del Euchlaena y su amplia diversidad de tipos (37).

Bonnett (1954, 1960), citado por Jugenheimer (36), divide el desarrollo de la planta de maíz en los siguientes estados: vegetativo, transicional, reproductivo y de semilla. La mazorca y la espiga se diferencian y desarrollan en el estado reproductivo. La cantidad de semilla producida por mazorca la determinan el número de hileras de granos y el número de granos por hileras. El número de hileras de granos se define al comienzo del desarrollo de la mazorca, pero el número de granos por hilera puede variar con el genotipo y con cambios en el ambiente.

## 2.2 Heterosis.

Heterosis es el fenómeno por el cual el cruce de dos líneas o variedades produce un híbrido superior en crecimiento, tamaño, rendimiento o vigor general, a sus padres. Algunos investigadores definen la heterosis como el crecimiento en vigor de la  $F_1$  sobre el padre superior (2).

La heterosis resulta en un estímulo general a la planta híbrida y afecta a ésta en muchas formas: aumentando el rendimiento, acelerando la maduración, confiriendo mayor resistencia a insectos y enfermedades, incrementando la altura de plantas, obteniendo un mayor número de frutos, incrementando el tamaño y número de las partes u otras características internas o externas (36). East (1936), citado por Jungenheimer (36), indicó que el efecto de la heterosis sobre la planta era similar al obtenido por la adición de un fertilizante balanceado al suelo.

Jones (1952), dice que la heterosis tiene dos modos generales de expresión: en uno, hay un incremento en el tamaño y nú-

mero de partes, como resultado, por lo general, de un gran número de células y un crecimiento rápido de división y actividad celular; en otro, un aumento de la eficiencia biológica, tal como la velocidad reproductiva y la habilidad de supervivencia.

La hipótesis más aceptada para explicar la depresión producida por la consanguinidad y el fenómeno inverso del vigor híbrido, establece que la depresión no es un proceso de degeneración, sino una consecuencia de la segregación mendeliana y fué propuesta por Davenport (1908), Bruce (1910) y Keeble y Pellew (1910) (2).

Varias teorías genéticas y fisiológicas han tratado de explicar la heterosis, pero ninguna es completamente aceptable.

Shull (1909, 1914), citado por Jugenheimer (36), dió una explicación de estímulo fisiológico no mendeliano a la heterosis: "La hibridación por si misma tiene un efecto estimulante sobre las actividades fisiológicas del organismo".

La explicación más aceptada de la heterosis descansa en la suposición de que el vigor híbrido es el resultado de reunir genes

dominantes favorables. Los genes dominantes que aporta un progenitor pueden complementar a los genes dominantes aportados por el otro progenitor, de tal manera que la F1 tendrá una combinación más favorable de genes dominantes que cualquiera de los progenitores.

East (1936), citado por Hayes e Immer (32), presenta un concepto mendeliano de interacción de alelos de un locus simple para explicar la heterosis, donde dos alelos en el mismo locus llegan cada uno a desarrollar una función divergente. Según esta teoría la heterocigosidad es superior a la homocigosidad y por tanto, el individuo más vigoroso es el que tiene el mayor número de alelos heterocigóticos. El fenómeno de que el heterocigote ( $a_1 a_2$ ) sea superior a los homocigotes ( $a_1 a_1$  o  $a_2 a_2$ ) se denomina sobredominancia (49).

### 2.3 Cruzamientos Varietales.

Beal (1877), citado por Allard (3), emprendió en Michigan una serie de estudios que le llevaron a aconsejar el uso de hí-

bridos varietales F<sub>1</sub> para el cultivo comercial. A pesar de esto, los híbridos varietales sólo se cultivaron en superficies muy pequeñas. Beal produjo híbridos entre diferentes variedades, habiendo encontrado que los rendimientos de los híbridos eran superiores a los progenitores en un 40%.

Richey (1922) resumió los datos de 244 comparaciones de híbridos, habiendo encontrado que el 82% rindió más y el 18% menos que el promedio de los padres. Cruzamientos entre tipos finos o harinosos con dentados usualmente produjeron aumentos en rendimientos (3).

Lonnquist y Gardner (40) registraron heterosis en cruzamientos intervarietales de maíz con promedios de heterosis de 108,5% con relación al promedio de los padres y de 102,8% con respecto al padre superior. La F<sub>1</sub> de más alto rendimiento se obtuvo del cruzamiento de dos sintéticas en su segundo ciclo.

Moll et al. (45) hicieron investigaciones sobre heterosis y diversidad genética en cruces varietales de maíz. Utilizaron va -

riedades de tres regiones geográficas: oeste, medio y suroeste de los Estados Unidos y Puerto Rico. Cruzaron las variedades en todas las posibles combinaciones para estudiar la relación de la diversidad genética y heterosis en los cruzamientos varietales. Sus resultados indicaron que cuanto mayor era la diversidad genética de las variedades parentales mayor la heterosis en el cruzamiento varietal.

Torregroza y Varela (60) trabajando con 10 variedades cruzadas dialélicamente y evaluadas en tres ambientes encontraron que la heterosis, en base al promedio de los padres, fué de 19,2% y en base al padre más rendidor, de 6,7%.

Rubio y Torregroza (50) en 12 variedades de maíz adaptadas a clima frío y cruzadas dialélicamente hallaron que la heterosis, con relación al promedio de los padres fué de 26,8% y con relación al padre de mayor rendimiento de 17,8%.

Torregroza (61) encontró en 12 poblaciones nativas de Colombia, Ecuador y México, cruzadas dialélicamente, heterosis promedia de 11,9% basada en el promedio de los padres; de 3,3%,

en el padre más rendidor y de 13,2% en el padre constante.

En Colombia, como resultado de investigaciones en cruza - mientos varietales, se obtuvo el Diacol H501 cuyo origen es Cun 365 x Ecu 466.

#### 2.4 Densidad de Población.

Incrementar la densidad de siembra es un método para au - mentar la intersección de la energía solar en especies cultivadas. Uno de los factores más limitantes para la conversión óptima de ener - gía lumínica en granos en maíces que crecen a altas densidades de siembra, es la esterilidad, o sea la falla de plantas para producir mazorcas (7).

Se han realizado numerosos estudios tendientes a encontrar cuál es la población óptima, para cada genotipo, que incremente los rendimientos en diversos ambientes.

Giesbrecht (25) halló que un incremento en población produjo un aumento sustancial en rendimiento, adaptándose mejor

las variedades tardías a la competencia a altas poblaciones que los híbridos precoces.

Goldsworthy y Colegrave (26) trabajando con cinco variedades de altura y tres densidades de siembra, 50.000, 100.000 y 150.000 plantas por hectárea, hallaron que, excepto cuando hubo volcamiento, el rendimiento en grano aumentó con el incremento en la densidad de siembra. Además encontraron que la madurez fisiológica varió entre 140 y 179 días, después de la siembra. La densidad de siembra no tuvo efectos significativos sobre el período de la floración a madurez.

Allison (4) observó que el peso seco total por unidad de área generalmente aumentó con la población, pero no hubo diferencias significativas entre 60.500 y 73.800 plantas por hectárea. La floración femenina se retardó ligeramente con el aumento de la población, pero todas las poblaciones florecieron entre 10 y 11 semanas después de siembra.

Por otra parte, varios investigadores han encontrado que

existe un decrecimiento lineal en el peso de los granos de la mazorca, cuando se incrementa la densidad de población (9, 10, 59, 64).

Termondi et al. (58) en un estudio que efectuaron con siete niveles de población, desde 4.000 hasta 32.000 plantas por acre encontraron que una alta población de plantas, en la mayoría de los casos, incrementó la incidencia del volcamiento y causó también un decrecimiento en el tamaño y uniformidad de la mazorca. La máxima producción de granos, bajo un conjunto dado de condiciones ambientales, puede involucrar una población de plantas específicas, dependiendo del híbrido particular escogido. Conclusiones semejantes han sido anotadas en otros trabajos (23; 39).

Woodruff (63), conceptúa que si existe buena fertilidad del suelo, aguas suplementarias o riegos y prácticas culturales óptimas, la principal variable que afecta el comportamiento de las plantas en diferentes densidades de población es la cantidad de luz aprovechable para cada planta. Si la cantidad de luz determinada por la distancia entre plantas excede la requerida para el desarrollo de

una buena mazorca, el rendimiento del maíz puede ser directamente proporcional al número de plantas por unidad de superficie.

Para Tanaka y Yamaguchi (57) el tamaño de la demanda fisiológica, o sea, el número de granos por unidad de área sembrada, es el factor clave que controla el rendimiento de granos. Para un alto rendimiento las condiciones de cultivo requeridas son: suficiente nitrógeno y una corta distancia de siembra.

Ordas (48), halló que las correlaciones genotípicas y fenotípicas fueron en general de la misma magnitud y tendieron a incrementar con el incremento en la densidad de siembra.

Hoff y Medeski (34), han observado que el porcentaje de mazorcas fué mayor con el maíz sembrado en forma equidistante que a chorrillo. La siembra equidistante aparentemente reduce la competencia entre plantas para el fósforo del suelo. Por el contrario, Duncan (23) indicó que hubo un aumento de volcamiento con espaciamiento equidistante.

Buner et al. (7) sugirió que la prolificidad podría ser un

criterio de selección usado en mejorar genotipos tolerantes a altas densidades de siembra.

Alanis (1), halló que a mayor densidad de plantas por hectárea, correspondía menos varianzas fenotípicas, posiblemente por efectos de competencia por luz,  $\text{CO}_2$  y otros factores del medio que serían limitantes.

Allison y Watson (5), indicaron que el rendimiento de granos dependía de cuanta materia seca producida por las hojas podrían ser aceptadas por las mazorcas y esto a la vez estar influido por la población.

Para Mock y Pearse (44), se debe mejorar el maíz para el ideotipo que encuentre y utilice un óptimo de producción ambiental. Este maíz óptimo se caracteriza, entre otras cosas, por poseer una máxima eficiencia fotosintética y un período de llenado de grano tan grande como sea posible prácticamente.

Mariani y Desiderio (42), hallaron que el control genético de los caracteres componentes del rendimiento, excepto el peso del

grano de la primera mazorca, estaban fuertemente influenciados por la densidad de siembra; a baja densidad, prevalecía la varianza genética del tipo aditivo.

Stinson y Moss (56), hallaron que diferentes híbridos responden en forma diferente cuando se siembran a altas densidades. Algunos mantienen un alto nivel de comportamiento, otros muestran una declinación. En el grupo intolerante a altas densidades hubo una mayor tendencia a producir mazorcas estériles en los ambientes desfavorables, mientras que el promedio en incremento de altura fué casi idéntico, 21 y 22% para variedades tolerantes e intolerantes.

Németh y Pinter (47) trabajando con dos híbridos y dos densidades de siembra encontraron que la superficie de la hoja por planta decreció significativamente como resultado de una alta densidad de siembra.

La formación de órganos florales en maíz no se impide por una densidad alta de siembra. La presión competitiva no produce un retardo marcado de la longitud de la mazorca, desarrollo del ova-

rio o alargamiento del cabello hasta aproximadamente 74 días después de la siembra. Plantas estériles son el resultado de fallas de emergencia del cabello durante el período de emisión de polen (52).

## 2.5 Definición de Crecimiento.

Los biólogos han considerado cuatro definiciones del término "crecimiento".

- a. Un incremento en peso seco. Investigadores que tienen que ver con la aplicación de la fisiología de las plantas a la agricultura pueden encontrar esta definición particularmente aceptable.
- b. Duplicación de protoplasma. Algunos fisiólogos han sugerido que la mejor definición de crecimiento es la auto multiplicación de material viviente, su mismo protoplasma. Esta definición teórica no es práctica porque cómo se puede medir el protoplasma funcional en una planta?
- c. Multiplicación celular. Si se muestrea el organismo, se cuentan células y se trata de estimar la rata de incremento celular, se

puede tener una noción de crecimiento.

- d. Un incremento permanente de volumen. Medidas de incremento de volumen son factibles. Si bien hay algunos problemas, ésta es la mejor definición desde el punto de vista de morfogénesis (51).

Para trabajos de mejoramiento de plantas y obtención de genotipos más eficientes fisiológicamente es más fácil estudiar las correlaciones existentes entre madurez fisiológica, período de llenado del grano y rendimiento (14, 27, 35).

Gorsline (27), halló un coeficiente de correlación de 0,887 altamente significativo entre rendimiento en grano y días a floración femenina, por lo cual propuso este criterio para seleccionar genotipos superiores.

Dalton (13), encontró una regresión positiva entre altos rendimientos y madurez tardía en sorgos de grano. Chase (12), halló una relación positiva entre rendimiento y el número de días de siembra a floración, con humedad equivalente a la cosecha.

Cross (11) observó una correlación fenotípica de 0,81 entre la duración del período de llenado del grano y el rendimiento, mientras que la correlación entre la velocidad de llenado y rendimiento no fué significativa. La correlación entre la duración del período de llenado y el contenido de humedad a la cosecha fue alta ( $r = 0,82$ ).

En un estudio sobre madurez fisiológica y período de llenado del grano, Díaz y Rivera (20) hallaron que las dos terceras partes de la variación entre los rendimientos se podía atribuir al período del llenado de grano ( $r^2 = 73,96\%$ ); por lo cual sugirieron la importancia de aumentar hasta cierto límite el número de días de llenado del grano para obtener altos rendimientos.

## 2.6 Formación de la Capa Negra.

En la región basal del tejido placentar del carpelo y del tejido adyacente del óvulo hay una porción denominada placentochalazal, la cual permanece meristemática por algún tiempo. Es a través de esta región que todos los nutrientes de la planta pueden

pasar para lograr el desarrollo del endosperma y del embrión. En los primeros días del desarrollo del fruto, varias células delgadas comienzan a diferenciarse en el meristemo de la pared del ovario, justamente debajo de la base de los integumentos, formando una lámina de tejidos. Durante 20 días, después de la polinización, se extiende esta lámina a través de la región entera placentochalazal y permanece como un tejido activo con un núcleo grande hasta que el embrión está prácticamente maduro y es entonces cuando se diferencia como un tejido protector que queda entre la región vascular del pedicelo y el endosperma conductor especializado, del cual está separado al principio por una capa de células parenquimatosas largas, de seis a ocho células de espesor (38).

Durante el desarrollo de la semilla, las células de la capa protectora comienzan a extenderse en el plano tangencial. Alrededor de dos semanas antes de alcanzar la madurez fisiológica, las células comienzan a contraerse y se nota una lámina amarilla tenue en esta región. Durante las siguientes dos semanas las células comienzan a compactarse dentro de una estructura de lámina carnosa oscura separada del endosperma por únicamente una banda estrecha de

células comprimidas. A esta lámina oscura se le ha denominado capa negra (38).

Gunn y Christensen (28) hallaron una alta correlación entre los grados de días efectivos a floración y el porcentaje de humedad de las mazorcas en todos los estados de desarrollo. Encontraron también que el primer parámetro dió una determinación relativamente segura del período de siembra a floración en varias localidades y años.

Near (46) propuso el uso de un sistema de índice de madurez relativa basado en el sistema de la Estación Agrícola Experimental de Connecticut (A.E.S.), en la cual una escala numerada arbitrariamente se usa para denotar grupos de madurez.

Backer (6) dijo que cuando el maíz llega a su máximo peso seco se forma una línea negra en la base de cada grano y este hecho indica que el maíz está listo para cosecharse. La capa negra puede desarrollarse sobre un amplio rango de humedad. Sin embargo es usual que aparezca cuando el grano contiene 30% de hu -

edad en condiciones normales.

Schaw y Loomis (54) llamaron madurez fisiológica al tiempo en el cual se obtuvo el máximo peso seco de grano y donde el cultivo pierde agua con un mínimo de cambio químico.

Schaw y Thom (55), definieron madurez como el tiempo en el que se alcanza el máximo peso seco y concluyeron que el tiempo promedio de floración a madurez fisiológica fué muy constante (50-52 días). Para ellos, una de las dificultades para utilizar el máximo peso seco es el hecho que éste es un valor absoluto, no un valor porcentual o relativo y depende del tamaño de las mazorcas. Para obviar esta dificultad propusieron la relación de peso seco.

$$R = \frac{\text{Peso seco del grano}}{\text{Peso seco total de la mazorca}}$$

Cuando esta relación llega a ser constante, puesto que la tusa alcanza su máximo peso seco primero, se puede asumir que el peso del grano es constante.

Johnson y Tanner (35), desarrollaron una técnica para

calcular la rata y duración de la acumulación de materia seca en el grano de maíz, basado en un análisis de regresión del rendimiento sobre el tiempo.

Daynard (15), encontró que el 80% de la diferencia entre los híbridos incluidos en su trabajo, fué directamente atribuible a diferencias en el período de llenado del grano, determinado por un análisis de regresión lineal, mientras únicamente el 15% de tales diferencias de rendimiento se explicó por diferencias en la rata de formación del grano.

Daynard y Duncan (14), indicaron que la capa negra se desarrolla en tres días o menos y que esta aparición coincide con el alcance de máximo peso seco del grano. Observación semejante fué hecha por Carter y Poneleit (8). Además se encontró que el período del llenado del grano estaba influenciado por la temperatura.

Hillson y Penny (33), investigando diferencias entre líneas endogámicas de maíz, encontraron que existía diferencias significativas entre cruzamientos, en la velocidad de pérdida de humedad y

en el contenido de humedad en cada fecha de muestreo. Indicaron además que la característica de la duración del período de llenado del grano era altamente heredable, mientras que Hallauer y Russell (29) en un estudio que tomó tres años hallaron que la madurez definida como el tiempo promedio entre floración y máximo peso seco del grano, fué estimada como aproximadamente de 60 días y el promedio de humedad del grano en la maduración de 36,4%, haciendo énfasis en que el sólo contenido de humedad, no debería considerarse como una verdadera indicación de madurez para casos específicos. Sugirieron que no había respuesta heterótica involucrada en la herencia de este hecho.

Para Kiesselbach y Walker (38), la época de floración es el tiempo más significativo para establecer un punto base para la madurez del maíz.

Gamble (24), prefiere el uso del sistema OCHU (Ontario Corn Heat Unit) como índice de madurez, ya que considera que la capa negra como punto final introduce variabilidad adicional.

Daynard (18), estudió la relación entre porcentaje de humedad del grano y el desarrollo de la capa negra y examinó el efecto del ambiente sobre la amplitud del intervalo desde la siembra hasta la floración o formación de capa negra del maíz. Para los híbridos sembrados en junio la capa negra se desarrolló prematuramente a una humedad del grano de 39 a 42%, como consecuencia aparente del tiempo frío durante la primera semana de desarrollo de la capa negra.

Daynard, Tanner y Dungan (16) anotaron que la duración efectiva del período de llenado de grano no fué afectada por la densidad de población. Hallaron que en el maíz existía potencial significativo para altos rendimientos de grano a través de la extensión genética de la longitud en el período de llenado del grano, ya que una porción de las diferencias entre genotipos de maíz puede ser directamente atribuible a diferencias en la longitud del período efectivo de llenado del grano.

Troyer y Brown (62) seleccionando para floración precoz en siete sintéticos, hallaron que dicha selección durante períodos críticos

ambientales fué efectiva para adaptar materiales a altas densidades de siembras. Encontraron también que los días a floración median en forma inversa la longitud del período de llenado del grano.

Makonner y Bauman (41), hallaron que la capa negra, como indicador de madurez fisiológica, se formó al mismo tiempo en el maíz opaco dos y su contraparte normal, coincidiendo con el máximo peso seco de grano.

Datos de varios trabajos (30) indican que todos los cambios en peso en una planta de maíz, después de la floración, ocurre esencialmente en el grano.

Hanway y Russell (31) estudiaron 11 híbridos de maíz para determinar la materia seca en las diferentes partes de la planta y hallaron que la rata diaria de acumulación de materia seca fué similar para todos los híbridos y las bajas temperaturas, después de floración, dieron una rata más lenta de incremento de peso seco.

Díaz (21) subdivide el período de llenado de grano en tres etapas:

Período 1: Desde floración femenina al comienzo del llenado del grano.

Período 2: Desde el comienzo del llenado del grano hasta el punto de corte entre las dos curvas de crecimiento paja/grano.

Período 3: Desde el punto de corte hasta la madurez fisiológica.

Duncan y Halfield (22) desarrollaron un método de muestreo en una mazorca como parte de un estudio de efectos ambientales sobre el crecimiento del maíz. Los granos de la misma mazorca se remueven, secan y pesan periódicamente a través del período del llenado del grano, para evitar la variabilidad existente entre plantas.

Dessureaux y Brink (19) registraron que de las cuatro líneas endocriadas de maíz, basadas en selección por precocidad, incluidas en su estudio, las tres primeras maduraron en 61 días aproximadamente, mientras que una línea tardía, de lenta maduración, estuvo translocando materia seca activamente a los 68 días.

Milles (43), en un estudio por varios años, encontró que las variedades tardías usualmente requieren más días después de floración que las precoces:

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Materiales.

Las variedades parentales utilizadas en este trabajo son nativas de Colombia y México y adaptadas a alturas superiores a 2.000 metros sobre el nivel del mar.

El experimento se realizó en el Centro Experimental Tibaitatá (Mosquera-Cundinamarca) situado a una altura de 2.550 m.s.n.m. con una temperatura promedio de 14° centígrados, latitud N 4°42' longitud W 74°12'. Esta investigación se llevó a cabo en 1977.

Se utilizaron los siguientes materiales:

Cundinamarca 431, Cacahuacintle, ICA H556 (Cun. 431 x Cacahuacintle), Cacahuacintle x Cun. 431, balanza de precisión, estufa.

Los maíces utilizados poseen las siguientes características:

Cundinamarca 431 es una variedad de la raza Sabanero,

adaptada a alturas superiores a los 2.200 metros. Posee en promedio 11 hojas anchas y cortas, con altura de planta de 1,77 mts., altura de mazorca superior de 0,84 mts. y 1,20 mazorcas por planta, y rendimiento de 3.700 kg./Ha.

Cacahuacintle se ha considerado como una raza introducida de América del Sur. Se adapta a elevaciones entre 2.200 y 2.800 mts. de altura. Sus plantas tienen una altura de 2 mts. aproximadamente, con la mazorca superior localizada a 0,86 mts. y 11 hojas en promedio. Posee 1,12 mazorcas por planta y rendimiento de 5.800 kg./Ha.

ICA H556 es el híbrido varietal obtenido por el cruzamiento de las dos variedades anteriormente descritas, con 1,14 mazorcas por planta, 11,2 hojas, alturas de planta y mazorca superior de 2,15 y 1,00 metros, respectivamente.

El cruzamiento recíproco de Cacahuacintle x Cun. 431 tiene una altura de planta de 2,08 mts., de mazorca superior de 1,02 mts., 12,5 hojas y 1,30 mazorcas por planta.

### 3.2 Metodología.

ICA H556, híbrido varietal precoz para clima frío, su recíproco y sus dos progenitores, se sembraron en el Centro Experimental Tibaitatá a las siguientes densidades de siembra: 40.000 - 45.000 - 50.000 - 55.000 - 60.000 plantas por hectárea en un diseño de parcelas divididas, con variedades como parcela principal y densidad de planta como subparcelas, con cuatro replicaciones y seis surcos por tratamiento.

Las prácticas de cultivo fueron las mismas que se llevan a cabo por el Programa de Maíz en dicho Centro así: para el control de malezas e insectos del suelo, se aplicó una mezcla de Triasol 80 M con Aldrex 2, en proporción de 2 kg. y 5 lts. respectivamente, disueltos en 400 litros de agua, para aplicar en una hectárea.

Cuando el maíz tuvo una altura aproximada de 50 cms. se le aplicó abono 10-30-10 a razón de 200 kg. por hectárea y se aplicó inmediatamente después de esta aplicación. El tipo de suelo en donde se realizó el ensayo pertenece a la serie Tibaitatá con abundan-

te materia orgánica, fertilidad de moderada a alta y textura franco-arcilloso.

### 3.3 Caracteres Medidos.

Las medidas tomadas en las plantas del campo fueron las siguientes:

#### a. Morfológicas en el campo.

1. Para los estudios de madurez fisiológica y período de llenado del grano a partir de la antesis. Cada 15 días se tomaron muestras de cinco mazorcas de los cuatro surcos centrales de cada parcela. Las mazorcas se dividieron en capacho, tusa y grano (desde la época de su formación). Las partes separadas se pesaron y luego colocaron en la estufa a 110° centígrados hasta obtener peso constante, a fin de lograr el valor del peso seco. Se continuó el proceso hasta obtener la aparición de la capa negra y la máxima acumulación de peso seco en el grano.

2. **Número de hojas.** De cada parcela se tomaron 10 plantas en competencia para efectuar el conteo del número de hojas verdes, desde la base hasta el ápice de la planta.
3. **Proliferación.** En 20 plantas en competencia de cada parcela, se contó el número de plantas con la mazorca principal proliferada; es decir, aquellas plantas que presentaron más de una mazorca normal o anormalmente desarrollada, emergiendo del mismo pedúnculo.
4. **Porcentaje del volcamiento.** En el momento de la cosecha se hizo un estimativo de las plantas que presentaban acame o volcamiento, considerando como tales aquellas cuyo eje se desviaba de la vertical  $30^\circ$  o más.

b. **Genéticas en el campo.**

1. **Rendimiento.** El rendimiento se estimó por la cosecha de dos surcos de cada parcela.
2. **Altura de planta.** Se tomó este dato desde el nivel del

suelo hasta la parte superior de la espiga a 10 plantas en competencia tomadas al azar, cuando estaban completamente maduras.

3. Altura de la mazorca superior. Se midió desde el nivel del suelo hasta el nudo donde empieza la inserción de la mazorca superior en las mismas plantas usadas para medir su altura.
4. Número de mazorcas por planta. Se estimó en base al número total de mazorcas y de plantas de los dos surcos cosechados.
5. Floración femenina. Número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando las plantas presentaban aproximadamente un 50% de emergencia de cabello.

#### 3.4 Análisis Estadístico.

El ensayo de rendimiento se sembró en un diseño experimental de parcelas divididas con 20 tratamientos y cuatro repeticiones.

Se utilizó el sistema de siembra a chorrillo con los surcos separados 90 cms. y el siguiente número de plantas por surco; 29, 33, 37, 41, y 45 espaciadas uniformemente en una distancia de 9 mts., lo cual da densidad de población entre 40.000 y 60.000 plantas por hectárea.

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente por medio de análisis de varianza y de regresión. Igualmente se obtuvo correlación entre pares de características para determinar qué relación existía en los caracteres estudiados.

### 3.5 Ambiente.

Es de anotar que durante este año se presentó una helada el día 23 de agosto, en donde la temperatura descendió a  $-3^{\circ}\text{C}$  durante un período de dos horas, lo cual incidió en los rendimientos. Además el día 3 de octubre, pocos días antes de la cosecha, hubo un fuerte viento huracanado el cual hizo acentuar el volcamiento en las poblaciones en estudio.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Acumulación de peso seco.

El peso seco en porcentaje de la mazorca, tusa, capacho y grano, en las diferentes épocas de cosecha, se presentan en las Tablas 1 y 2.

Las mazorcas cosechadas el día 23 de agosto y los muestreos subsiguientes presentaron las siguientes características: una reducción en el peso húmedo de la mazorca, granos chupados por pérdida rápida de agua y cese de formación de granos en aquellas mazorcas que no habían sido fecundadas completamente, lo cual nos lleva a pensar que el rendimiento se redujo considerablemente en todos los materiales en estudio. Las condiciones ambientales que prevalecieron en Tibaitatá se presentan en la Tabla 3.

La Tabla 4 muestra el peso seco en gramos de las diferentes partes de la mazorca en madurez fisiológica, además de la floración femenina y los días a la formación de la capa negra.

TABLA 1. Peso seco promedio (%) de tusa, capacho y total en ICA H556, sus padres y su recíproco (Tibaitatá, 1977).

Genotipo	Planta/Ha. Miles	% peso seco tusa capacho y total a los siguientes días después siembra											
		119			133			147			161		
		(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Cun. 431	40	9,14	1,83	10,97	10,09	2,51	12,60	10,93	2,34	13,27	18,13	1,43	19,56
	45	9,20	1,63	10,83	10,30	2,01	12,31	11,16	2,03	13,19	17,88	1,47	19,35
	50	9,24	1,36	10,60	10,03	1,84	11,87	10,60	2,07	12,67	18,64	1,02	19,66
	55	9,38	1,58	10,96	10,32	2,29	12,61	10,58	2,37	12,95	17,82	1,23	19,05
	60	8,90	2,09	10,99	9,80	2,33	12,13	10,74	2,34	13,08	17,34	1,63	18,97
ICA H556	40	10,60	1,31	11,91	11,83	1,63	13,46	11,41	2,26	13,67	16,98	1,62	18,47
	45	11,44	0,78	12,22	10,00	2,12	12,12	11,21	1,79	13,00	14,72	1,31	17,99
	50	11,40	0,85	12,25	10,25	2,05	12,30	12,19	2,17	14,36	14,68	1,74	16,96
	55	10,74	1,10	11,84	9,92	1,91	11,83	11,83	2,10	13,93	13,39	1,93	16,86
	60	10,30	1,39	11,69	11,02	2,11	13,13	11,49	2,05	13,54	14,01	2,05	15,38
Cacah. x Cun. 431	40	10,28	0,96	11,24	9,50	2,09	11,59	11,03	2,07	13,10	15,84	1,37	17,21
	45	10,04	1,01	11,05	9,33	2,20	11,53	10,23	2,18	12,41	16,87	1,03	17,90
	50	10,67	1,10	11,77	10,10	2,06	12,16	11,48	2,10	13,58	16,40	2,30	18,70
	55	9,46	1,76	11,22	10,07	2,07	12,12	10,48	2,15	12,63	15,73	1,31	17,04
	60	10,03	1,23	11,26	10,40	2,52	12,92	11,02	2,31	13,33	16,62	1,05	17,67
Cacahuacintle	40	10,47	1,13	11,60	10,68	1,93	12,61	11,95	2,05	14,00	16,85	1,28	18,26
	45	11,12	0,98	12,10	10,98	2,20	13,18	11,04	2,40	13,44	16,68	2,00	16,62
	50	9,15	1,75	10,90	9,47	2,17	11,64	10,68	3,35	13,03	15,22	1,60	16,28
	55	11,05	0,98	12,03	9,55	2,20	11,75	10,58	1,96	12,54	14,93	2,03	15,42
	60	10,66	0,83	11,49	10,16	1,85	12,01	10,90	2,10	13,00	13,33	2,71	16,72

\* (1) Peso seco tusa  
 (2) Peso seco capacho  
 (3) Peso seco total

TABLA 2. Peso seco promedio (%) de tusa, capacho y grano en ICA H556, sus padres y su recíproco a diferentes densidades de siembra (Tibaitatá, 1977).

Genotipo	Plantas/Ha. miles	% peso seco tusa, capacho, grano a los siguientes días después siembra								
		*(1)			(2)			(3)		
		(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
		175			189			203		
Cun. 431	40	24,42	1,17	28,29	27,64	1,57	42,62	36,81	1,33	56,70
	45	24,80	1,01	27,85	29,16	1,79	40,92	33,94	1,38	53,68
	50	23,96	1,00	26,93	29,02	1,56	42,46	37,37	1,37	55,30
	55	24,66	1,41	28,76	27,96	1,65	43,70	35,34	1,31	56,87
	60	23,37	1,02	27,18	28,05	1,59	42,61	36,32	1,81	56,24
ICA H556	40	25,19	0,95	25,66	27,12	1,76	33,02	32,79	1,87	49,22
	45	23,93	1,33	26,43	23,30	1,31	25,76	30,51	1,50	45,42
	50	23,36	0,87	24,07	26,64	1,26	29,17	31,07	1,45	45,03
	55	23,21	0,79	29,41	24,90	1,50	28,34	29,32	1,69	46,10
	60	25,07	0,73	26,70	27,74	1,90	33,64	33,51	1,69	48,65
Cacah. x Cun. 431	40	22,58	1,06	27,96	25,55	1,81	32,69	34,13	1,70	48,38
	45	23,05	0,72	26,44	29,56	0,56	36,02	31,65	1,63	43,82
	50	23,45	0,87	24,90	25,99	1,59	33,26	34,13	1,55	47,91
	55	26,54	1,56	29,07	26,98	1,72	33,55	32,98	1,62	48,26
	60	24,69	1,77	25,81	26,93	1,68	35,28	31,36	1,79	46,80
Cacahuacintle	40	25,42	1,24	26,79	27,24	1,84	34,19	32,88	1,70	50,30
	45	25,30	0,98	25,69	27,40	1,58	33,10	32,37	1,42	48,20
	50	24,52	1,46	26,05	25,96	1,54	32,26	32,99	1,48	47,26
	55	24,35	1,20	27,44	28,43	0,97	33,59	31,80	1,51	48,21
	60	22,74	0,90	25,18	27,30	1,62	33,48	21,05	2,15	47,36

- \* (1) Peso seco tusa  
 (2) Peso seco capacho  
 (3) Peso seco grano

**TABLA 3. Condiciones ambientales prevalentes en el Centro Experimental Tibaitatá durante 1977. Municipio Mosquera, Departamento Cundinamarca, latitud: N 4°42' Longitud: W 74°12' Altura 2.550 m.s.n.m.**

Mes	Temp. Media oC	Humedad relativa %	Brillo sol Horas	Precipitación mm.	Evaporación mm.
Enero	11,6	71	236	2,5	121,2
Febrero	12,0	77	163	7,9	97,9
Marzo	13,4	79	156	54,3	110,2
Abril	12,8	81	166	42,6	82,4
Mayo	12,6	85	98	24,8	78,2
Junio	12,5	77	132	22,3	75,4
Julio	12,4	77	142	38,8	89,2
Agosto	12,1	79	157	35,8	85,8
Septiembre	12,5	79	159	97,7	111,7
Octubre	12,7	84	137	103,8	85,4
Noviembre	12,4	83	140	73,4	78,8
Diciembre	12,4	81	198	29,3	109,4
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>12,4</b>	<b>79</b>	<b>1.887 157</b>	<b>538,2 44,8</b>	<b>1.125,6 93,8</b>

TABLA 4. Peso seco (gramos) de las diferentes partes de la mazorca en madurez fisiológica y días a floración femenina y formación de capa negra en los genotipos estudiados (Tibaitatá, 1977).

Genotipos	Plantas/Ha. miles	Peso seco total	Peso seco tusa	Peso seco capacho	Peso seco grano	Floración femenina	Días a formación capa negra
Cun. 431	40	55,0	12,1	1,0	42,0	126	189
	45	54,8	12,8	1,0	40,9	125	189
	50	52,8	12,2	1,0	39,6	126	189
	55	54,0	11,4	1,0	41,6	126	189
	60	48,9	10,2	1,2	37,4	126	193
ICA H556	40	94,6	27,5	2,5	64,7	120	192
	45	115,2	29,4	2,7	83,0	119	192
	50	113,8	32,0	2,6	79,3	120	192
	55	104,4	23,2	2,9	78,4	121	192
	60	105,4	27,0	2,6	75,8	121	194
Cacahuacintle	40	85,4	23,1	2,0	60,2	119	191
	45	84,3	21,1	1,8	61,5	115	191
	50	90,3	23,8	2,0	64,4	116	191
	55	80,6	20,7	1,8	58,0	115	191
	60	76,6	20,5	2,4	53,6	119	193
Cacah. x Cun. 431	40	93,9	23,6	2,4	67,9	121	192
	45	79,5	23,6	2,0	53,9	121	192
	50	89,4	24,2	2,0	63,2	121	192
	55	100,4	27,9	2,4	70,2	122	192
	60	85,8	23,8	2,2	59,8	122	196
Promedio general		83,3	21,5	2,0	59,8	121	192

En las Figuras 1 y 2 se muestra la evolución del porcentaje de peso seco de tusa más capacho y grano para los genotipos en estudio a una densidad de 40.000 plantas por hectárea.

La Figura 3 indica las variaciones sufridas en el peso seco total de la mazorca a diferentes densidades de siembra. En dicha gráfica se observa cómo en la variedad Cun. 431 decrece el peso seco total de la mazorca a medida que se incrementa la densidad de siembra, mientras que Cacahuacintle sufre inicialmente una elevación de su peso promedio, lo cual podría indicar que resiste una mayor densidad inicial, para luego decrecer levemente.

En el ICA H556 su peso osciló con la densidad, dando el mayor peso a 45.000 plantas por hectárea; tendencia semejante tuvo el cruzamiento recíproco, aunque menos marcada.

Las Figuras 4 a 11 nos muestran el desarrollo de los granos en los genotipos en estudio a las densidades mínimas y óptimas de plantas por hectárea.

Se observa que hubo un decrecimiento en el peso de los

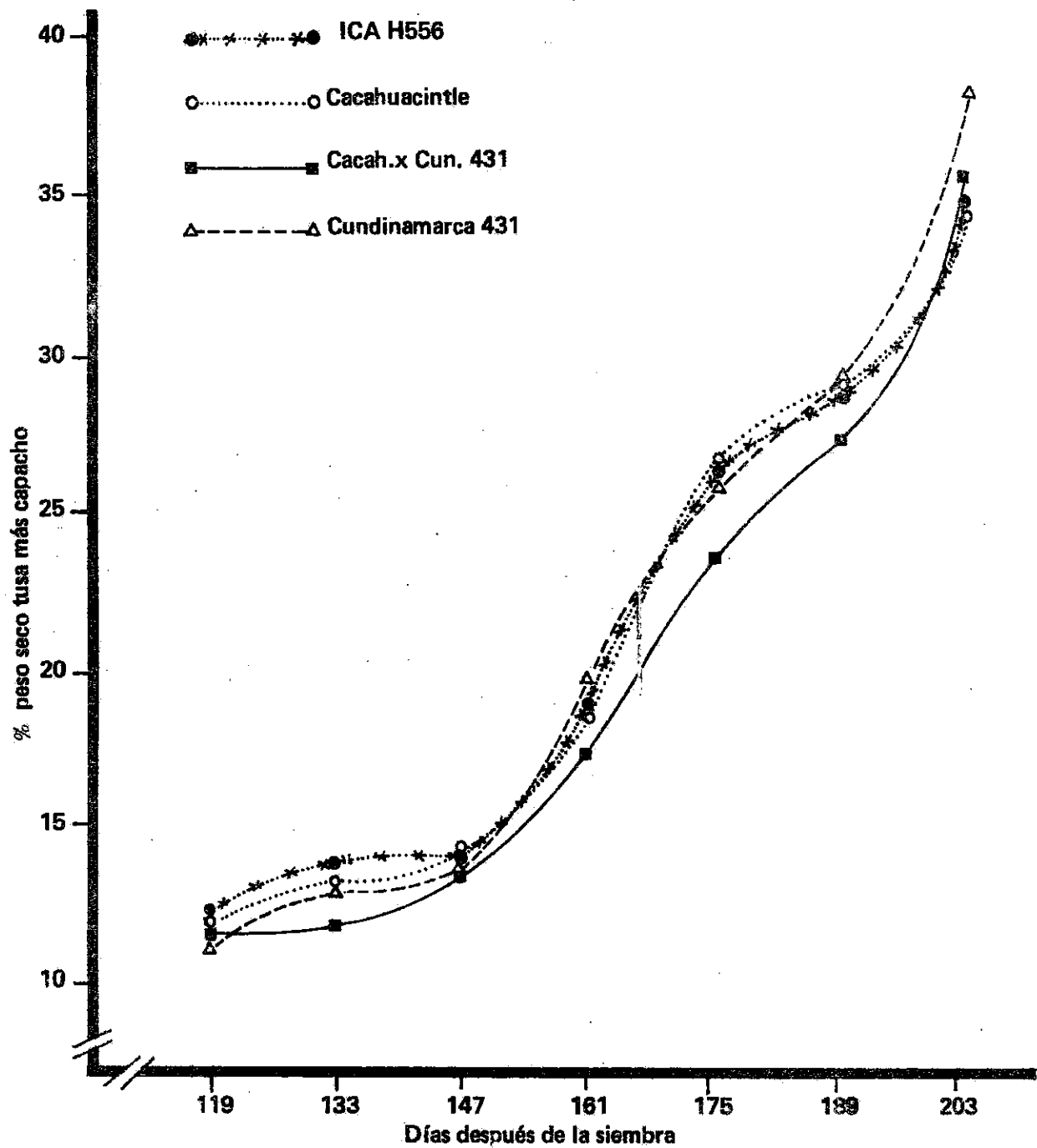


FIGURA 1. Evolución del porcentaje de peso seco de la tusa y capacho en el ICA H556, sus padres y recíproco a una densidad de 40.000 plantas/ha. Tibaitatá 1977.

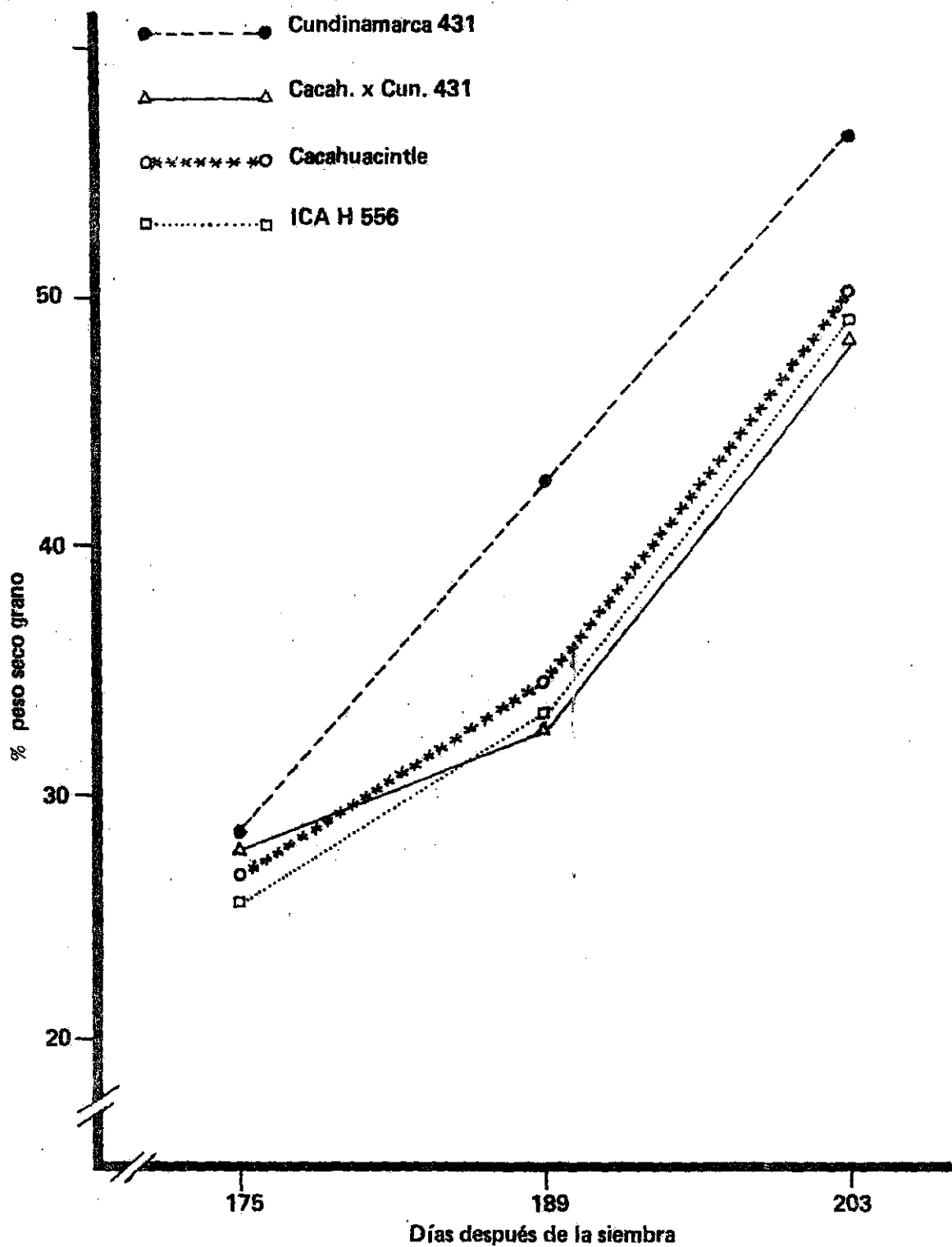


FIGURA 2. Evolución del porcentaje de peso seco del grano en el ICA H 556, sus padres y recíproco a una densidad de 40.000 plantas/ha. Tibaitatá 1977.

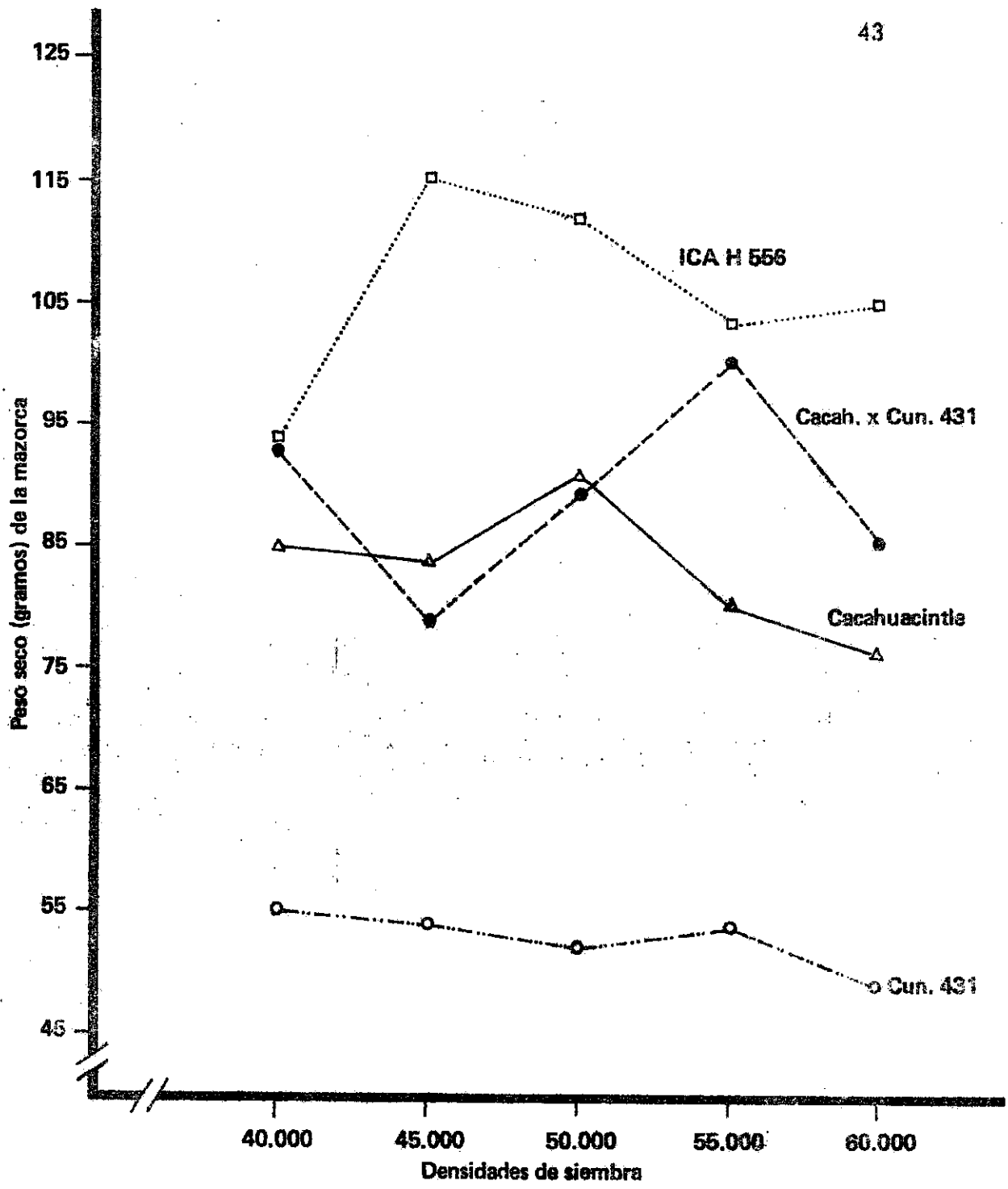
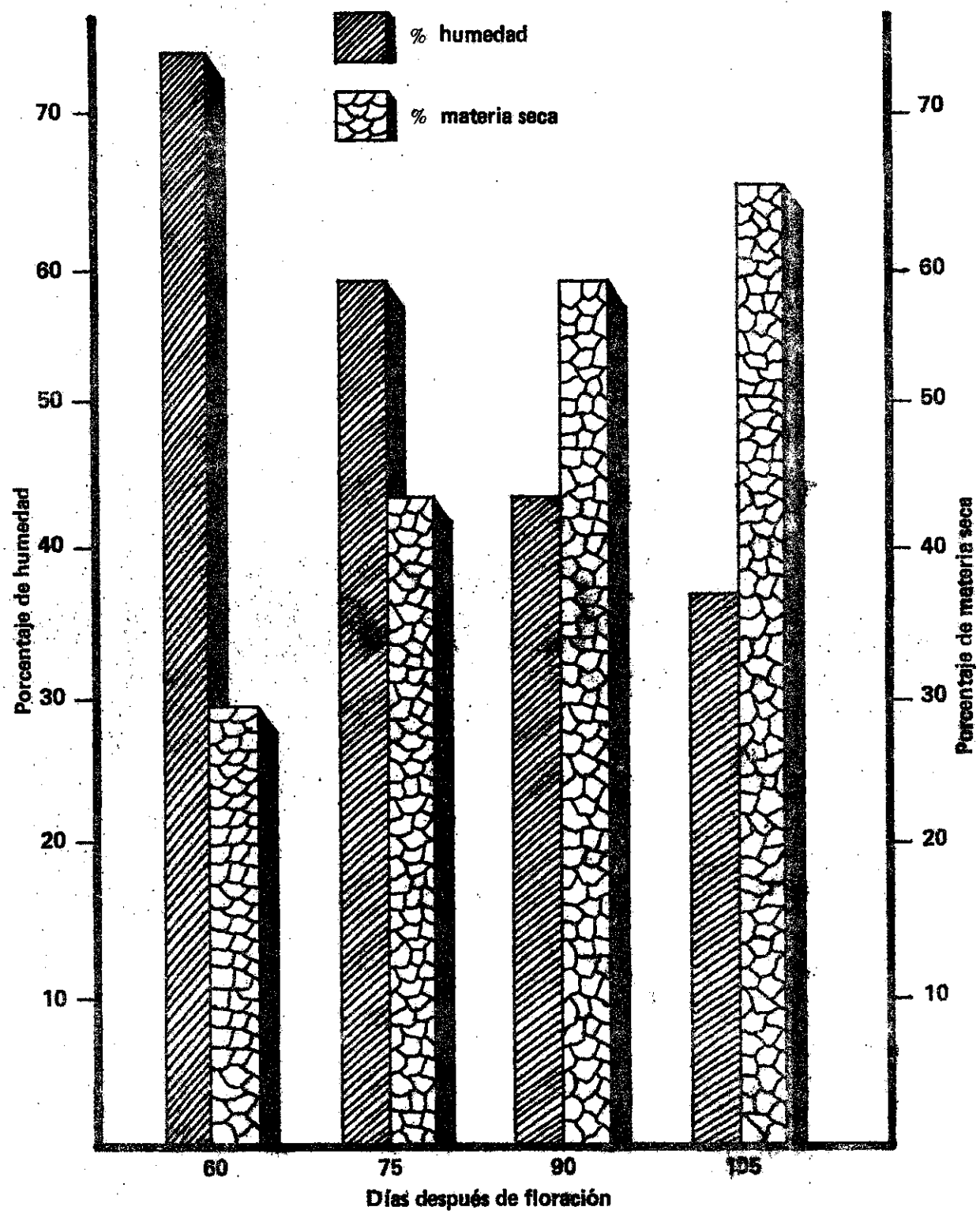
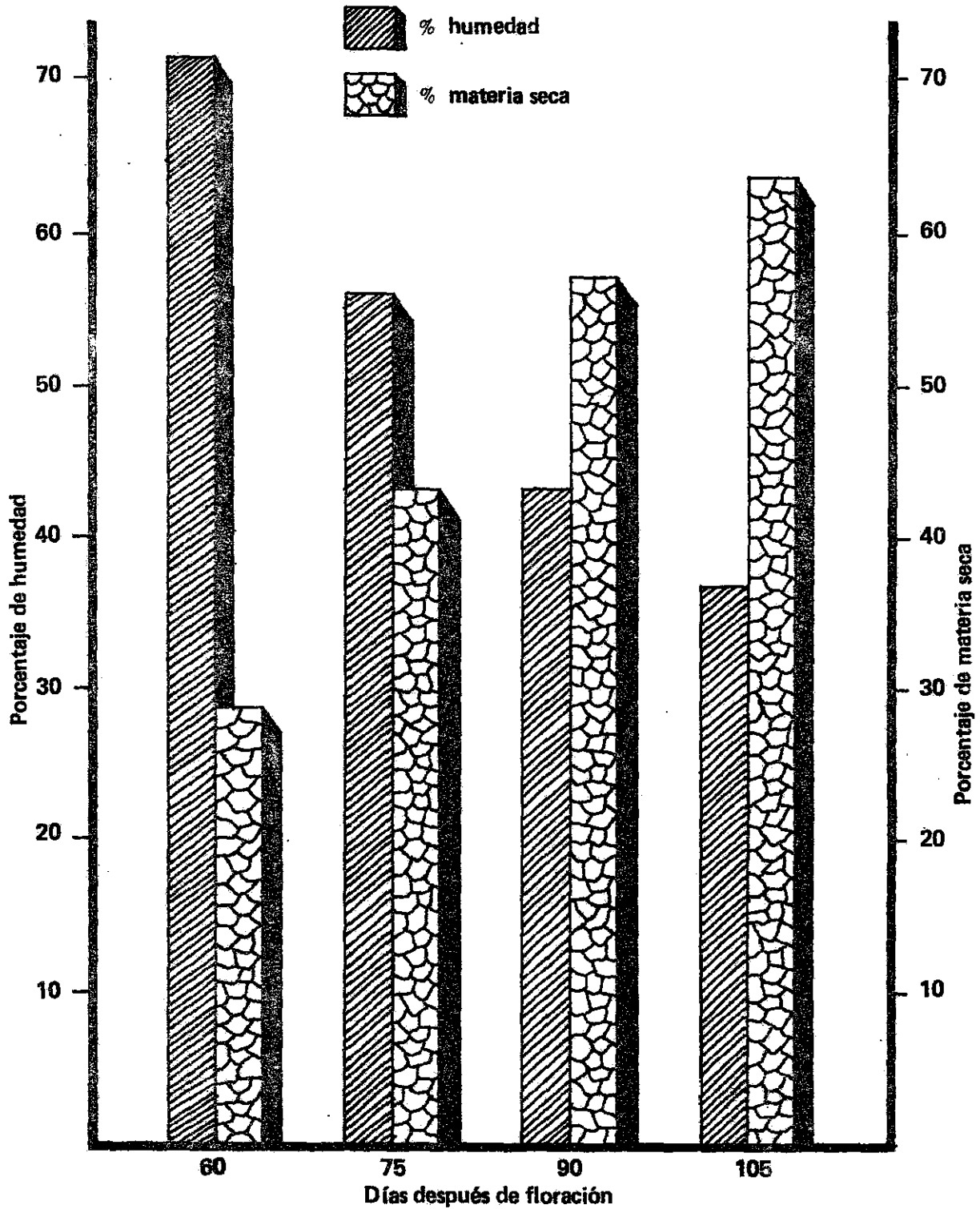


FIGURA 3. Variaciones del peso seco total de la mazorca en el ICA H 556, sus padres y recíproco a las diversas densidades de siembra en madurez fisiológica. Tibaitatá 1977.



**FIGURA 4.** Desarrollo del grano después de floración de Cun. 431 a una densidad de 40.000 plantas/ha. Tibaitatá 1977.



**FIGURA 5.** Desarrollo del grano después de floración del Cun. 431 a la densidad óptima de población (55.000 plantas/ha.) Tibaitatá 1977.

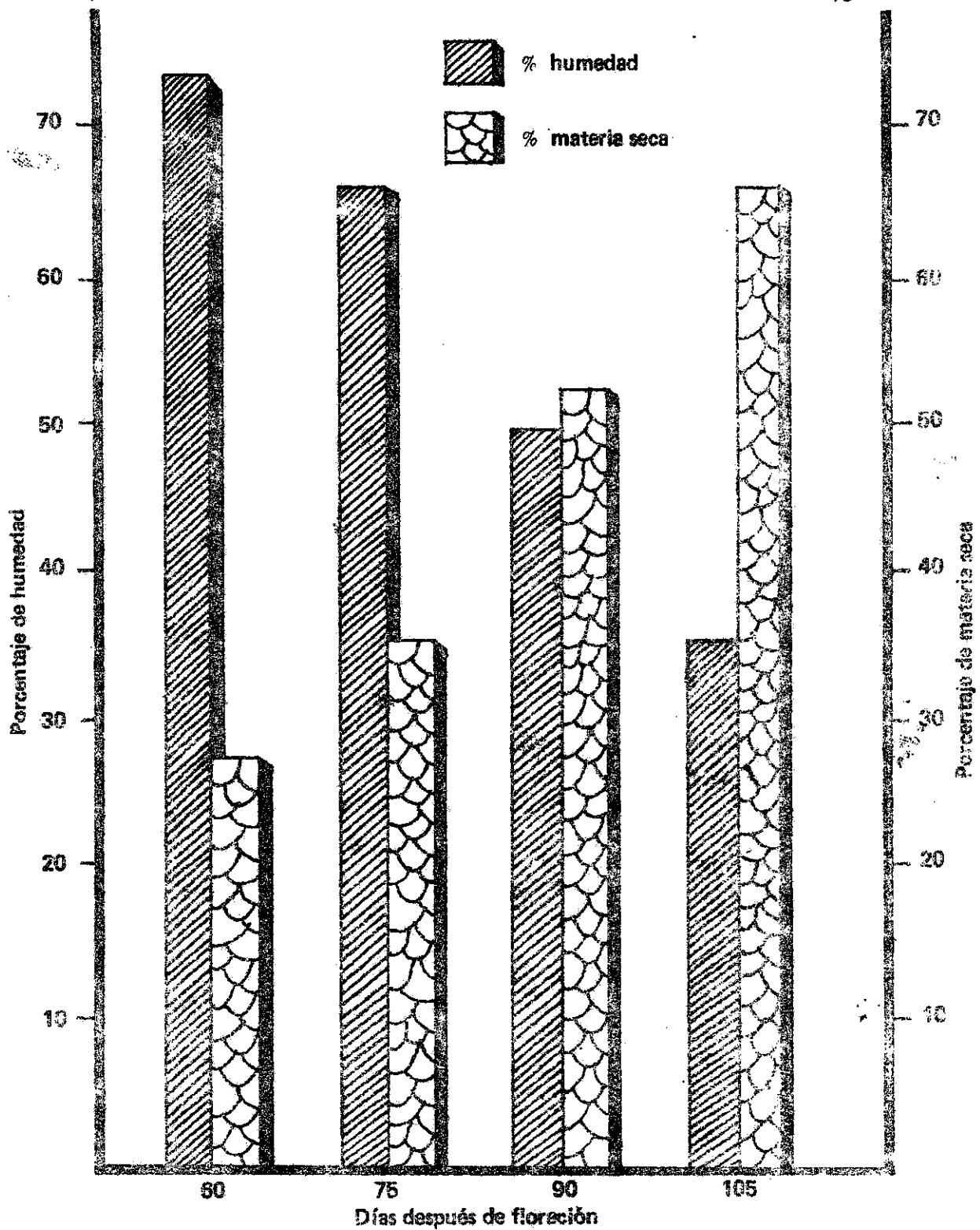
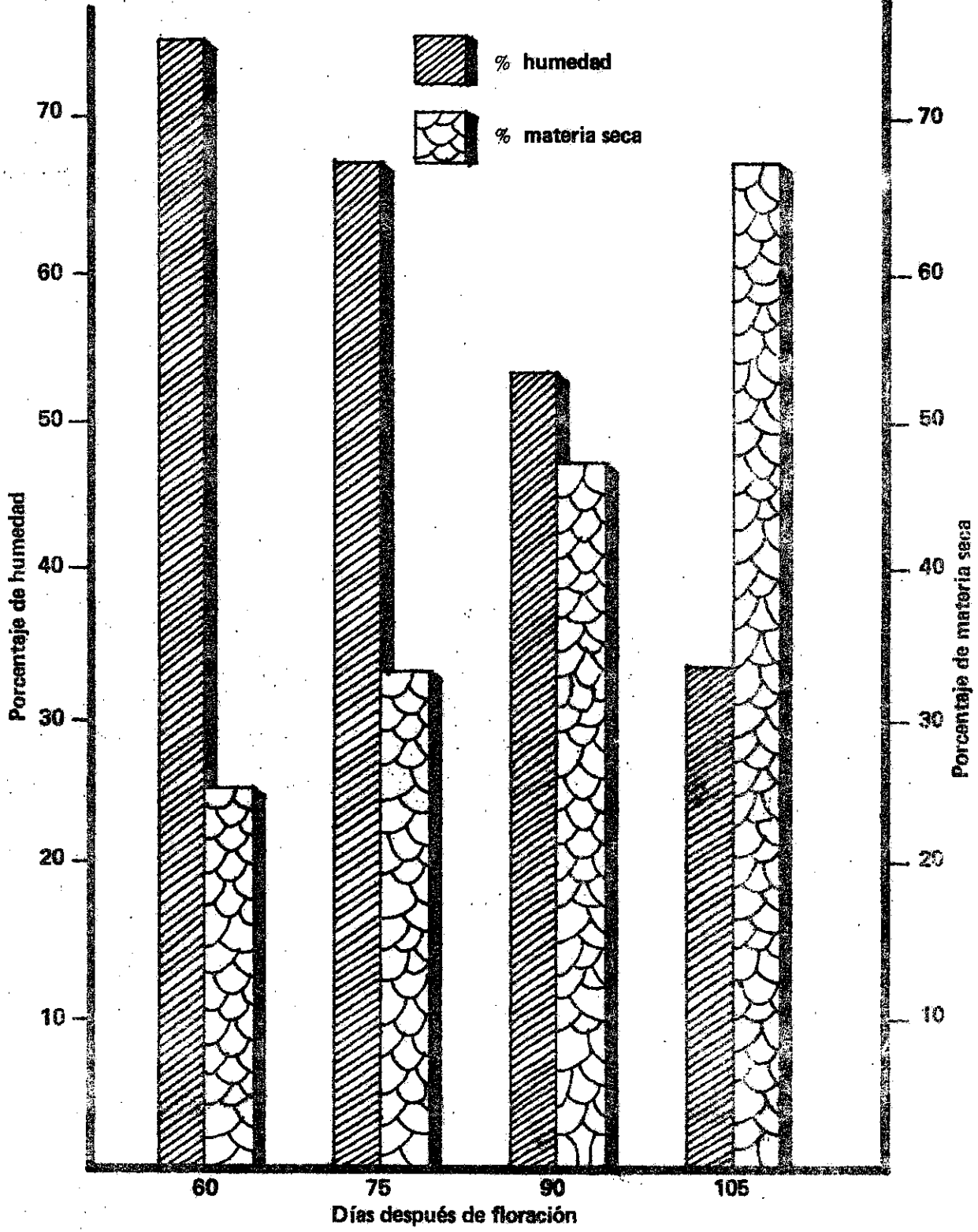
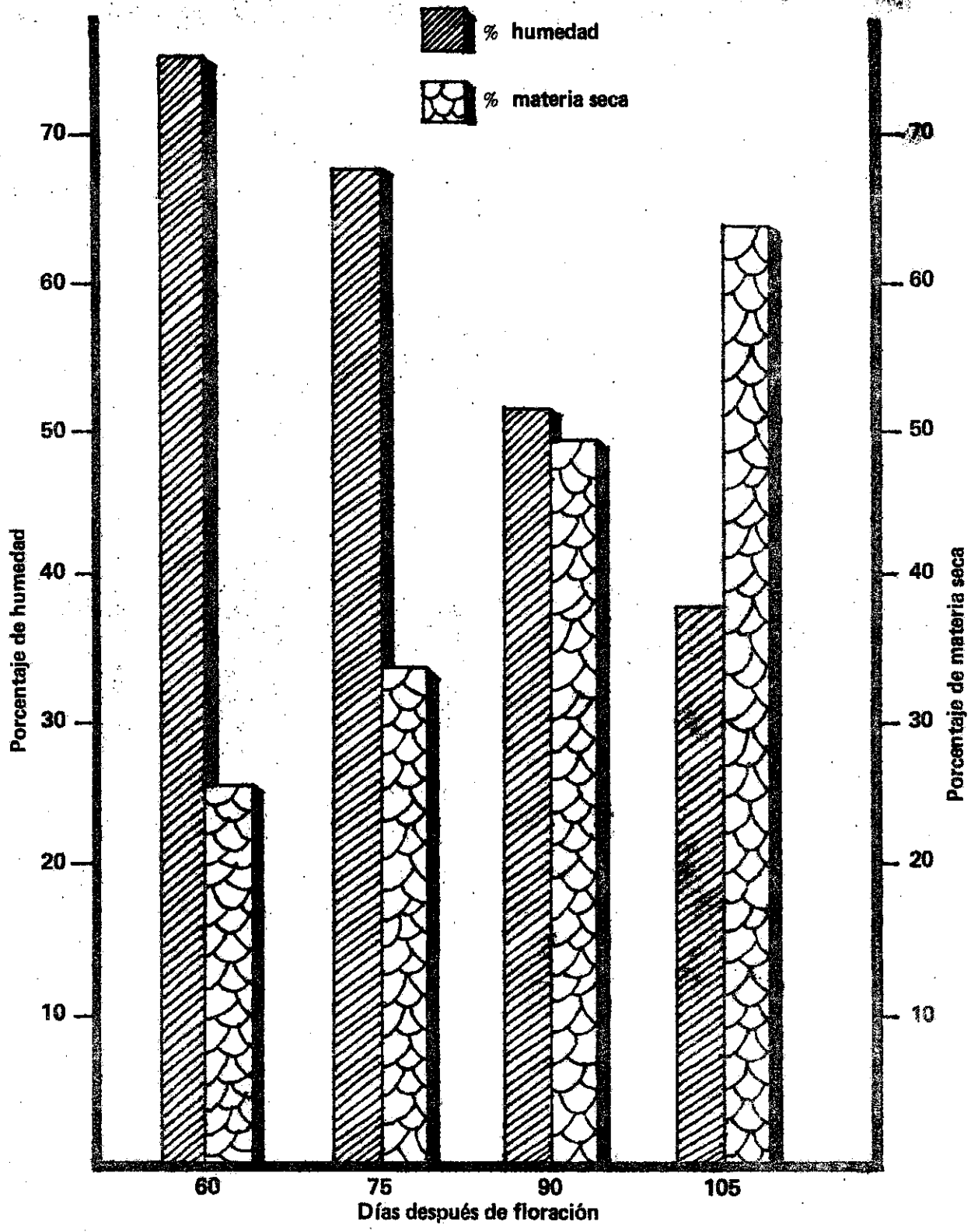


FIGURA 6. Desarrollo del grano después de floración del Cacahuacintle a una densidad de 40.000 plantas/ha. Tibaitatá 1977.



**FIGURA 7.** Desarrollo del grano después de floración del Cacahuacintie a la densidad óptima de población (60.000 plantas/ha.) Tibaitatá 1977.



**FIGURA 8.** Desarrollo del grano después de floración del ICA H 556 a una densidad de 40.000 plantas/ha. Tibaitatá 1977.

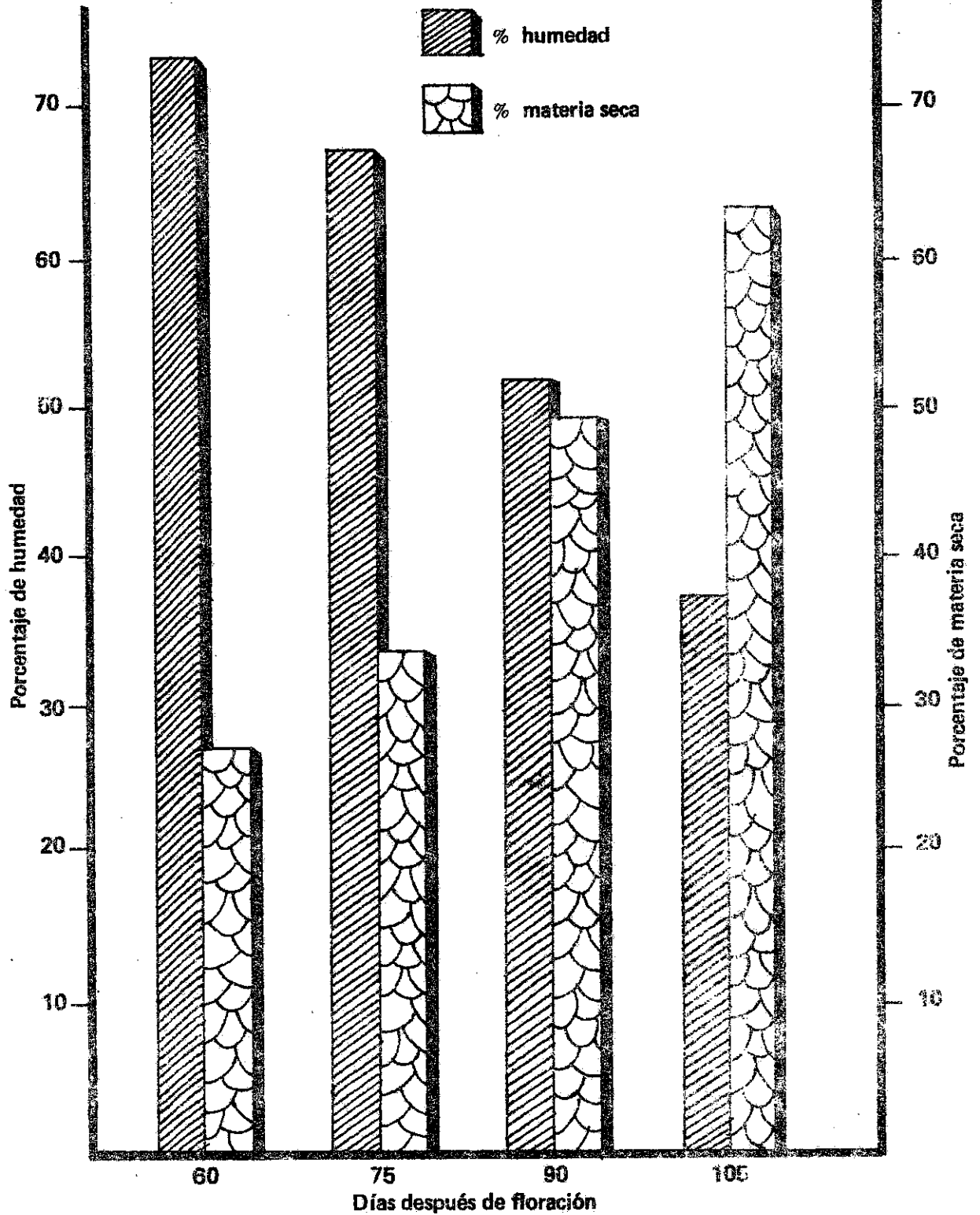


FIGURA 9. Desarrollo del grano después de floración del ICA H 536 a la densidad óptima de población (60.000 plantas/ha.) Tibaitatá 1977.

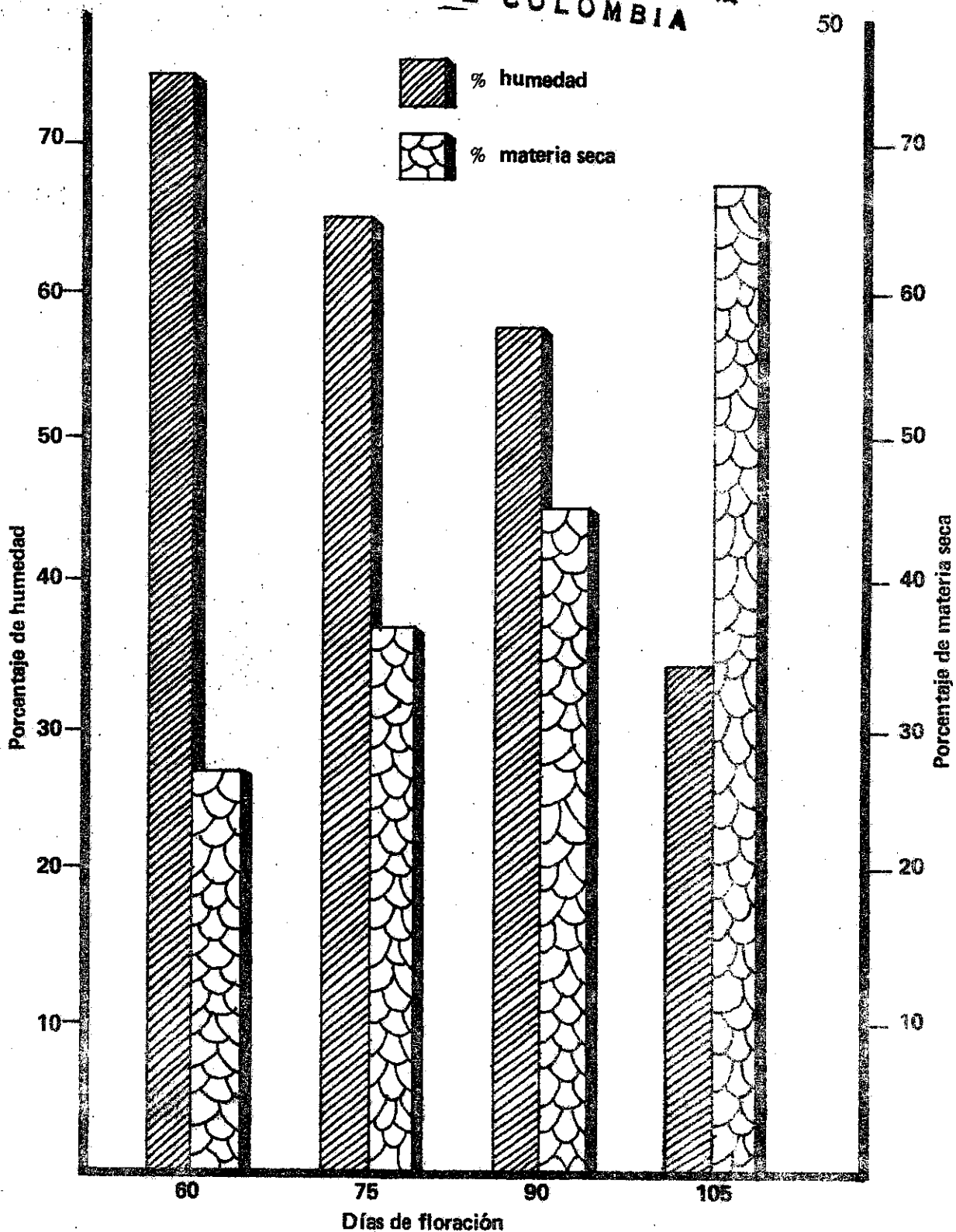


FIGURA 10. Desarrollo del grano después de floración de Cacah. x Cun. 431 a una densidad de 45.000 plantas/ha. Tibaitatá 1977.

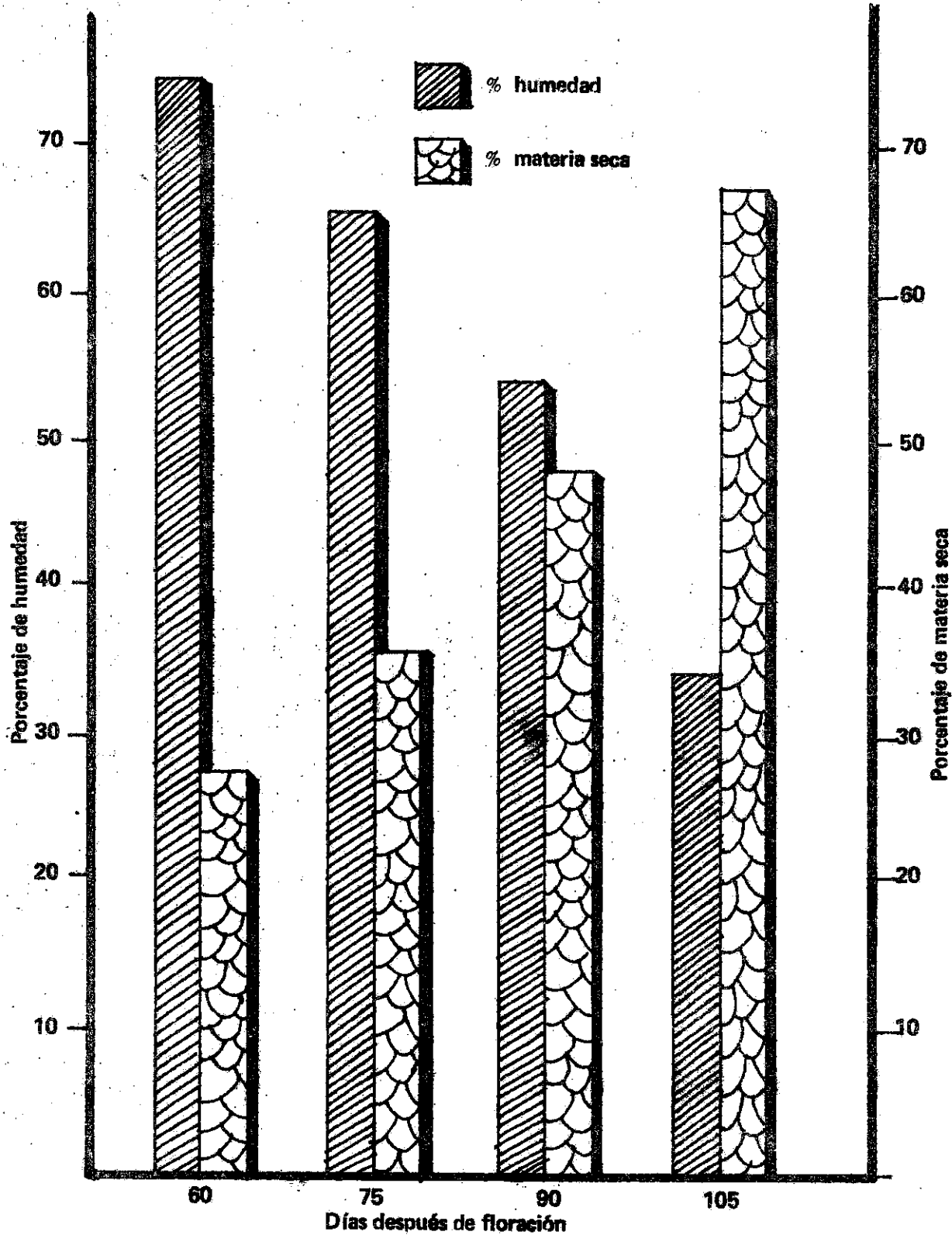


FIGURA 11. Desarrollo del grano después de floración de Cacah. x Cun. 431 a la densidad óptima de población (60.000 plantas/ha.) Tibaitatá 1977.

granos de la mazorca a medida que se aumentaba la densidad de población, siendo menos notorio en Cun. 431, el cual perdió 4,6 gramos por planta al pasar la población de 40.000 a 60.000 plantas por hectárea.

Estos resultados están de acuerdo con lo obtenido por varios investigadores (9, 10, 60, 63).

Cacahuacintle presentó una tendencia a un incremento lineal en su peso seco de grano de 40.000 a 50.000 plantas por hectárea, para luego decrecer a las siguientes densidades. Esto parece indicar que este material resiste más altas densidades que Cun. 431.

En cuanto a ICA H556 aumentó su peso entre 40.000 a 45.000 plantas por hectárea, obteniéndose a esta densidad su máximo peso. Luego decreció lentamente, siendo el valor del peso seco a las 60.000 plantas por hectárea superior al obtenido a la densidad de 40.000.

Allison (4) encontró que la proporción de grano en la acumulación de materia seca se incrementó de 73% a 82%, cuando la

población pasó de 23.000 a 60.000 plantas por hectárea, información similar a la obtenida en el presente estudio.

El análisis de varianza (Tabla 1 del Apéndice) mostró diferencias estadísticas altamente significativas para los tratamientos en las características estudiadas que se registran en la Tabla 4.

Los coeficientes de variación fluctuaron entre 22,58 y 30,61%, demostrando que las poblaciones eran variables en estas características; además, a causa de la variabilidad de planta a planta, varias plantas del mismo genotipo pueden ser cosechadas en cada fecha de muestreo.

Los coeficientes de correlación entre conteo, tomado como las diferentes épocas de cosecha de los materiales hasta obtener la máxima acumulación de peso seco, y las características de peso total, peso paja, peso grano y días a siembra se presentan en la Tabla 7 del Apéndice. Se observa que los coeficientes de correlación fueron positivos y altamente significativos, fluctuando "r" entre 0,89 y 0,99 para peso grano y días a siembra, respectivamente. El peso de la tusa estuvo muy asociado al peso de grano, ya que pre -

sentó un  $r = 0,96$ .

Al analizar los coeficientes de correlación entre rendimiento y el peso seco de grano, tusa, capacho y total a las densidades de siembra estudiadas se encontró una asociación positiva y altamente significativa entre ellas. La correlación entre peso seco de grano y rendimiento fué de 0,95 para 40.000 plantas por hectárea y de 0,70 para 60.000. El peso seco de la tusa estuvo más asociado con el rendimiento a la densidad de 55.000 plantas por hectárea con un valor de  $r = 0,97$ , mientras que a 40.000 plantas por hectárea este valor fué de 0,83. En cuanto al peso seco total la asociación con el rendimiento fué de 0,92 a 40.000 plantas por hectárea y de 0,76 a la densidad de 60.000 plantas por hectárea. En la Tabla 9 del Apéndice se presentan dichos valores.

En base a los resultados presentados se procedió a calcular los coeficientes de regresión "b", correlación "r" y de determinación " $r^2$ ", los cuales se muestran en la Tabla 8 del Apéndice. Dichos coeficientes indicaron una relación lineal positiva y altamente significativa para cada uno de los caracteres con el rendimiento.

#### 4.2 Floración Femenina, Días a la Formación de la Capa Negra y Porcentaje de Humedad a la Madurez Fisiológica.

La floración fluctuó entre 115 y 126 días en los genotipos estudiados a diferentes densidades de siembra, siendo el promedio de 121 días. El genotipo más tardío fué Cun. 431 con 125,8 días de promedio a floración femenina y el más precoz Cacahuacintle con 117,5 días en promedio.

Las Figuras 12 y 13 muestran el comportamiento de los días a floración femenina y a la formación de la capa negra en los diferentes genotipos y densidades de siembra; se nota que la floración no fué afectada prácticamente con las variaciones en población, mientras que la formación de capa negra se retardó entre dos y cuatro días cuando la población pasó a 60.000 plantas por hectárea.

Al realizar el análisis de varianza para estas características (Tabla 2 del Apéndice) se obtuvo diferencias estadísticamente significativas al nivel del 1% de probabilidad, entre los cuadrados medios de tratamientos, con unos coeficientes de variación para flora-

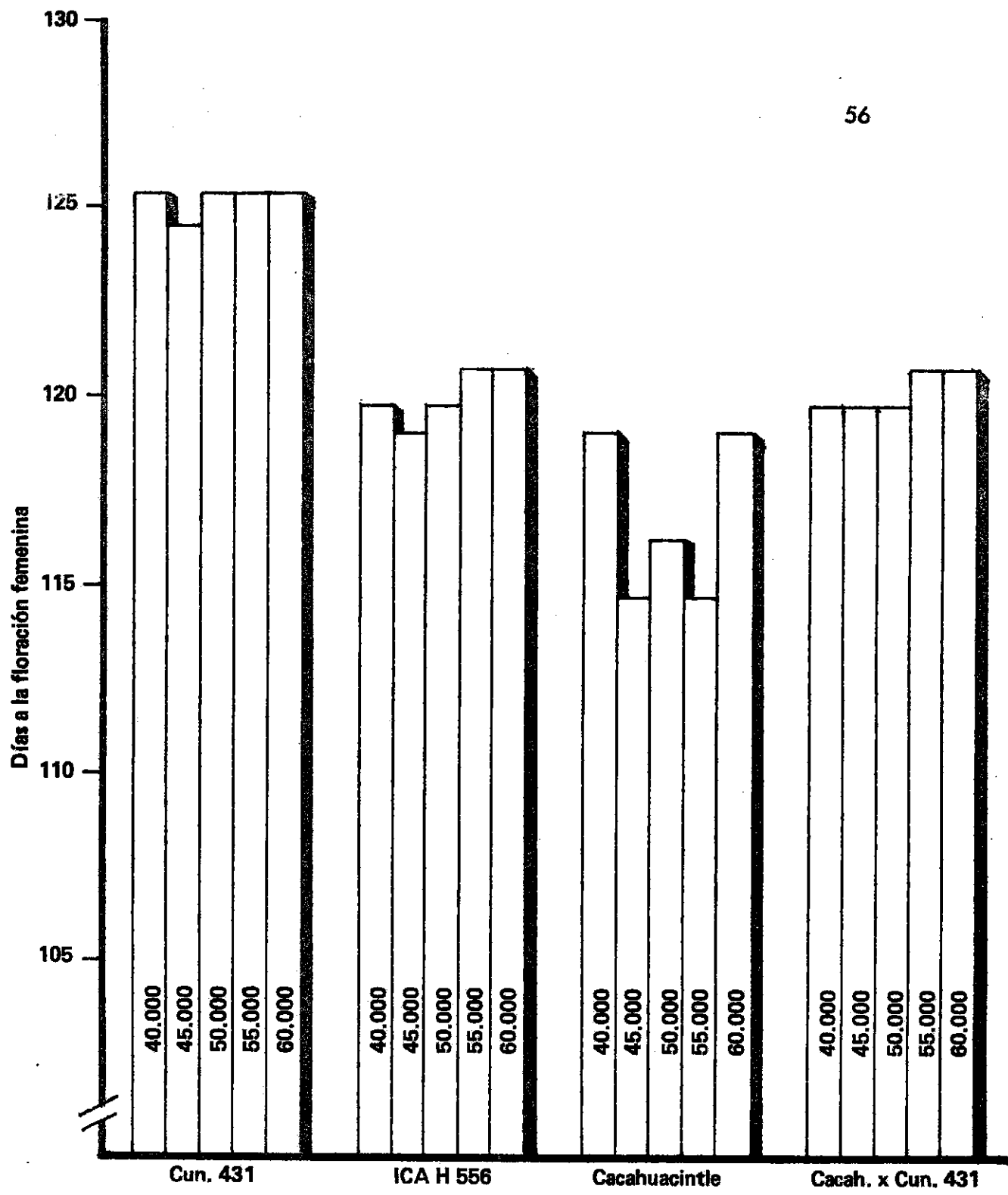


FIGURA 12. Días a la floración femenina del ICA H 556, sus padres y su recíproco, a diferentes densidades de siembra. Tibaitatá 1977.

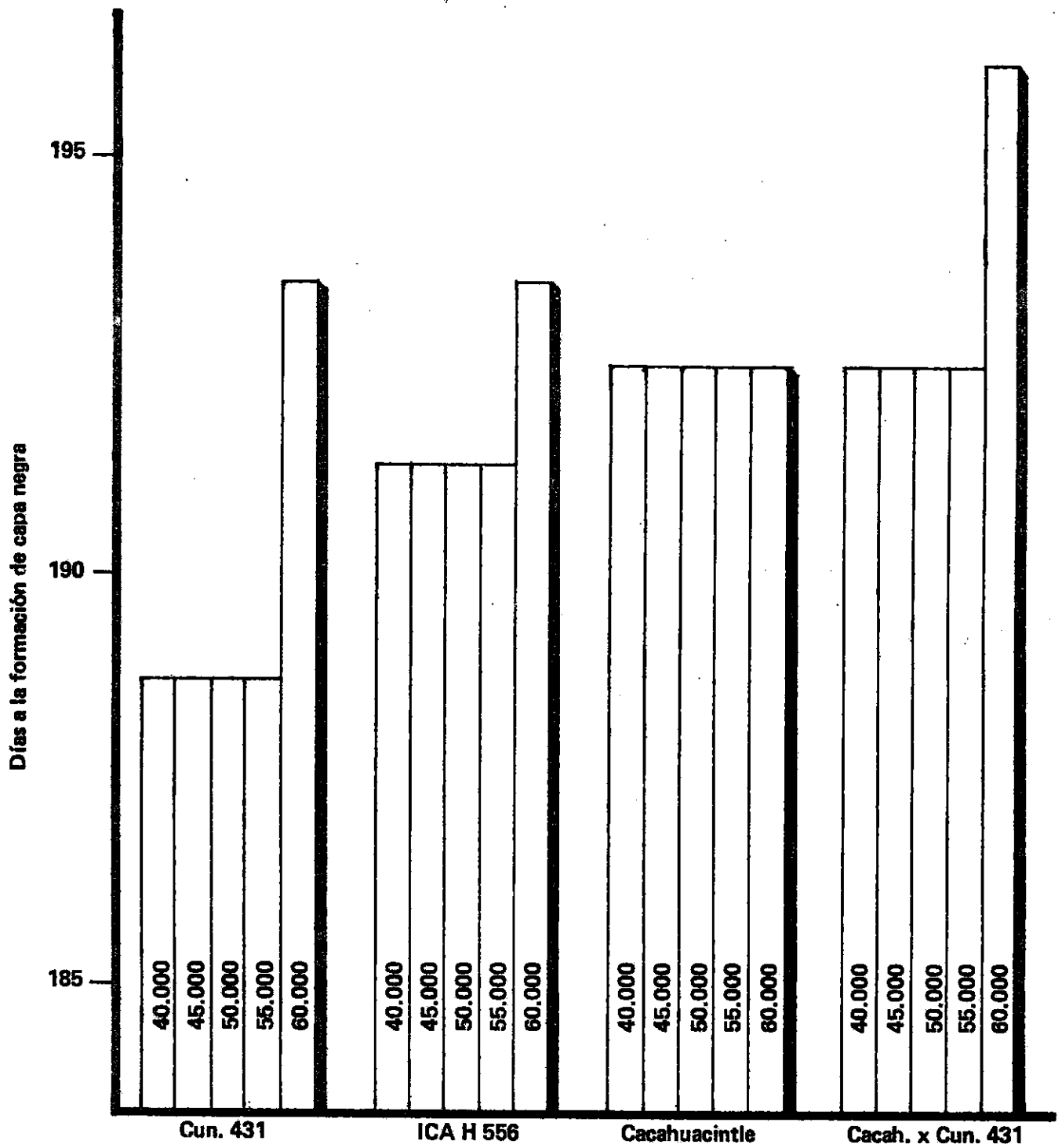


FIGURA 13. Días a la formación de capa negra en el ICA H 556 sus padres y su recíproco a diferentes densidades de siembra. Tibaitatá 1977.

ción y presencia de capa negra bajos (2,8 y 0,93% respectivamente).

Se efectuó el cálculo de coeficientes de correlación entre días a formación de capa negra, período efectivo de llenado del grano y porcentaje de humedad a la madurez fisiológica con el rendimiento a las densidades de siembra estudiadas. Los resultados mostraron que hay una estrecha asociación entre días a formación de capa negra y rendimiento con  $r = 0,985$  a 40.000 plantas por hectárea, el cual va disminuyendo lentamente a medida que se incrementa la densidad hasta obtener un valor de  $r = 0,758$  a 60.000 plantas por hectárea. Comportamiento semejante presenta el período efectivo del llenado de grano con el rendimiento, siendo  $r = 0,92$  a 40.000 plantas por hectárea y  $0,869$  a 60.000 plantas por hectárea. El porcentaje de humedad a la madurez fisiológica estuvo asociado negativamente y desde el punto de vista estadístico altamente significativo con el rendimiento siendo  $r = -0,938$  a 40.000 plantas por hectárea y de  $-0,838$  a 60.000 plantas por hectárea (Tabla 9 del Apéndice).

El valor general de asociación entre el rendimiento y el período efectivo de llenado del grano fué 0,82 (Tabla 8 del Apéndice). Para esta misma relación, Cross (11) registró un valor de 0,81 el cual concuerda también con lo obtenido por Dalton (43) y Díaz y Rivera (20).

La Tabla 5 muestra los porcentajes de humedad de grano cuando se alcanzó la madurez fisiológica. La humedad varió entre 32,8 y 40,2% para el recíproco del ICA 1556 y Cun. 431 respectivamente. El promedio para todos los tratamientos fué de 37,3%.

Hallauer y Russell (29) hallaron, en promedio de tres años, un porcentaje de humedad a la madurez fisiológica de 36,4% con un rango entre 28,8 y 39,8%.

Slano y Leonis (53) encontraron entre 30 y 40% de humedad en sus materiales en el estado de madurez fisiológica. Daynard y Duncan (14) han encontrado madurez fisiológica de 28 a 42% de humedad. Carter y Poneleit (8) hallaron contenidos de humedad hasta de 35% al tiempo de la maduración por capa negra.

TABLA 5. Porcentaje de humedad a la madurez fisiológica en los genotipos estudiados a las diferentes densidades de siembra (Tibaitatá, 1977).

Genotipos	Planta/Ha.	% Humedad
Cun. 431	40.000	39,5
	45.000	38,6
	50.000	37,5
	55.000	39,7
	60.000	40,2
ICA H556	40.000	35,8
	45.000	33,0
	50.000	37,5
	55.000	37,5
	60.000	37,8
Cacahuacintle	40.000	36,8
	45.000	36,5
	50.000	37,8
	55.000	39,5
	60.000	39,5
Cacah. x Cun. 431	40.000	32,8
	45.000	35,8
	50.000	36,5
	55.000	36,5
	60.000	37,2

#### 4.3 Altura de Planta.

Como puede apreciarse en la Tabla 6 y Figura 14, la altura de plantas varió de 1,69 a 2,22 metros, para Cun. 431 e ICA H556, respectivamente. ICA H556 tuvo una altura de planta superior a la F1 esperada del cruzamiento de las dos progenitores. Presentó además un porcentaje de heterosis, en relación al promedio de los padres, de 6 y 19 para las densidades de 60.000 y 50.000 plantas por hectárea, respectivamente.

Con excepción del cruzamiento Cacahuacintle por Cun. 431, los materiales mostraron una tendencia a aumentar su altura de plantas con la densidad hasta 55.000 plantas por hectárea. El análisis de varianza para este carácter se muestra en la Tabla 3 del Apéndice, en donde se observa diferencias altamente significativas para genotipos y tratamientos. El coeficiente de variación fué de 14,46%.

La altura de planta mostró correlación positiva y altamente significativa con altura de mazorca, número de hojas, mazorcas por planta, genotipos y tratamientos.

TABLA 6. Altura de plantas en los padres y la F<sub>1</sub> del híbrido varietal ICA H556 y su recíproco a diferentes densidades de siembra (Tibaitatá, 1977).

Genotipos	Altura de plantas según las densidades				
	40.000	45.000	50.000	55.000	60.000
			Metros		
Cun. 431	1,79	1,69	1,77	1,83	1,74
ICA H556	2,10	2,13	2,22	2,18	2,05
Cacahuacintle	1,93	2,10	1,96	1,99	2,13
Cacah. x Cun. 431	2,10	2,08	2,08	2,08	2,07
F <sub>1</sub> esperada	1,86	1,90	1,86	1,91	1,94
Promedio	1,98	2,0	2,01	2,02	2,0
% Heterosis P.P.	133	112	119	114	106

P.P. = Promedio padres.

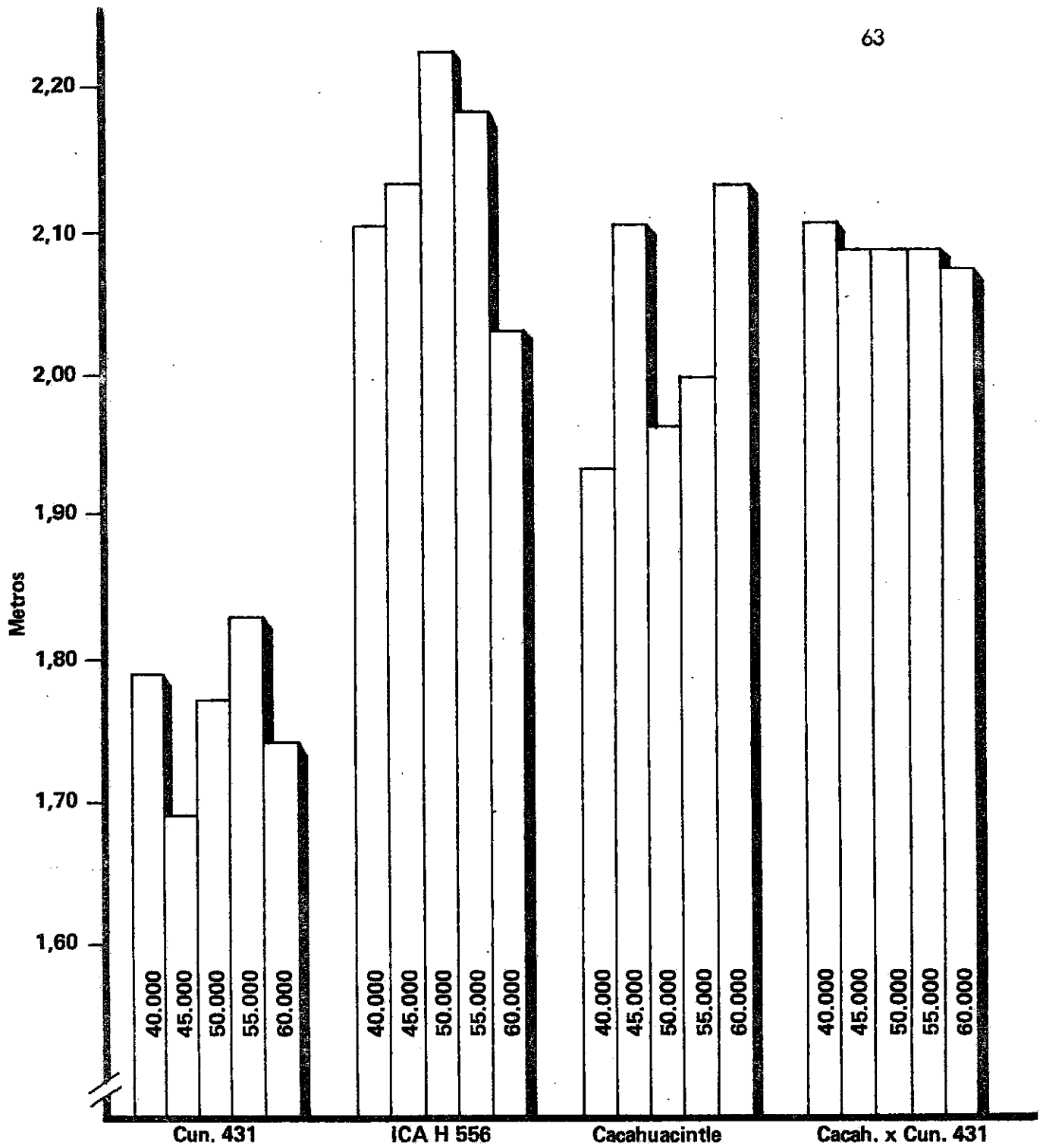


FIGURA 14. Altura de planta del ICA H 556 sus padres y recíproco a diferentes densidades de siembra. Tibaitatá 1977.

#### 4.4 Altura Mazorca Superior.

La Tabla 7 y Figura 15 muestra la variación sufrida en la altura de la mazorca superior en los genotipos, a las densidades de siembra estudiadas. Al igual que para la altura de plantas, ICA H556 fué superior a la esperada, presentándose un porcentaje de heterosis entre 11 y 25%. El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas para genotipos y tratamientos, con un coeficiente de variación de 14,22% (Tabla 3 del Apéndice).

La altura de la mazorca superior mostró correlación positiva y altamente significativa con altura de planta, número de hojas, mazorca por planta, genotipos y tratamientos (Tabla 5 del Apéndice).

#### 4.5 Número de Hojas.

Los datos de esta característica se presentan en la Tabla 8 y Figura 16. Se observan relativamente pocas variaciones entre genotipos a las diferentes densidades, a pesar de lo cual, el híbrido presenta heterosis negativa del 1% a una densidad de 45.000 plantas

TABLA 7. Altura de mazorca en los padres, la F<sub>1</sub> del híbrido varietal ICA H556 y su recíproco a diferentes densidades de siembra (Tibaitatá, 1977).

Genotipos	Altura de mazorca, según las densidades				
	40.000	45.000	50.000	55.000	60.000
	Metros				
Cun. 431	0,81	0,78	0,84	0,92	0,84
ICA H556	0,94	1,01	1,04	1,02	0,96
Cacahuacintle	0,77	0,91	0,82	0,86	0,89
Cacah. x Cun.431	1,05	1,02	0,94	1,04	1,04
F <sub>1</sub> esperada	0,79	0,84	0,83	0,89	0,86
Promedio	0,89	0,93	0,91	0,96	0,93
% Heterosis P.P.	119	119	125	115	111

P.P. = Promedio padres.

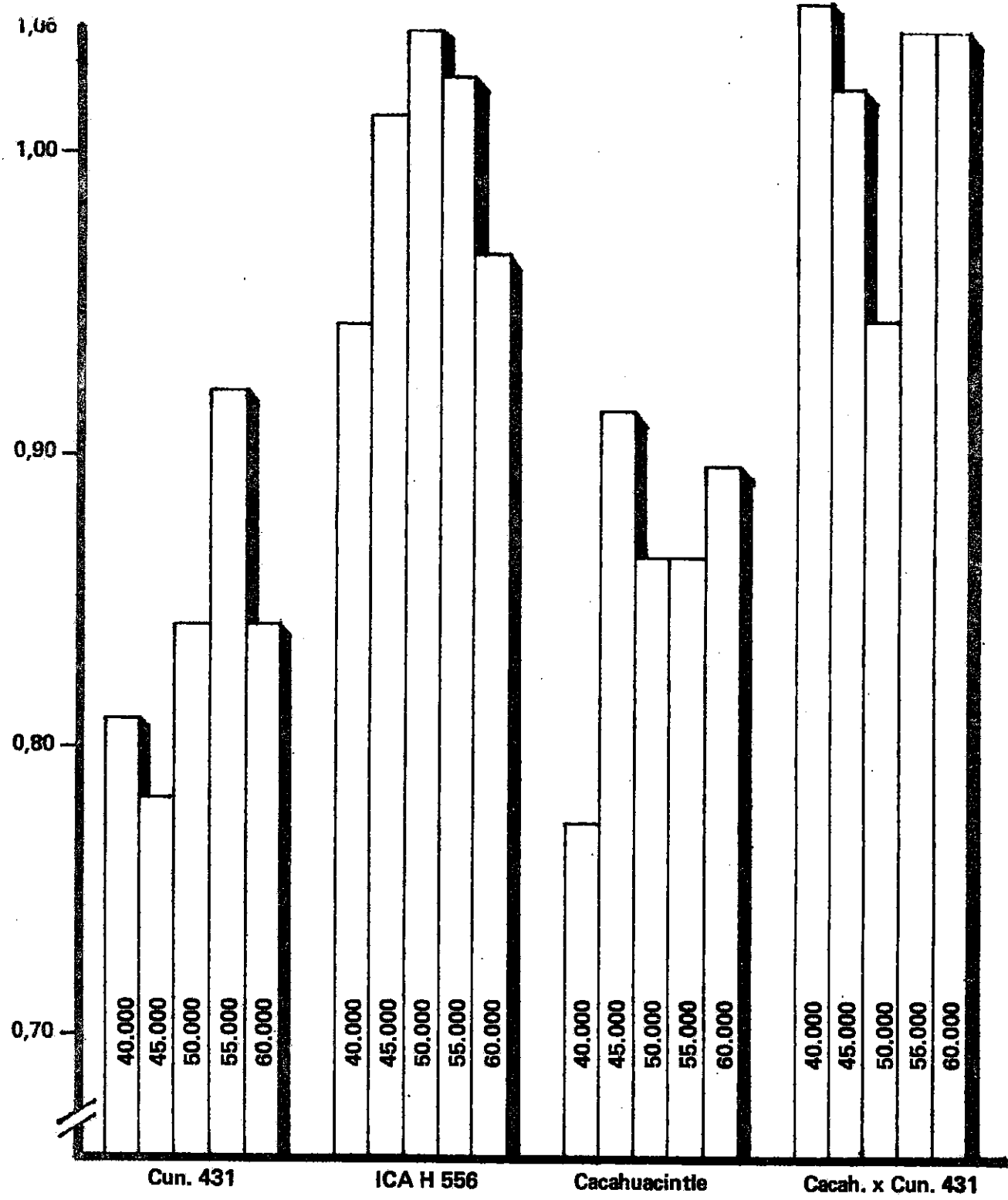


FIGURA 15. Altura de mazorca en el ICA H 556, sus padres y recíproco a diferentes densidades de siembra. Tibaitatá 1977.

TABLA 8. Número de hojas promedio en los padres, F<sub>1</sub> del híbrido varietal ICA H556 y su recíproco a diferentes densidades de siembra (Tibaitatá, 1977).

Genotipo	Número de hojas por planta a las densidades				
	40.000	45.000	50.000	55.000	60.000
	Metros				
Cun. 431	10,78	10,90	10,88	11,38	10,92
ICA H556	10,90	11,15	11,50	11,55	11,45
Cacahuacintle	10,38	11,70	10,60	10,75	11,15
Cacah. x Cun.431	12,30	12,52	12,70	12,88	12,40
F <sub>1</sub> esperada	10,58	11,30	10,74	11,06	11,04
Promedio	11,09	11,57	11,42	11,64	11,48
% Heterosis P.P.	103	99	107	104	104

P.P. = Promedio padres.

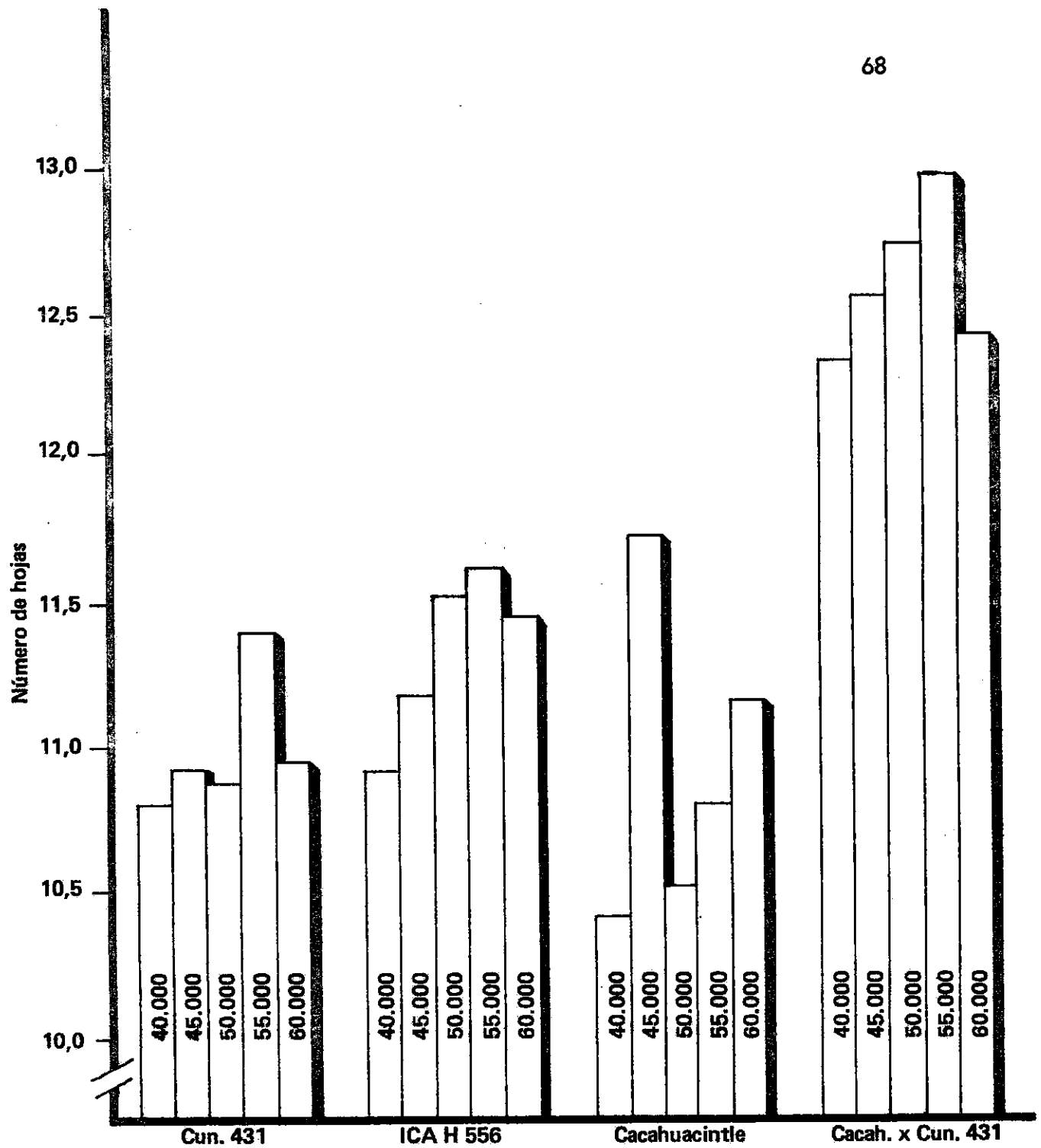


FIGURA 16. Número de hojas en ICA H 556, sus padres y recíproco diferentes densidades de siembra. Tibaitatá 1977.

por hectárea y positiva de 7% como máximo a 50.000 plantas por hectárea.

El análisis de varianza presentó diferencias altamente significativas para tratamientos, replicaciones y genotipos y un coeficiente de variación de 8,01% (Tabla 3 del Apéndice).

La Tabla 5 del Apéndice, muestra los diferentes coeficientes de correlación entre el número de hojas, y las demás características. Se halló una correlación positiva y altamente significativa entre el número de hojas y las otras características observadas.

#### 4.6 Mazorcas por Planta.

Con respecto a esta característica, las variaciones entre genotipos estuvieron entre 1,02 y 1,48 para Cun. 431 y Cacah. x Cun. 431 respectivamente, notándose una tendencia a disminuir el número de mazorcas por planta, cuando se aumentó la población. En cuanto a esta característica, el ICA H556 presentó heterosis negativa del 6% para 55.000 plantas por hectárea (Tabla 9 y Figura 17).

TABLA 9. Número de mazorcas por planta en los padres, la F<sub>1</sub> del híbrido varietal ICA H556 y su recíproco a diferentes densidades de siembra (Tibaitatá, 1977).

Genotipos	Mazorca por planta a las densidades				
	40.000	45.000	50.000	55.000	60.000
	Metros				
Cun. 431	1,18	1,20	1,22	1,25	1,02
ICA H556	1,12	1,22	1,18	1,10	1,10
Cacahuacintle	1,12	1,30	1,12	1,10	1,05
Cacah. x Cun.431	1,42	1,32	1,32	1,22	1,48
F <sub>1</sub> esperada	1,15	1,25	1,17	1,18	1,04
Promedio	1,21	1,26	1,21	1,18	1,16
% Heterosis P.P.	97	98	101	94	96

P.P. = Promedio padres.

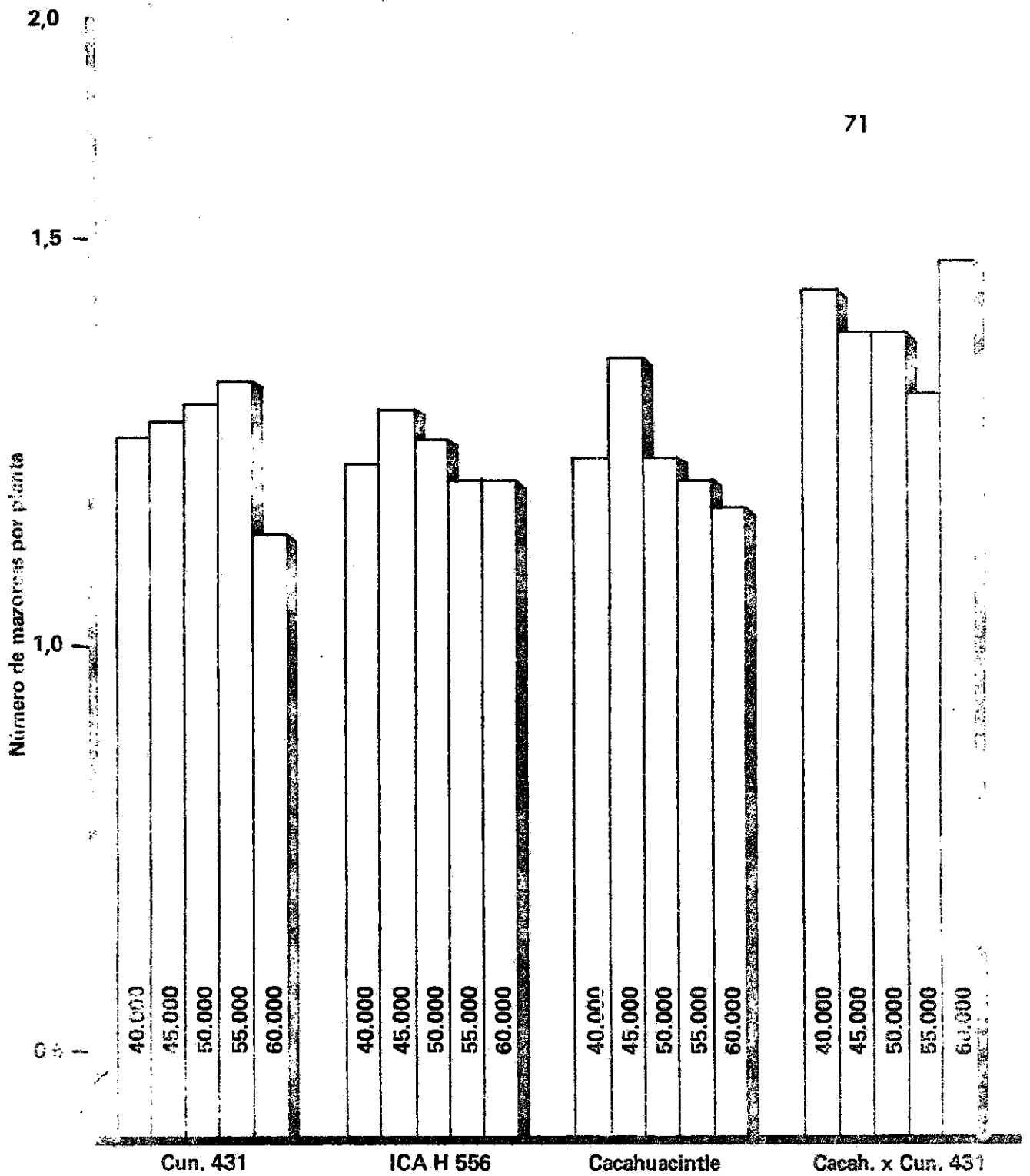


FIGURA 17. Número de mazorcas por planta del ICA H 556, sus padres y su recíproco a las diferentes densidades de siembra. Tibaitatá 1977.

El análisis de varianza (Tabla 3 del Apéndice) indicó diferencias altamente significativas para los genotipos y tratamientos y un coeficiente de variación de 14,44%.

La relación mazorcas por planta presentó diferencias significativas con genotipos y tratamientos y altamente significativas con altura de planta, altura de mazorca y número de hojas (Tabla 5 del Apéndice).

#### 4.7 Proliferación.

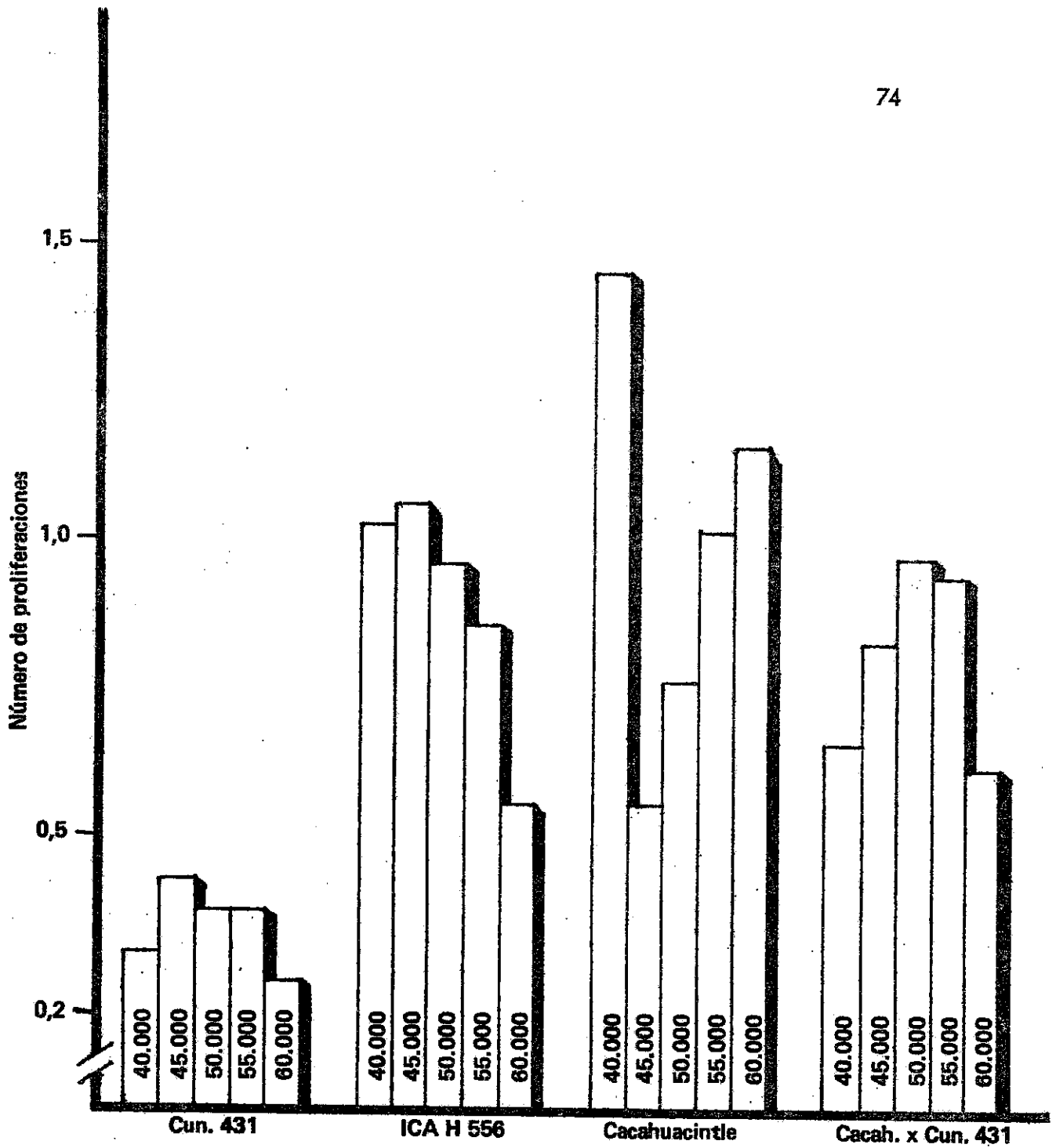
En cuanto a esta característica, Cun. 431 mostró baja proporción entre 0,25 y 0,42, comparado con Cacahuacintle, el cual dió 0,55 y 1,45, apareciendo ICA H556 intermedio entre los dos y con una tendencia hacia el padre masculino (Tabla 10 y Figura 18).

No se observó tendencia alguna entre esta característica y los cambios en población.

El análisis de varianza (Tabla 4 del Apéndice) mostró que existen diferencias altamente significativas para genotipos y trata -

TABLA 10. Número de proliferaciones por planta en los padres, la F<sub>1</sub> del híbrido varietal ICA H556 y su recíproco a diferentes densidades de siembra (Tibaltatá, 1977).

Genotipos	Proliferaciones por planta a las sig.densid.				
	40.000	45.000	50.000	55.000	60.000
Cun. 431	0,30	0,42	0,42	0,38	0,25
ICA H556	1,02	1,05	0,95	0,85	0,55
Cacahuacintle	1,45	0,55	0,75	1,00	1,15
Cacah. x Cun.431	0,65	0,82	0,95	0,92	0,60
F <sub>1</sub> esperada	0,88	0,48	0,58	0,69	0,70
Promedio	0,86	0,71	0,77	0,79	0,64



**FIGURA 18.** Número de proliferaciones en ICA H 556, sus padres y su recíproco a diferentes densidades de siembra. Tibaitatá 1977.

mientos, con un coeficiente de variación de 11,68%.

Con respecto a esta característica, se realizó una observación de las proliferaciones para ver si poseían o no granos formados. En las plantas observadas se notó que algunas presentaban mazorcas hasta con el 80% de granos bien formados (una minoría especialmente en Cun. 431), mientras que la mayoría de las mazorcas proliferadas no presentaban grano debido posiblemente a que en el momento de la emergencia del cabello de estos filotes ya había cesado la emisión de polen. Debido a este hecho, probablemente el coeficiente de variación fué sumamente alto, 54,34%, además no se encontró diferencias significativas en las fuentes de variación estudiadas (Tabla 4 del Apéndice).

#### 4.8 Volcamiento.

Unos días antes de la cosecha se presentó un fuerte viento huracanado, el cual hizo acentuar el volcamiento de las plantas, cuyos datos aparecen en la Tabla 11 y Figura 19.

TABLA 11. Porcentaje de volcamiento, después de fuerte huracán, en los padres la F<sub>1</sub> del híbrido varietal ICA H556 y su recíproco a diferentes densidades de siembra (Tibaitatá, 1977).

Genotipo	Porcentaje de volcamiento a densidades				
	40.000	45.000	50.000	55.000	60.000
Cun. 431	3,5	3,5	1,2	1,8	5,2
ICA H556	6,5	8,8	10,5	11,8	11,2
Cacahuacintle	28,8	33,8	35,0	35,0	42,5
Cacah. x Cun.431	18,8	21,2	24,5	21,2	25,5
F <sub>1</sub> esperada	16,2	18,6	18,1	18,4	23,8
Promedio	14,4	16,8	17,8	17,5	20,4

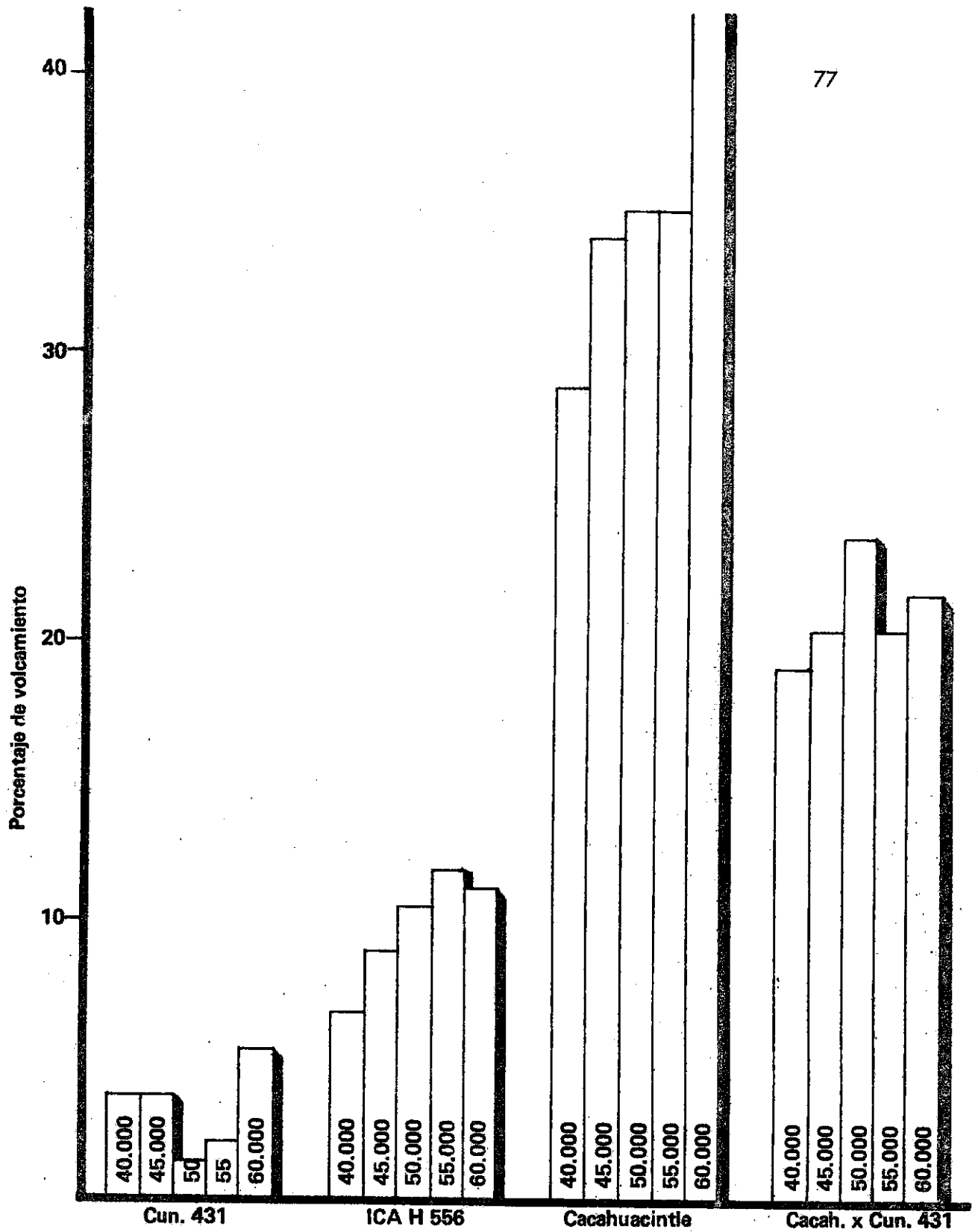


FIGURA 19. Porcentaje de volcamiento de ICA H 556, sus padres y su recíproco a diferentes densidades de siembra. Tibaitatá 1977.

La variedad Cun. 431 presentó resistencia al viento y soporte a las altas poblaciones, dando porcentajes de volcamiento bajos, entre 1,2 y 5,2%, mientras que Cacahuacintle alcanzó un volcamiento máximo de 42,5%.

El híbrido varietal ICA H556 se asemeja más a su progenitor femenino, Cun. 431 en cuanto a la resistencia al acame, ya que estuvo entre 6,5 y 11,8%, mientras que su recíproco osciló entre 18,8 y 25,5%. En referencia a esta característica, se puede notar que la influencia materna es decisiva y determinante.

El análisis de varianza (Tabla 2 del Apéndice) resultó con diferencias altamente significativos entre tratamientos y un coeficiente de variación de 31,25%.

#### 4.9 Unidades de Calor.

Teniendo en cuenta lo propuesto por Daynard (18) de utilizar el sistema OCHU para medir las unidades de calor requeridas por las plantas desde siembra a floración y de floración a máximo pe-

so seco, se procedió a realizar estos cálculos y los datos se presentan en la Tabla 12.

El Cacahuacintle fué el genotipo que requirió menos unidades de calor desde siembra a floración femenina, pero más de floración femenina a máximo peso seco; mientras que Cun. 431 requirió la mayor cantidad de unidades de calor en el primer período y la menor de floración a máxima acumulación de peso seco, siendo ICA H556 intermedio en esta característica.

#### 4.10 Rendimiento.

La Tabla 13 presenta el rendimiento obtenido en las cuatro repeticiones y su promedio para los genotipos en estudio a las diversas poblaciones.

Se observó que Cun. 431 aumentó su rendimiento hasta 55.000 plantas por hectárea, para luego decaer, pudiéndose pensarse que la óptima población sea la de 55.000 plantas por hectárea.

El ICA H556 su rendimiento se incrementó en la medida que

TABLA 12. Unidades de calor (U.C.), horas de sol (H.S.) y precipitación (Pr) acumuladas y recibidas por los maíces en estudio (Tibaltatá, 1977).

Genotipo	Días	Siembra a Floración		
		U.C.	H.S.	Pr. (mm.)
Cun. 431	126	953,5	572,6	157,8
ICA H556	121	922,4	549,6	154,5
Cacahuacintle	119	907,5	540,4	153,6
Cacah. x Cun. 431	122	928,8	554,2	155,5
		Floración a máximo peso seco		
Cun. 431	63	429,4	312,6	63,9
ICA H556	72	489,2	383,3	64,9
Cacahuacintle	73	496,4	397,8	64,0
Cacah. x Cun.431	74	489,0	410,7	66,2

TABLA 13. Rendimiento en kg./Ha. al 15% de humedad obtenidos en el ICA H556, sus padres y su recíproco a diferentes densidades de siembra (Tibaitará, 1977).

Genotipos	Plantas/Ha. Miles	Rendimiento grano, en kg./Ha. al 15% de humedad				Promedio
		I	II	III	IV	
Cun. 431	40	2604	2537	2246	1707	2274
	45	2674	2573	2791	1980	2505
	50	4212	2601	2454	2514	2945
	55	3405	3013	2847	3028	3073
	60	3822	2625	2670	2401	2880
ICA H556	40	5177	4916	4391	4431	4729
	45	5124	4796	5482	4322	4931
	50	5840	5565	5068	4833	5237
	55	5879	5018	6113	5272	5571
	60	5931	5349	6634	4835	5687
Cacahuacintle	40	3784	4487	4735	3907	4228
	45	4801	5563	4804	4053	4805
	50	5455	5613	5093	5096	5364
	55	4800	5553	5558	4821	5183
	60	5766	5751	5396	6520	5858
Cacah. x Cun. 431	40	6628	4635	5019	4750	5258
	45	5466	4698	4657	5177	5000
	50	5348	6123	5114	5246	5458
	55	8205	6176	7021	6088	6873
	60	7260	7703	7244	7361	7392
Promedio		5101	4765	4767	4417	4763

se aumentó la población en los niveles estudiados. Igual sucedió con Cacahuacintle y el cruzamiento Cacahuacintle por Cun. 431.

El promedio general del rendimiento en este estudio fué de 4.763 kg. por hectárea, siendo Cun. 431 el menor, con 2.274 kg. por hectárea y Cacahuacintle el más rendidor con 7.392.

El análisis de varianza (Tabla 2 del Apéndice) mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos y un coeficiente de variación de 29,27%. En las Tablas 14 y 15 se presenta el resumen de los resultados obtenidos en esta investigación en cuanto a rendimiento, velocidad de acumulación de materia seca y período efectivo de llenado del grano. El período efectivo de llenado del grano fluctuó entre 64 y 75 días, con un promedio de 70,5 días. En general se observa que a medida que aumenta el período efectivo de llenado del grano se incrementa el rendimiento, posiblemente debido a una mayor conversión de fotosintatos a grano. La Tabla 16 muestra el rendimiento a la óptima población (de acuerdo a los niveles estudiados) y la duración del período de llenado del grano.

TABLA 14. Rendimiento en grano, velocidad lineal de acumulación de materia seca, período efectivo de llenado del grano en el híbrido varietal ICA H556 sus padres y su recíproco a cinco densidades de siembra (Tibaitatá, 1977).

Genotipo	Rendimiento (kg./Ha.)	Vel. materia seca (kg./Ha./dfa)	Período efectivo llenado grano
Cun. 431	2.735	42,73	64,0
ICA H556	5.231	73,47	71,2
Cacahuacintle	5.088	67,66	75,2
Cacah. x Cun.431	5.996	83,98	71,4

TABLA 15. Rendimiento en grano, velocidad lineal de acumulación de materia seca y período efectivo de llenado del grano promedio de todos los genotipos a las densidades de siembra estudiada (Tibaitatá, 1977).

Población plantas/Ha.	Rendimiento kg./Ha.	Veloc.materia seca (kg./Ha./día)	Período efectivo llenado grano-días
40.000	4.122	59,31	69,5
45.000	4.310	60,70	71,0
50.000	4.751	67,68	70,2
55.000	5.175	73,93	70,0
60.000	5.454	76,28	71,5

TABLA 16. Máximo rendimiento en grano, óptima densidad en plantas y duración del período del llenado de grano en el híbrido varietal ICA H556, sus padres y su recíproco (Tibaitatá, 1977).

Genotipo	Rendimiento máximo (kg./Ha.)	Población óptima (plantas/Ha.)	Llenado granos (días)
Cun. 431	3.073	55.000	63
ICA H556	5.687	60.000	72
Cacahuacintle	5.858	60.000	73
Cacah. x Cun.431	7.392	60.000	74

La densidad de siembra mostró correlación positiva y altamente significativa con el rendimiento, con un valor de  $r = 0,72$  lo cual indica que se puede aumentar hasta cierto punto la densidad poblacional para lograr mayores rendimientos.

En base a los resultados encontrados de obtención de máximo peso seco, se puede pensar en que el agricultor coseche con una madurez fisiológica cercana al 37% de humedad en los genotipos estudiados, lo cual haría que se redujera esta labor unos 25 días, en comparación con el porcentaje promedio de 25% con el cual el agricultor está acostumbrado a cosechar.

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- 5.1 La densidad de población no afectó los días a floración femenina.
- 5.2 La formación de capa negra sufrió un retardo de dos y cuatro días, al pasar de 40.000 a 60.000 plantas por hectárea.
- 5.3 La altura de las plantas tendió a elevarse con el incremento de población.
- 5.4 La altura de la mazorca superior se aumentó por la densidad poblacional.
- 5.5 Hubo una tendencia a disminuir el número de mazorcas por planta, cuando se aumentó la población. Ejemplo: Cun. 431 pasó

de 1,18 mazorcas por planta a 1,02 cuando la población ascendió de 40.000 a 60.000 plantas por hectárea.

5.6 No se notó tendencia definida en la característica de proliferación, al variar la densidad de población.

5.7 El volcamiento estuvo fuertemente asociado a la densidad poblacional.

5.8 La madurez fisiológica se presentó entre los 189 y 196 días, requiriéndose de 64 a 75 días de período efectivo de llenado del grano.

5.9 Al hacer el cálculo de unidades de calor requeridas por las plantas en los períodos siembra-floración y floración-madurez fisiológica se notó que Cacahuacintle necesitó 907,5 U.C. en el primer período y 496,4 en el segundo, mientras en Cun. 431 fué de 953,5 y 429,4, respectivamente. ICA H556 necesitó 922,4 y 489,2 para los mismos períodos.

5.10 Las características estudiadas presentaron diferencias altamente significativas con genotipos y tratamientos.

5.11 Se observaron correlaciones positivas y altamente significativas entre la densidad de siembra y el peso húmedo, los genotipos y el rendimiento, siendo el valor de asociación para este último de 0,72.

5.12 Los días a formación de capa negra y el período efectivo de llenado del grano, dió una correlación positiva y altamente significativa con el rendimiento, con valores de 0,98 y 0,92 respectivamente, a 40.000 plantas por hectárea. Este valor de asociación disminuyó lentamente a medida que se incrementó la densidad hasta obtener 0,76 y 0,87 respectivamente, a 60.000 plantas por hectárea.

5.13 El rendimiento presentó correlaciones positivas y altamente significativas del orden de 0,68, 0,76, 0,72, 0,76, 0,75 y 0,82 con peso seco grano, peso seco tusa, peso seco total, peso seco capacho, días a formación de capa negra y período efectivo de llenado

del grano, respectivamente, al hacer los cálculos generales.

5.14 La helada que soportó el cultivo hizo que los rendimientos fueran relativamente bajos.

5.15 En base a los resultados anteriores y a lo hallado en otros trabajos, se puede pensar en tratar de aumentar, hasta cierto límite, el período efectivo de llenado del grano, para incrementar los rendimientos.

## 6. RESUMEN

En el Centro Experimental Tibaitatá, situado en el municipio de Mosquera a 2.550 m.s.n.m. se realizó un estudio sobre madurez fisiológica y período de llenado del grano en cuatro genotipos precoces de maíz a cinco densidades de siembra.

Se utilizó un diseño de parcelas divididas, en el cual las parcelas principales eran los genotipos y las subparcelas las densidades de siembra, con cuatro replicaciones y seis surcos de 10 metros por parcela.

A partir de la antesis y cada 15 días se muestrearon cinco mazorcas de cada parcela para obtener el peso seco de las partes de la mazorca. Este proceso continuó hasta la aparición de la capa negra.

Se tomaron datos de floración femenina (cuando aproximadamente el 50% de las plantas de cada genotipo presentó emergencia de cabello); características morfológicas de la planta, tomadas en el

momento de la cosecha a 10 plantas en competencia; rendimiento en grano al 15% de humedad y la relación entre cada una de estas características con el rendimiento por medio de la regresión y la correlación.

Los resultados del estudio mostraron que:

1. Todas las características estudiadas presentaron diferencias altamente significativas con genotipos y tratamientos en el análisis de varianza.
2. La densidad de siembra está correlacionada en forma positiva y con significancia al nivel del 1% de probabilidad con las características peso húmedo, genotipos y rendimiento, siendo los valores de asociación de 0,35; 0,60 y 0,72 respectivamente.
3. Las alturas de planta y de mazorca superior tendían a aumentar con el incremento de la densidad poblacional.
4. Al incrementar la población, la relación mazorca por planta tendió a disminuir.

5. La madurez fisiológica se presentó entre 189 y 196 días y el período efectivo de llenado de grano fluctuó entre 64 y 75 días.
6. El peso seco total de la mazorca, en el momento de la madurez fisiológica, estuvo correlacionado positiva y altamente significativo desde el punto de vista estadístico con el rendimiento con  $r = 0,76$ , siendo este parámetro, factible de incrementar para aumentar los rendimientos.
7. El coeficiente de correlación entre los días a formación de capa negra y el rendimiento, sobresalió con un valor de  $r = 0,75^{**}$ , por la ganancia que se lograría en rendimiento al aumentar en un día la formación de esta característica.
8. Los genotipos que tuvieron un período efectivo de llenado de grano superior rindieron más, presentándose una correlación positiva y altamente significativa entre estas características con un valor de asociación igual a 0,82, lo cual indica que se puede tratar de aumentar, hasta cierto límite el período efectivo de llenado de grano, para incrementar el rendimiento.

## 7. SUMMARY

Four early genotype of corn and five seeding rates, were studied in order to determine their physiological maturity and grain filling period. The experiment was conducted at Tibaitatá Experimental Station located in the Sabana de Bogotá, at 2.550 meters above sea level.

A split-plot desing with four replication was used. The main plots included genotypes and the subplots included seeding rates. The plots were six rows of ten meters long.

To get the dry weight of several parts of the ear, five ears were sampled every two weeks begining at anthesis. This procedure was continued until the appearence of the black layer.

Other data taken were, silking date (when aproximately 50% of the plants were silked), morphological characteristics on ten plants in competition, grain yield and its correlation with these characteristics. The results obtained indicated the following:

1. The correlations of all characteristics studied with genotypes and rates of seeding were significant at 1% level of probability.
2. Ear weight (wet) genotype and yield were significantly correlated with planting rates at 1% probability level. The association values were of 0,35, 0,60 and 0,72, respectively.
3. The plant and highest ear heights increased with the rates of seeding.
4. Increased seeding rate decreased ear quantity per plant.
5. Physiological maturity occurred between 189 and 192 days after planting date. The filling period occurred between 64 and 75 days.
6. The ear dry weight, at physiological maturity, was positively correlated with yield ( $r = 0,76$ ). It could be possible to increase this character in order to increase grain yield.
7. The correlation between black layer formation period and grain

yield was positive ( $r = 0,75$ ).

8. The genotypes with an efficient filling period of grain gave higher yields; there was a positive correlation between these characteristics ( $r = 0,82$ ). This relationship indicated that it could be possible to increase the efficient filling period of grain as a means of increasing yield ability.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALANIS, L. B. El método de la selección masal y su relación con el medio ambiente. *Agrociencias (México)* v.4 no.1, p. 39-45. 1969.
2. ALLARD, R. W. Fundamento genético de la heterosis y la depresión producida por la consanguinidad. En: \_\_\_\_\_ . *Principios de la mejora genética de las plantas.* Barcelona, Ed. Omega, 1967. p. 238-246.
3. \_\_\_\_\_. Variedades híbridas. En: \_\_\_\_\_. *Principios de la mejora genética de las plantas.* Barcelona. Ed. Omega, 1967. p. 276-294.
4. ALLISON, J. C. S. Effect of plant population on the production and distribution of dry matter in maize. *Annals of Applied Biology (Inglaterra)* v.63 no.1, p. 135-144. 1969.
5. \_\_\_\_\_; WATSON, D. J. The production and distribution of dry matter in maize after flowering. *Annals of Botany (Inglaterra)* v.30 no.119, p. 365-381. 1966.
6. BAKER, R. Black layer development. *World Farming (Estados Unidos)* v.15 no.12, p. 14-15. 1973.
7. BUREN, L. L.; MOCK, J. J.; ANDERSON, I. C. Morphological and physiological traits in maize associated with tolerance to high plant density. *Crop Science (Estados Unidos)* v.14 no.3, p. 426-429. 1974.
8. CARTER, M. W.; PONELEIT, C. G. Black layer maturity and filling period variation among inbred lines of corn (*Zea mays* L.). *Crop Science (Estados Unidos)* v.13 no.4, p. 436-439. 1973

9. CLONINGER, F. D.; HORROCKS, R. D.; ZUBER, M. S.  
Effects of harvest date, plant density and hybrid on corn grain quality. *Agronomy Journal (Estados Unidos)* v.67 no.6, p. 693-695. 1975.
10. COLVILLE, W. L. Influence of rate and method of planting on several components of irrigated corn yields. *Agronomy Journal (Estados Unidos)* v.54 no.2, p. 297-300. 1962.
11. CROSS, H. Z. Diallel analysis of duration and rate of grain filling of seven inbred lines of corn. *Crop Science (Estados Unidos)* v.15 no.4, p. 532-535. 1975.
12. CHASE, S. S. Relation of yield and number of days from planting to flowering in early maturity maize hybrids of equivalent grain moisture at harvest. *Crop Science (Estados Unidos)* v.4 no.1, p. 111-112. 1964.
13. DALTON, L. G. A positive regression of yield on maturity in sorghum. *Crop Science (Estados Unidos)* v.7 no.2, p. 271. 1967.
14. DAYNARD, T. B.; DUNCAN, W. G. The black layer and grain maturity in corn. *Crop Science (Estados Unidos)* v. 9 no. 4, p. 473-476. 1969.
15. \_\_\_\_\_. The black layer its relationship to grain filling and yield. *Corn and Sorghum Research Conference, 24 th, California, 1968. [ Ponencias y Conclusiones ]* . 1969. p. 49-54.
16. \_\_\_\_\_; TANNER, J. W.; DUNCAN, W. G. Duration of the grain filling period and its relation to grain yield in corn. *Crop Science (Estados Unidos)* v.11 no.1, p. 45-47. 1971.

17. DAYNARD, T. B.; TANNER, J. W.; HUME, D. J. Contribution of stalk soluble carbohydrates to grain yield in corn. *Crop Science (Estados Unidos)* v.9 no.6, p. 831-834. 1969.
18. \_\_\_\_\_. Relationship among black layer formation, grain moisture percentage and heat unit accumulation in corn. *Agronomy Journal (Estados Unidos)* v.64 no.6, p. 716-719. 1972.
19. DESSUREAUX, L.; NEAL, N. P.; BRINK, R. A. Maturation in corn. *Journal of the American Society of Agronomy (Estados Unidos)* v.40 no.8, p. 733-745. 1948.
20. DIAZ, C.; RIVERA, A. Caracterización de genotipos de maíz. 1, Madurez fisiológica y duración del período de llenado del grano. *Revista ICA (Colombia)* v.12 no.3, p. 213-224. 1976.
21. \_\_\_\_\_. Crecimiento vegetativo y reproductivo de la variedad de maíz Diacol V ETO en clima frío moderado. En: Instituto Colombiano Agropecuario. Programa Nacional de Fisiología Vegetal. Informe de progreso del año 1977. Programa Nacional de Fisiología Vegetal (Colombia), 1978. p. 110-119.
22. DUNCAN, W. G.; HATFIELD, A. L. A method for measuring the daily growth of corn kernels. *Crop Science (Estados Unidos)* v.4 no.5, p. 550-551. 1964.
23. DUNCAN, G. H.; LANG, A. L.; PENDLETON, J. W. Corn plant population in relation to soil productivity. *Advanced in Agronomy (Estados Unidos)* v.10, p. 435-474. 1958.
24. GAMBLE, E. E. Maturity indexing of corn hybrids. Hybrid Corn Industry Research Conference, 26 th, California, 1970. [ Ponencia y Conclusiones ] . 1971. p. 180-185.

25. GIESBRECHT, J. Effect of population and row spacing on the performance of four corn (Zea mays L.) hybrids. *Agronomy Journal* (Estados Unidos) v.61 no.3, p. 439-441. 1969.
26. GOLDSWORTHY, P. R.; COLEGRAVE, M. Growth and yield of highland maize in Mexico. *The Journal of Agricultural Science* (Estados Unidos) v.83 no.2, p. 213-221. 1974.
27. GORSLINE, G. W. A graphical regression selection technique for maturity-related characters in field corn. *Agronomy Journal* (Estados Unidos) v.52 no.4, p. 581-584. 1960.
28. GUNN, R. B.; CHRISTENSEN, R. Maturity relationships among early to late hybrids of corn (Zea mays L.) *Crop Science* (Estados Unidos) v.5 no.4, p. 299-302. 1965.
29. HALLAUER, A. R.; RUSSELL, W. A. Estimates of maturity and its inheritance in maize. *Crop Science* (Estados Unidos) v. 2 no.2, p. 289-294. 1972.
30. HANWAY, J. J. Corn growth and composition in relation to soil fertility. *Agronomy Journal* (Estados Unidos) v.54 no.1, p. 145-148. 1962.
31. \_\_\_\_\_; RUSSELL, W. A. Dry matter accumulation in corn (Zea mays L.) plants. Comparisons among single cross hybrids. *Agronomy Journal* (Estados Unidos) v.61 no.6, p. 947-951. 1969.
32. HAYES, H. K.; IMMER, F. R. Heterosis. En: \_\_\_\_\_. *Plant breeding*. New York. McGraw-Hill, 1955. p. 52-65.
33. HILLSON, M. T.; PENNY, L. H. Dry matter accumulation and moisture loss during maturation of corn grain. *Agronomy Journal* (Estados Unidos) v.57 no.1, p. 150-153. 1965.

34. HOFF, D. F.; MEDERSKI, H. J. Effect of equidistant corn plant spacing on yield. *Agronomy Journal* (Estados Unidos) v.52 no.2, p. 295-297. 1960.
35. JOHNSON, D. R.; TANNER, J. W. Calculation of the rate and duration of grain filling in corn (*Zea mays* L.) *Crop Science* (Estados Unidos) v.12 no.4, p. 484-486. 1972.
36. JUGENHEIMER, R. W. Heterosis. En: \_\_\_\_\_. Corn: improvement, seed production and uses. Urbana-Champaign, University of Illinois, 1976. p. 55-60.
37. \_\_\_\_\_. Evolution of corn improvement. En: \_\_\_\_\_. Corn: improvement, seed production and uses. Urbana-Champaign, University of Illinois, 1976. p. 73-91.
38. KIESSELBACH, T. A.; WALKER, E. R. Structure of certain specialized tissues in the kernel of corn. *American Journal of Botany* (Estados Unidos) v.39 no.8, p. 561-569. 1952.
39. KOHNKE, H.; MILES, S. R. Rates and patterns of seeding corn on high-fertility land. *Agronomy Journal* (Estados Unidos) v.43 no.3, p. 488-493. 1951.
40. LONNQUIST, J. H.; GARDNER, C. O. Heterosis in intervarietal crosses in maize and its implication in breeding procedures. *Crop Science* (Estados Unidos) v.1 no.2, p. 179-183. 1961.
41. MAKONNEN, D.; BAUMAN, L. F. Maturity interaction and black layer occurrence in opaque 2 and normal hybrids in maize (*Zea mays* L.). *Euphytica* (Holanda) v.25 no.4, p. 499-503. 1976.
42. MARIANI, G.; DESIDERIO, E. Grain yield and prolificacy in maize 2. A diallel analysis of eight inbreds from the Nostrains dell'Isola at two densities. *Maydica* (Italia) v.20 no.2, p. 95-110. 1975.

43. MILES, S. R. When is corn fully mature. *Crop and Soils* (Estados Unidos) v.11 no.1, p. 22. 1958.
44. MOCK, J. J.; PEARCE, R. B. An ideotype of maize. *Euphytica* (Holanda) v.24 no.3, p. 613-623. 1975.
45. MOLL, R. H.; SALUANA, W. S.; ROBINSON, H. F. Heterosis and genetic diversity in variety crosses of maize. *Crop Science* (Estados Unidos) v.2 no.2, p. 197-198. 1962.
46. NEAL, N. P. Maturity rating systems for corn hybrids. *Corn & Sorghum Research Conference, 23 th. California, 1967, Ponencia y Conclusiones* . 1968. p. 45-53.
47. NEMETH, J.; PINTER, L. Effects of plant density and spacing on the grain yield of hybrids. *Maize Genetics Cooperation News Letter* (Estados Unidos) v.50 no.1, p. 21-23. 1975.
48. ORDAS, A.; STUCKER, R. E. Effects of plant density on correlations among yield and its components in two corn populations. *Crop Science* (Estados Unidos) v.17 no.6, p. 926-929. 1977.
49. POEHLMAN, J. M. La genética y su relación con el fitomejoramiento. En:                     . *Mejoramiento genético de las cosechas. México. Editorial Limusa, 1973. p. 41-70.*
50. RUBIO, A. M.; TORREGROZA, M. Evaluación de variedades de maíz y de sus cruzamientos dialélicos posibles. *Revista ICA* (Colombia) v.6 no.1, p. 25-39. 1971.
51. SALISBURY, F. B.; ROSS, C. Growth and the problems of morphogenesis. En:                     . *Plant Physiology. California. Wadsworth Publishing Company, 1969. p. 407-424.*
52. SASS, J. E.; LOEFFEL, F. A. Development of axillary buds in maize in relation to barrenness. *Agronomy Journal* (Estados Unidos) v.51 no.7, p. 484-486. 1959.

53. SAYRE, J. D. Mineral accumulation in corn. *Plant Physiology* (Estados Unidos) v.23 no.2, p. 267-281. 1948.
54. SHAW, R. H.; LOOMIS, W. E. Bases for the prediction of corn yields. *Plant Physiology* (Estados Unidos) v.25 no.2, p. 225-244. 1959.
55. \_\_\_\_\_; THOM, H. C. On the phenology of yield corn, silking to maturity. *Agronomy Journal* (Estados Unidos) v.47 no.8, p. 541-546. 1951.
56. STINSON, H. T. Jr.; MOSS, D. N. Some effects of shade upon corn hybrids tolerant and intolerant of dense planting. *Agronomy Journal* (Estados Unidos) v.52 no.7, p. 482-484. 1960.
57. TANAKA, A.; YAGAMUCHI, J. Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento del grano en maíz. Escuela Nacional de Agricultura Chapingo, México, 1977.
58. TERMUNDE, D. E.; SHANK, D. E.; DIRKS, V. A. Effects of population levels on yield and maturity of maize hybrids grown on the northern great plains. *Agronomy Journal* (Estados Unidos) v.55 no.5, p. 551-555. 1963.
59. THOMAS, W. Effect of plant population and rates of fertilizer nitrogen on average weight of ears and yield of corn in the south. *Agronomy Journal* (Estados Unidos) v.48 no.3, p. 228-230. 1956.
60. TORREGROZA, M.; VARELA, D. Cruzamientos varietales entre maíces de clima frío de Sur América. *Agricultura Tropical* (Colombia) v.24 no.12, p. 849-871. 1968.

61. TORREGROZA, M. Heterosis en poblaciones de maíces harinosos de clima frío de la zona Andina. Informativo del Maíz (Perú) v.1, p. 31-37. 1975.
62. TROYER, A. F.; BROWN, W. L. Selection for early flowering in seven late corn synthetics. Crop Science (Estados Unidos) v.16 no.6, p. 767-772. 1976.
63. WOODFRUFF, C. M. Performance parameters of corn. Corn & Sorghum Research Conference, 23 rd., California, 1967, [ Ponencias y Conclusiones ]. 1968. p. 23-26.
64. WOOLLEY, D. G.; BARACO, N. P.; RUSSELL, W. A. Performance of four corn inbreds in single. Crop Science (Estados Unidos) v.2 no.3, p. 441-444. 1962.

meva./

**APENDICE**

**TABLA 1. Cuadrados medios del análisis de varianza para peso seco grano, peso seco tusa, peso seco capacho y peso seco total en los genotipos estudiados (Tibaitatá, 1977).**

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados Medios			
		Peso seco grano	Peso seco tusa	Peso seco capacho	Peso seco total
Replicación	3	12,35	0,28	0,06	11,08
Tratamiento	19	3558,28**	754,35**	7,12**	7755,45**
Error	57	419,35	65,36	0,499	626,05
Total	79				
Coefficiente variación %		22,58	29,30	30,61	24,89

TABLA 2. Cuadrados medios del análisis de varianza para floración femenina, presencia de capa negra, porcentaje de volcamiento y rendimiento en los genotipos estudiados (Tibaitatá, 1977).

Fuente de variación	G.L	Cuadrados Medios			Rendimiento
		Floración femenina	Present. capa negra	Volcamiento	
Replicación	3	31.10**	4,02	4,46	175,48
Tratamiento	19	217,50**	55,86**	2951,58**	35087,11**
Error	57	20,52	3,04	134,75	6794,59
Total	79				
Coefficiente variación %		2.80	0,93	31,25	29,27

TABLA 3. Cuadrados medios del análisis de varianza para número de hojas, altura de planta, altura de mazorca y número de mazorcas por planta en los genotipos estudiados (Tibaitatá, 1977).

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados Medios			
		Número de hojas	Altura planta	Altura mazorca	Mazorca por planta
Replicación	3	62,18**	0,19	0,12	0,44
Densidad siembra (D)	4	7,28	0,04	0,11	0,26
Genotipos (G)	3	117,85**	5,41**	1,76**	2,08**
D X G	12	3,67	0,19	0,09	0,30
Error (a)	57	4,76	0,22	0,12	0,17
Tratamiento	19	22,46**	0,98**	0,36**	0,57**
Planta	9	3,14	0,04	0,07	0,21
Error (b)	540	2,78	0,05	0,04	0,16
Residuo	152	0,84	-0,07	-0,01	-0,11
Total	799				
Coeficiente variación					
%		8,01	14,46	14,22	14,44

\*\* Significancia al nivel del 1% de probabilidad.

TABLA 4. Cuadrados medios del análisis de varianza para proliferación y porcentaje de grano (Tibaitatá, 1977).

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados Medios	
		Proliferación	Porcentaje grano
Replicación	3	6,60	18,57
Densidad siembra (D)	4	1,08	22,45
Genotipos (G)	3	15,25**	17,37
D x G	12	2,23	33,67
Error (a)	57	1,09	21,16
Tratamiento	19	4,04**	28,74
Planta	9	0,49	25,59
Error (b)	540	0,73	19,66
Residual	152	0,17	18,40
Total	799	0,82	20,02
Coefficiente de variación %		1,21	54,34
Promedio		0,75	0,43

\*\* Significancia al nivel del 1% de probabilidad.

TABLA 5. Coeficiente de correlación entre pares de características estudiadas (Tibaitatá, 1977).

Variable	2	3	4	5	6	7	Tratamientos
1. Altura planta	0,66**	0,37**	0,19**	0,09	0,32**	0,03	0,32**
2. Altura mazorca		0,43**	0,25**	0,03	0,19**	0,07	0,20**
3. Número hojas			0,28**	-0,05	0,25**	0,06	0,26**
4. Maz./planta				-0,03	0,14*	-0,07	0,14*
5. Proliferación					0,17**	-0,06	0,17**
6. Genotipos						0,00	0,99**
7. Densidad siembra							0,06

\* Significancia al nivel del 5% de probabilidad.

\*\* Significancia al nivel del 1% de probabilidad.

TABLA 6. Coeficiente de correlación entre pares de características estudiadas (Tibaitatá, 1977).

Variable	2	3	4	5	6	Rendimiento
1. Peso húmedo	0,40**	0,39**	0,35**	0,37**	0,05	0,75**
2. No. mazorcas		-0,16	-0,48**	-0,45**	-0,01	-0,02
3. Genotipos			0,60**	0,61**	-0,09	0,40**
4. Densidad siembra				0,99**	0,25	0,72**
5. Tratamiento					0,24	0,74**
6. Maz./planta						0,32**

\*\* Significancia al nivel del 1% de probabilidad.

**TABLA 7. Coeficiente de correlación entre pares de características estudiadas (Tibaitatá, 1977).**

Variable	Peso total	Peso tusa	Peso grano	Días siembra
Conteo	0,94**	0,938**	0,894**	0,991**
Peso total		0,997**	0,959**	0,944**
Peso tusa			0,958**	0,938**
Peso grano				0,896**

\*\* Significancia al nivel del 1% de probabilidad.

**TABLA 8. Coeficientes de regresión (b), coeficiente de correlación (r) y coeficiente de determinación ( $r^2$ ) para los genotipos en sus cinco densidades de siembra (Tibaitatá, 1977).**

Características	b	r	$r^2$
Todas vs. rendimiento			
Peso seco grano	0,68**	0,68**	0,46
Peso seco tusa	0,16**	0,76**	0,58
Peso seco total	0,49**	0,72**	0,52
Peso seco capacho	0,17**	0,76**	0,58
Capa negra	0,60**	0,75**	0,56
Período efectivo llenado grano	0,25**	0,82**	0,67

\*\* Significancia a nivel del 1% de probabilidad.

**TABLA 9. Coeficiente de correlación (r) para los genotipos a las densidades de siembra estudiadas (Tibaitatá, 1977).**

Características	Densidades de siembra				
	40.000	45.000	50.000	55.000	60.000
<b>Todas vs. rendimiento</b>					
Peso seco grano	0,948	0,667	0,893	0,731	0,700
Peso seco tusa	0,827	0,835	0,888	0,968	0,865
Peso seco total	0,918	0,727	0,893	0,823	0,761
Peso seco capache	0,880	0,801	0,905	0,700	0,794
Días a formación capa negra	0,985	0,962	0,938	0,941	0,758
Período efectivo llenado grano	0,924	0,870	0,866	0,647	0,869
Porcentaje de humedad	- 0,938	- 0,770	- 0,254	- 0,684	- 0,883