

SELECCION RECURRENTE FENOTIPICA POR NUMERO DE MAZORCAS Y RENDIMIENTO POR
PLANTA EN UN CRUZAMIENTO INTERVARIETAL DE MAIZ (Zea mays L.)

POR

ENRIQUE ARIAS FANDIÑO

||

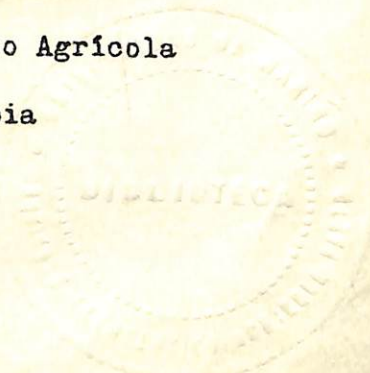
Tesis de Grado presentada como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

MANUEL TORREGROZA CASTRO, I.A., Ph.D.

Presidente de Tesis

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
Instituto Tecnológico Agrícola
Pasto, Colombia

1.970



635.6
A696

II

"Las ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de Grado son de responsabilidad exclusiva de sus autores". Artículo 10. del Acuerdo No. 324 (Octubre 11) de 1.966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Doncueron : Julio 20/70.

III

A mis padres

A mis hermanos

A mis familiares

Dedico

IV

El autor expresa sus agradecimientos al Dr. Manuel Torregroza Cas
tro, I.A., Ph.D., al Programa Nacional de Maíz y Sorgo del Instituto
Colombiano Agropecuario (I.C.A.) y a las personas que en una u otra for
ma colaboraron en la elaboración de este trabajo.

CONTENIDO

	Página
I - INTRODUCCION	1
II - REVISION DE LITERATURA	3
1. Selecciones recurrentes	3
2. Selección recurrente fenotípica	4
3. Varianza genotípica	9
III - MATERIALES Y METODOS	12
1. Cruzamiento intervarietal (Blanco Rubí x Rocamex V.7) S6	12
2. Diacol V.551	12
3. Localidad	12
4. Técnica de campo	13
5. Diseño experimental.	19
6. Caracteres estudiados.	19
6.1 Altura de la planta.	19
6.2 Altura de la mazorca superior.	21
6.3 Número de mazorcas por planta.	21
6.4 Peso de la mazorca superior.	21
6.5 Longitud de la mazorca superior.	21
6.6 Porcentaje de humedad.	21
6.7 Rendimiento en kilogramos por hectárea.	21
IV - RESULTADOS Y DISCUSION	23
V - CONCLUSIONES	37

VI

	Página
VI - RESUMEN	39
VII - SUMMARY	41
VIII - BIBLIOGRAFIA.	43
IX - APENDICE	46

VII

ILUSTRACIONES

FIGURAS		Página
1	Esquema de la estratificación que se usó para la obtención del ciclo I.	14
2	Planta seleccionada por dos mazorcas.	15
3	Planta seleccionada por tres mazorcas.	16
4	Esquema de la estratificación que se usó para la obtención de los ciclos II y III.	20
5	Efecto de tres ciclos de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por <u>plan</u> ta en los caracteres rendimiento en kilogramos por hectárea, número de mazorcas por planta y longitud de la mazorca superior en la variedad ICA V. 552.	27
6	Efecto de tres ciclos de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por <u>plan</u> ta en los caracteres peso de la mazorca superior, <u>al</u> tura de la planta, altura de la mazorca y porcentaje de humedad en la variedad ICA V. 552.	28
7	Detalle de una planta prolífica.	31
8	Detalle de una planta prolífica.	32

VIII

TABLAS

Página

- I Genealogía y origen de los tratamientos utilizados en este estudio. 18
- II Promedios correspondientes al rendimiento en kilogramos por hectárea al 15% de humedad, número de mazorcas por planta, longitud, peso y altura de la mazorca superior, altura de la planta y porcentaje de humedad, después de tres ciclos de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta. 24
- III Cuadrados medios del análisis de varianza del peso seco por parcela, número de mazorcas por planta, longitud, peso y altura de la mazorca superior, altura de la planta y porcentaje de humedad, después de tres ciclos de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta. 25
- IV Promedios correspondientes al rendimiento. (A); número de mazorcas por planta. (B); longitud de la mazorca superior. (C); peso de la mazorca superior. (D); Altura de la planta. (E); Altura de la mazorca superior. (F); y porcentaje de humedad. (G); después de tres ciclos de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta. Datos combinados de tres años en una localidad. 26

IX

TABLAS DEL APENDICE

Página

- I Promedios correspondientes al rendimiento en kilogramos por hectárea al 15% de humedad, número de mazorcas por planta, longitud, peso y altura de la mazorca superior, altura de la planta y porcentaje de humedad, después de un ciclo de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta. 47
- II Cuadrados medios del análisis de varianza del peso por parcela, número de mazorcas por planta, longitud, peso y altura de la mazorca superior, altura de la planta y porcentaje de humedad, después de un ciclo de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta. 48
- III Promedios correspondientes al rendimiento en kilogramos por hectárea al 15% de humedad, número de mazorcas por planta, longitud, peso y altura de la mazorca superior, altura de la planta y porcentaje de humedad, después de dos ciclos de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta. 49
- IV Cuadrados medios del análisis de varianza del peso seco por parcela, número de mazorcas por planta, longitud, peso y altura de la mazorca superior, altura de la planta, y porcentaje de humedad, después de dos ciclos de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta. 50

SELECCION RECURRENTE FENOTIPICA POR NUMERO DE MAZORCAS
Y RENDIMIENTO POR PLANTA EN UN CRUZAMIENTO INTERVARIE-
TAL DE MAIZ (Zea mays L.) (+)

Por

Enrique Arias Fandiño

I. INTRODUCCION.

El maíz (Zea mays L.) es uno de los cultivos más importantes de América por el área cultivada, por el valor de la cosecha y por su amplia utilización en la alimentación y en la industria.

En Colombia puede aumentarse la producción de maíz en dos formas; involucrando áreas potenciales para este cultivo, o elevando los rendimientos unitarios por unidad de superficie en las zonas actuales de producción, lo cual puede lograrse en parte con la ayuda del fitomejoramiento. Esto último es de gran importancia en aquellas zonas, donde debido a las condiciones predominantes de minifundio, se necesita producir más por unidad de superficie, con el fin de satisfacer las necesidades nutricionales más elementales de sus habitantes.

(+) Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia del doctor Manuel Torregroza C. a quien el autor expresa sus agradecimientos.

Uno de los propósitos del Programa Nacional de Maíz y Sorgo, del Instituto Colombiano Agropecuario (I.C.A.), es la producción de variedades mejoradas, pues se adaptan mucho mejor que los híbridos obtenidos de líneas endocriadas a las condiciones ecológicas de la región. Además, los agricultores alejados de los centros de distribución de semillas mejoradas, pueden una vez adquirida la semilla básica, seguirla obteniendo en sus sucesivas siembras, principalmente en aquellos departamentos que carecen de adecuadas vías de transporte.

El presente trabajo se planeó con el objeto de estudiar la efectividad de diversos ciclos de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta en un cruzamiento intervarietal de maíz.

Este trabajo se inició en el año 1966 en la Estación Agropecuaria Experimental "Obonuco", en colaboración con el Programa Nacional de Maíz y Sorgo del Instituto Colombiano Agropecuario, I.C.A.

II. REVISION DE LITERATURA.

Sprague (26), hace una breve reseña histórica del desarrollo de los métodos de mejoramiento usados en maíz, así:

1o. - A comienzos del presente siglo se usaron ampliamente, la selección masal y la selección de mazorca por surco, con resultados poco satisfactorios para aumentar el rendimiento.

2o. - De 1920 a 1950, los resultados espectaculares obtenidos con el uso de los maíces híbridos, hicieron abandonar temporalmente la selección masal, como método de mejoramiento.

3o. - Por el año de 1950, las grandes ganancias obtenidas con los híbridos comerciales, fueron reduciéndose y se pensó que la variabilidad genética de las poblaciones de maíz, por lo menos, en los Estados Unidos de América, se había agotado. Esto fué la base para los estudios de Robinson, Comstock y Harvey (20) y de Lindsey, Lonnquist y Gardner (11), los cuales indicaron que la selección dentro de las variedades debería estudiarse de nuevo.

1. Selecciones Recurrentes.

✓ Según Lonnquist (13), las selecciones recurrentes consisten en una serie de ciclos de selección, en donde se escogen los mejores fenotipos de una población heterogénea y heterocigota; con una subsecuente recombinación de los genotipos seleccionados. La diferencia esencial de los diversos métodos de selección recurrente radica en el tipo de probadores usados, exceptuando la selección recurrente fenotípica en donde no se utilizan probadores.

Allard (1), divide en cuatro los métodos de selección recurrente, así:

1o. - Selección recurrente simple, selección recurrente fenotípica o selección masal.

2o. - Selección recurrente por habilidad combinatoria general, propuesto por Jenkins (9).

3o. - Selección recurrente por habilidad combinatoria específica, propuesto por Hull (8).

4o. - Selección recurrente recíproca, propuesto por Comstock, Robinson y Harvey (4).

Según Lonnquist (12), los factores que afectan el progreso al usar las selecciones recurrentes en el mejoramiento de poblaciones de maíz, son:

- 1.- Variabilidad Genética.
 - 2.- Tipo de acción genética.
 - 3.- Heredabilidad.
 - 4.- Número de caracteres usados en selección.
 - 5.- Cantidad de ligamiento presente.
2. Selección Recurrente Fenotípica.

La selección recurrente fenotípica, es un sistema metódico y continuo de selección masal, empleado principalmente en el mejoramiento de poblaciones heterocigotas de maíz. Es el método de mejoramiento

más antiguo y sencillo, Sprague (24).

 El método tiene por objeto escoger de un grupo de fenotipos, los más deseables, los cuales se entrecruzan libremente y se cosechan; las semillas resultantes se mezclan, sin prueba de progenie, para formar un ciclo de selección el cual, a su vez sirva de base para el siguiente ciclo (generación) Angeles Arrieta (2).

Sprague (24), afirmó que hay una carencia casi completa de literatura o información precisa acerca de la efectividad de la selección masal, puede haber sido razonablemente efectiva para modificar el rendimiento del grano.

Richey (18), indicó que la selección masal ha sido importante en el mejoramiento del maíz, para adaptar una variedad a ambientes diferentes.

East (1907), citado por Richey (18), expresó que se obtiene una mayor eficiencia, seleccionando por dos mazorcas que por una, lo que demostró por el gran potencial productivo de las variedades prolíficas.

Sprague, Miller y Brimhall (23), publicaron resultados sobre la efectividad de dos métodos de selección para aumentar el contenido de aceite en el grano de maíz. La ganancia con selección recurrente fué de 0,41% por ciclo, y de 0,13% por ciclo, para el método de autofecundaciones. Los autores estiman que el método de selección recurrente será efectivo hasta donde la variabilidad genética de la población lo permita.

✓ Smith y Brunson (1925), citados por Gardner (6), concluyeron que la selección masal (recolección de las mazorcas de las plantas sobresalientes en el campo), es tan efectiva para mejorar el rendimiento como el mejoramiento de mazorcas por surco y que por medio de una selección masal se puede conservar y tal vez aumentar el rendimiento de una variedad bien adaptada de maíz.

En los últimos años se han dado posibles explicaciones sobre el aparente fracaso de los primeros mejoradores que trabajaron por selección masal, para aumentar el rendimiento en maíz. Angeles Arrieta (2), Sprague (25) y Lonnquist (15):

- 1o. - Técnica experimental de campo deficiente.
- 2o. - Ausencia de control biparental.
- 3o. - Los caracteres seleccionados, no estaban correlacionados con rendimiento.
- 4o. - Baja intensidad de selección para rendimiento.
- 5o. - Basarse en una selección fenotípica, en donde las diferencias observadas son el resultado de la interacción de un genotipo por un ambiente.

✓ Angeles Arrieta (2), comentó que los estudios realizados por un grupo de genetistas en los Estados Unidos de América, propiciaron el hallazgo de que en variedades de la faja maicera de dicho país, había considerable variabilidad genética aditiva, requisito principal para efectuar progreso por selección masal.

Gardner (6), presentó un trabajo en Nebraska, sobre selección masal en donde incluye las siguientes modificaciones al método tradicional, así:

1o. - Siembra en lotes aislados.

2o. - Selección por rendimiento y buenas características agronómicas.

3o. - Estratificación dentro del lote, con el objeto de reducir la variación ambiental.

✓ Gardner (6), al trabajar con la variedad de maíz a libre polinización Hays Golden, por selección masal, obtuvo un aumento de rendimiento de 22,8%, después de cuatro ciclos de selección. El porcentaje relativo de humedad en el grano, en el tiempo de la cosecha fué usado como medida de su madurez y aumentó en 8% sobre la variedad original.

Al continuar con este trabajo, Arboleda (3), encontró un aumento de rendimiento de 46%, después de ocho ciclos de selección masal.

✓ Sarria (22), al trabajar en el C.N.I.A. "Palmira" con las variedades ETO y Diacol V. 351 por medio del sistema de selección masal, basado en el rendimiento de plantas previamente seleccionadas, después de tres ciclos de selección encontró que la selección masal no fué efectiva en la variedad ETO; en la variedad Diacol V. 351 encontró diferencias significativas entre la variedad original y los tres ciclos de selección, pero no entre los ciclos. La causa de estos resultados los atribuye al tipo de material usado como base para la selección, así como que pudieron existir algunas fallas mecánicas o presión de selección no adecuada al usar el sistema de selección masal.

ⓧ Rivera y Llano (19), al trabajar en la evaluación del método modificado de Gardner, empleando las variedades ETO y Diacol V. 351, obtuvieron resultados positivos en el aumento de rendimiento con las selecciones masales, en las dos variedades. La variedad ETO aumentó en forma progresiva hasta alcanzar un 10% sobre la variedad original en el ciclo III de selección masal. La variedad Diacol V.351, presentó un aumento de 18% en el primer ciclo, manteniéndose constante y casi sin alteración hasta el ciclo III de selección masal.

✓ Torregroza (27), comenzó un trabajo de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas por planta en el año de 1956, con la variedad de maíz colombiano Harinoso Mosquera en dos sub-poblaciones (Variedad Original y Variedad Sintética); después de ocho ciclos de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas por planta, encontró para la variedad original un aumento de 23,9% para el número de mazorcas por planta y de 11,2% para el rendimiento.

Los resultados después de seis ciclos de selección por número de mazorcas por planta para la variedad sintética mostraron un aumento de 33,6% en términos de mazorca por planta, mientras que el incremento de rendimiento fué de 22,5%.

✓ Lonquist (16), al trabajar por selección fenotípica masal para prolificidad en la variedad Hays Golden, encontró un aumento para rendimiento de 25,2%, después de tres ciclos de selección. Dicho autor, anotó las siguientes ventajas de la selección masal, así:

- 1o. - La duración del ciclo es mínima.
- 2o. - Ofrece oportunidades para máxima recombinación.
- 3o. - Permite una máxima utilización de la variabilidad genética.
- 4o. - Las intensidades de la selección son máximas.
- 5o. - Poblaciones seleccionadas disponibles para inmediata distribución a los productores, después de cada generación.

Angeles Arrieta (2), a su vez, señaló como características más importantes de la selección masal las siguientes:

- ✓ 1o. - Selección fenotípica de plantas individuales que presentan características especiales.
- 2o. - No hay control de la polinización.
- 3o. - La selección está basada en la planta materna o fenotipo femenino, dado que se tiene como padre una muestra al azar del polen de diverso origen.

3. Varianza Genotípica.

Wright (28), citado por Robinson (21), señaló tres componentes de varianza genética, así:

- 1o. - Varianza genética aditiva.
- 2o. - Varianza debido a efectos dominantes de los genes.
- 3o. - Varianza debida a desviaciones epistáticas.

✓ Angeles Arrieta (2)³, afirmó que el factor primordial para obtener progreso por selección masal es la presencia de variabilidad genética del tipo aditivo. x

"El mejoramiento dentro de poblaciones, puede ser de gran importancia para la máxima utilización de la heterosis exhibida por los cruzamientos intervarietales. La varianza genética presente en una variedad o las proles del cruzamiento de dos variedades, está compuesta de una porción aditiva y otra no aditiva. El mejoramiento de una población, por selección, depende de la variedad genética aditiva presente en ella", Lonnquist (13).

Lonnquist (14), afirmó en relación a la capacidad de combinación que la variabilidad genética observada en maíz se divide en dos grupos:

- 1o. - Habilidad combinatoria general, la cual incluye efectos genéticos del tipo aditivo y tipos aditivos de epístasis; y
- 2o. - Habilidad combinatoria específica, incluye efectos genéticos no aditivos, como: dominancia, epístasis y otros.

Robinson, Comstock y Harvey (20), al estudiar la variación genética de tres variedades de maíz de Estados Unidos de América, encontraron considerable varianza genética para rendimiento. Para ocho caracteres en total estudiados, la varianza genética aditiva fué mayor que la varianza debida a desviaciones dominantes.

Sprague, Russel y Penny (25), al trabajar con selecciones recurrentes por habilidad combinatoria específica, encontraron después de dos ciclos de selección, que la variabilidad genética de la población estudiada se disminuyó aún cuando persistía cierta varianza genética aditiva.

Gardner y Lonnquist (5), en estudios de cruzamientos simples de líneas en generaciones avanzadas, encontraron que estos exhibían más

varianza genética aditiva que las poblaciones originales.

Moll, Robinson y Cockerham (17), en estudios de cruzamientos de variedades en generaciones avanzadas, informaron que estos exhibieron más varianza genética aditiva que las poblaciones originales.

Lonnquist (13), al trabajar con la variedad de maíz Krug Yellow Dent, después de dos ciclos de selección recurrente por habilidad combinatoria general, encontró que en dicha población la varianza genética aditiva había disminuído; sin embargo los rendimientos aumentaron.

Linsey, Lonnquist y Gardner (11), en estudios realizados en Nebraska, hallaron considerable varianza genética del tipo aditivo en variedades de maíz de libre polinización en la faja maicera de Estados Unidos de América. En estas poblaciones los estimativos de la varianza debido a dominancia, fueron menores que los de varianza genética del tipo aditivo.

Lonnquist (13), anotó que en estudios intensivos sobre la caracterización de las varianzas genéticas para rendimiento en variedades de maíz, han demostrado la presencia de considerable varianza genética aditiva y su mayor magnitud relativa a la varianza genética no aditiva, todo lo cual indica grandes oportunidades para el mejoramiento de las poblaciones mediante el empleo de técnicas adecuadas de selección.

III. MATERIALES Y METODOS

1. Cruzamiento Intervarietal (Blanco Rubí x Rocamex V.7).

Para este estudio se utilizó la generación avanzada (S_6) del cruzamiento intervarieta (Blanco Rubí x Rocamex V.7). Se caracteriza por plantas de elevada altura, mazorcas de inserción alta, tallos coloreados y vigorosos, grano blanco fino, profundo y de tusa relativamente delgada, con período vegetativo de 320 días en las condiciones ambientales de la Estación Agropecuaria Experimental "Obonuco".

El cruzamiento (Blanco Rubí x Rocamex V.7) se obtuvo en el C.N.I.A. "Tibaitatá", en el año de 1960, siendo uno de los que presentó mayor adaptabilidad a las condiciones ambientales de la Estación Agropecuaria Experimental "Obonuco", en donde se ha sembrado en lotes aislados, seleccionándose masalmente hasta la sexta generación, material que se distribuyó a los agricultores con el nombre de ICA V. 552. A partir de esta variedad se iniciaron los ciclos de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta.

2. Diacol V. 551.

Variedad comercial, de grano blanco fino, la cual se usó como testigo.

3. Localidad.

El trabajo al cual se refiere este estudio se llevó a cabo en la Estación Agropecuaria Experimental "Obonuco" (Pasto, Nariño, Colombia), la cual presenta los siguientes datos ambientales: altitud 2.710

metros; precipitación pluvial 790 milímetros y temperatura de 13,2°C. promedio de 15 años para ambos datos.

4. Técnica de campo.

En base a esta variedad seleccionada y adaptada a la zona fría del Departamento de Nariño, se sembró un lote aislado en 1.965, con una extensión aproximada de media hectárea; usando un sistema de siembra en cuadro con distancias de 92 centímetros, depositando 5 granos por sitio; se raleó, dejando tres plantas por sitio.

El lote aislado se estratificó en 5 sub-bloques, de 5 surcos de ancho por 25 sitios de largo, a manera de replicaciones, con el objeto de obtener datos representativos de todo el lote, (Figura 1). En cada uno de estos sub-bloques se seleccionaron 125 plantas, dentro de una población aproximada de 375 plantas, lo cual da un total de 625 plantas seleccionadas, de las cuales 125 se tomaron como margen de seguridad para prevenir posibles pérdidas y obtener un dato final de 500 plantas seleccionadas.

✓ La selección se efectuó teniendo en cuenta los siguientes aspectos: más de una mazorca por planta, buen tipo agronómico, plantas presentes en sitios de tres plantas y competencia en todas las direcciones.

✓ Las plantas seleccionadas se identificaron mediante tiquetes numerados y se tomaron datos de altura de la planta, altura de la mazorca superior y número de mazorcas por planta.

Las Figuras 2 y 3 muestran los principales caracteres que se tuvieron en cuenta en la selección.

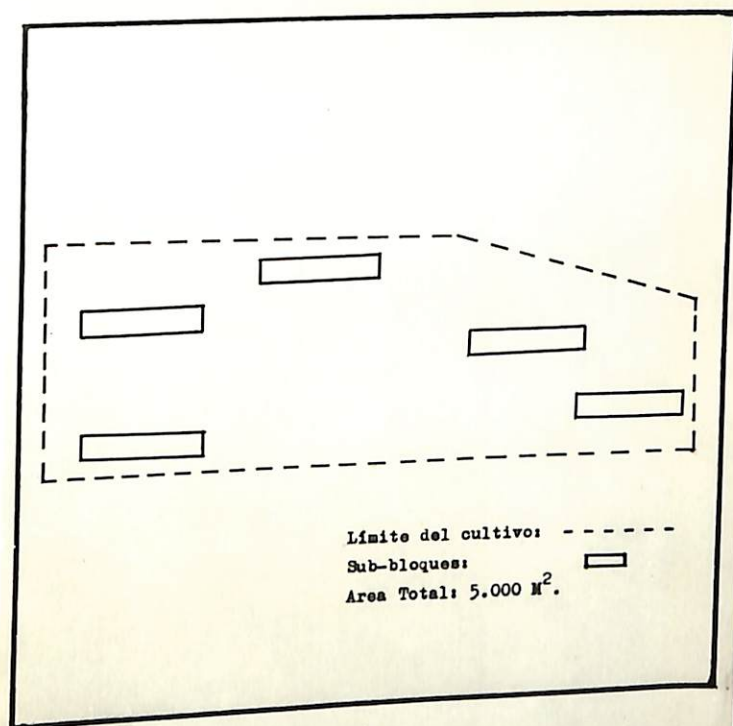


FIGURA 1.- Esquema de la estratificación que se usó para la obtención del ciclo I. Cada sub-bloque tuvo un área de 109,25 m² y una población aproximada de 375 plantas, de las cuales se seleccionaron 125.



FIGURA 2.- Planta seleccionada por dos mazorcas.

Foto: El autor.



FIGURA 3.- Planta seleccionada por tres mazorcas.

Foto: El autor.

Al completar su período vegetativo, el material se recolectó; tomando el total de mazorcas de cada planta, se desgranó por separado y se determinó el porcentaje de humedad a 20 muestras (mazorcas) tomadas al azar; debido a la poca variabilidad en el porcentaje de humedad de estas muestras, se decidió fijar el promedio de ellas (19%) como representativo de la población.

El material se sometió a secamiento hasta alcanzar una humedad del 12%, con el cual se determinó el peso de los granos por planta. En base al peso, se usó un nuevo índice de selección, consistente en escoger el producto de las 100 plantas de mayor rendimiento.

✓ El material así seleccionado se mezcló mecánicamente entre sí, utilizando igual proporción de gramos (250 gramos) de cada una de las plantas.

✓ En el año de 1966, con la semilla así obtenida, se sembró un lote aislado de una hectárea aproximadamente, para obtener el ciclo I de selección recurrente fenotípica, usando un sistema de siembra igual al descrito para el primer lote aislado.

✓ En este nuevo lote se efectuó la selección recurrente fenotípica por número de mazorcas por planta para obtener el ciclo II, usando un procedimiento igual al descrito para la obtención del ciclo I, con la excepción de que se aumentó el número de sub-bloques (replicaciones) a 25, de 5 surcos de ancho por 5 sitios de largo, para obtener una representación mayor del lote (Figura 4). En cada uno de estos sub-bloques se seleccionaron 25 plantas, dentro de una población aproximada de 75 plantas. En esta forma se obtuvieron 625 plantas seleccionadas, de las

cuales 125 corresponden a las plantas seleccionadas como margen de seguridad y obtener un dato final de 500 plantas seleccionadas.

Con la semilla así obtenida en el año de 1967 se sembró un lote aislado para obtener el ciclo III, siguiendo el mismo sistema empleado para la obtención del ciclo II.

Para evaluar la posible ganancia en rendimiento, a la continuación de cada ciclo de selección se efectuó un ensayo de rendimiento, en el cual se incluyó cada ciclo obtenido, la variedad original y un testigo.

La genealogía y origen de los tratamientos utilizados en el último ensayo de rendimiento de este estudio se muestran en la Tabla I.

Los ensayos de rendimiento se efectuaron en una localidad.

Tabla I.- Genealogía y origen de los tratamientos utilizados en este estudio.

No. de tratamientos	Genealogía	Origen
1	(Blanco Rubí x Rocamex V.7) S ₆ = ICA V. 552	Ob. 64-65
2	ICA V. 552 (2 MI)	Ob. 65-66
3	ICA V. 552 (2 MII)	Ob. 66-67
4	ICA V. 552 (2 MIII)	Ob. 67-68
5	Diacol V. 551 (testigo)	Tib. 65

En donde:

2 M = Selección por más de una mazorca.

Número romano = Ciclos de selección.

Ob. = Obonuco.

Tib. = Tibaitatá.

5. Diseño Experimental.

En los ensayos de rendimiento se usó el diseño de bloques completos al azar de 3, 4 y 5 tratamientos para los ensayos 1, 2 y 3 respectivamente. Se usaron 30 replicaciones, con parcelas de 1 x 10 sitios, o sea un surco de 10 sitios, con distancias entre y dentro de surcos de 0,92 metros.

El área de cada parcela fué de 8,46 metros cuadrados (m^2). En cada sitio se sembraron 5 semillas, para ralea luego a 3 plantas y se efectuaron labores culturales de desyerba, aporque, fertilización y control de insectos.

En el momento de la cosecha se tomaron 10 plantas al azar de cada una de las parcelas en los tres ensayos, teniendo presente la competencia y se midieron los siguientes caracteres:

6. Caracteres estudiados.

6.1. Altura de la planta. - Medida comprendida desde el primer nudo del tallo hasta el extremo superior de la espiga.

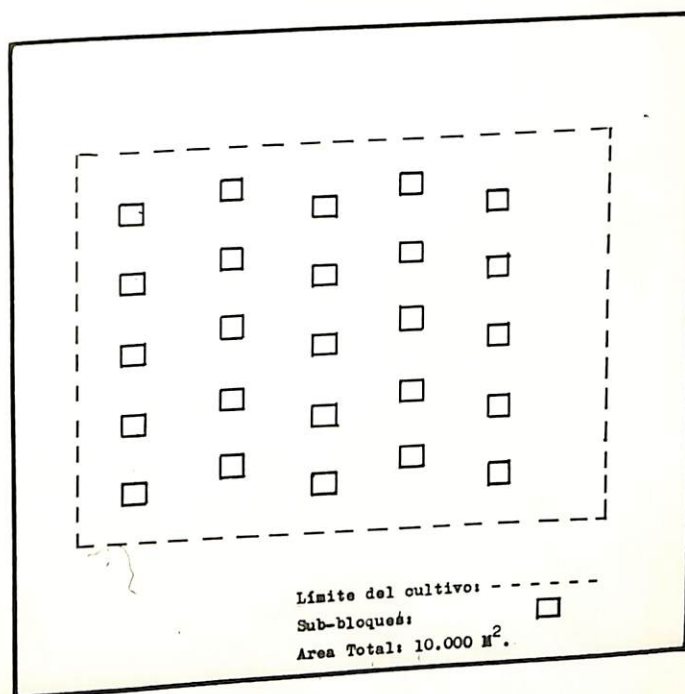


FIGURA 4.-- Esquema de la estratificación que se usó para la obtención de los ciclos II y III. Cada sub-bloque tuvo un área de $22,56 \text{ m}^2$ y una población aproximada de 75 plantas de las cuales se seleccionaron 25.

6.2. Altura de la mazorca superior.- Medida comprendida desde el primer nudo del tallo hasta el nudo donde está insertada la primera mazorca de arriba hacia abajo.

6.3. Número de mazorcas por planta.- Número total de mazorcas en cada planta.

6.4. Peso de la mazorca superior.- Medida en gramos de la mazorca superior.

6.5. Longitud de la mazorca superior.- Medida en centímetros de la base hasta el extremo

de la mazorca.

6.6. Porcentaje de humedad.- Contenido de humedad en porcentaje por parcela al momento de la cosecha. Se determinó mediante un aparato eléctrico marca "Steinlite".

6.7. Rendimiento en kilogramos por hectárea al 15% de humedad.- Se calculó en base al peso húmedo total por parcela mediante el siguiente proceso:

$$P.H. \times A.P. = P.H.C.$$

$$P.H.C. \times \frac{M.S.}{100} = P.S.$$

$$P.S. \times F.C. = \text{Rendimiento en Kg./ha. al 15\% de humedad.}$$

En donde:

P.H. = Peso húmedo

A.P. = Ajuste de población

P.H.C. = Peso húmedo corregido

M.S. = Materia seca

P.S. = Peso seco

F.C. = Factor de conversión (1.182)

El ajuste de población se obtiene de acuerdo a la fórmula:

$$\frac{H - (M \times 0,3)}{H - M.}$$

$$H - M.$$

En donde:

H = Población completa

M = Sitios faltantes

0,3 = Constante.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

La Tabla II muestra los promedios obtenidos en los caracteres agronómicos estudiados, después de tres ciclos de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta.

La Tabla III muestra los cuadrados medios obtenidos del análisis de varianza y las comparaciones entre los caracteres en estudio.

En la Tabla IV se presentan los datos promedios combinados obtenidos para los diferentes caracteres; para la variedad original y el ciclo I se presenta el promedio de tres ensayos de rendimiento, para el ciclo II, el promedio de dos ensayos de rendimiento y el ciclo III, el promedio de un ensayo.

Los resultados discutidos se hacen en relación a la variedad original ICA V. 552, tomando para esta un valor de cien por ciento.

Al comparar los diversos ciclos de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta, se observa en general una ganancia o incremento a través de cada ciclo, respecto a la variedad original y al ciclo precedente para los caracteres rendimiento en kilogramos por hectárea, número de mazorcas por planta, longitud de la mazorca superior, peso de la mazorca superior, altura de la planta, altura de la mazorca superior y porcentaje de humedad (Tabla II, Figuras 5 y 6).

Al comparar los diversos ciclos en estudio podemos expresar:

TABLA II. - Promedios correspondientes al rendimiento en kilogramos por hectárea al 15% de humedad, número de mazorcas por planta, longitud, peso y altura de la mazorca superior, altura de la planta y porcentaje de humedad, después de tres ciclos de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta. (Obonuco 1968-1969) 1/

V A R I E D A D E S	Rendimiento al 15% de humedad. 2/ kg./ha		M A Z O R C A		S U P E R I O R		Altura de planta		Porcentaje de humedad	
	No.	%Var.Orig.	Longitud cms.	%Var.Orig.	gr.	%Var.Orig.	cms.	%Var.Orig.	cms.	%Var.Orig.
ICA V. 552	4.610	100	1,24	100,0	15,8	100,0	162,0	100,0	135,3	100,0
ICA V. 552 (2MI)	5.437	118	1,32	106,5	16,4	103,8	167,0	110,6	274,9	105,2
ICA V. 552 (2MII)	5.792	126	1,41	113,7	16,9	107,0	172,0	107,9	275,0	105,3
ICA V. 552 (2MIII)	6.028	131	1,45	116,9	16,8	106,3	172,0	159,8	280,8	107,5
Diacol V.551 (testigo)	4.610	100	1,28	103,2	15,6	98,7	145,0	89,5	143,3	105,9
5%	296		0,07		0,3			1,2	8,7	4,5
D. M. S.	390		0,09		0,4			1,6	11,5	5,9
										1,0

1/ Datos de un año en una localidad. Promedio de 30 Replicaciones.

2/ Rendimiento en kg./ha; los demás caracteres: promedio de 10 plantas tomadas al azar en cada una de las 30 replications.

TABLA III.- Cuadrados medios del análisis de varianza del peso seco de las mazorcas por parcela, número de mazorcas por planta, longitud, peso y altura de la mazorca superior, altura de la planta y porcentaje de humedad, después de tres ciclos de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta (Obonuco 1.968 - 1.969).

Fuentes de Variación	G.L.	C U A D R A D O S						M E D I O S		Altura de planta	Por - centaje humedad
		Peso seco	Mazorcas por planta	MAZORCA SUPERIOR		Longitud	Peso	Altura			
Replicaciones	29	2,55	0,08 ++	1,28 ++	503,34 ++	447,40	333,67 ++	2,46			
Tratamientos	4	8,99 ++	0,23 ++	10,01 ++	3848,50 ++	2412,23 ++	2866,48 ++	10,09 ++			
Error	116	0,24	0,02	0,40	6,08	292,03	77,47	2,46			
C.V. (%)		10,93	10,44	3,86	1,50	11,63	3,25	5,77			

++ Significativo al nivel del 1% de probabilidad.

TABLA IV. - Promedios correspondientes al rendimiento. (A); Número de Mazorcas por planta. (B); Longitud de la mazorca superior. (C); Peso de la mazorca superior. (D); Altura de la planta. (E); Altura de la mazorca superior. (F); y porcentaje de humedad. (G), después de tres ciclos de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta. Datos combinados de tres años de una localidad. (Obonuco, 1966 - 1969) 1/

VARIEDADES	A Ñ O S						PROMEDIO
	1.966 - 67	%	1.967 - 68	%	1.968 - 69	%	
V.Original							
A. (kgs./ha) ^{2/}	2.009,00	100,0	3.310,00	100,0	4.610,00	100,0	3.310,00
B. (Número)	0,92	100,0	1,43	100,0	1,24	100,0	1,19
C. (cms.)	13,30	100,0	15,80	100,0	15,80	100,0	15,00
D. (gr.)	109,00	100,0	151,00	100,0	162,00	100,0	140,60
E. (cms.)	86,40	100,0	121,20	100,0	135,30	100,0	114,30
F. (cms.)	198,00	100,0	243,90	100,0	261,20	100,0	234,50
G. (%)	27,87	100,0	29,7	100,0	26,00	100,0	27,63
CICLO I							
A. (kgs./ha.)	2.482,00	124,0	4.137,00	125,0	5.437,00	118,0	4.019,00
B. (Número)	0,93	101,1	1,68	117,5	1,32	106,5	1,31
C. (cms.)	14,10	106,0	16,60	105,1	16,40	103,8	15,70
D. (grs.)	125,00	114,7	156,00	103,3	167,00	103,1	149,10
E. (cms.)	98,00	113,4	135,40	111,7	149,60	110,6	127,70
F. (cms.)	211,20	106,7	256,90	105,3	274,90	105,2	247,60
G. (%)	29,38	105,4	30,81	106,0	27,20	104,5	29,10
CICLO II							
A. (kgs./ha.)			4.610,00	139,0	5.792,00	126,0	5.151,00
B. (Número)			1,81	126,6	1,41	113,7	1,60
C. (cms.)			16,70	105,7	16,90	107,0	16,80
D. (grs.)			161,00	106,6	172,00	106,2	166,50
E. (cms.)			136,40	112,5	146,00	107,9	141,20
F. (cms.)			257,10	105,8	275,00	105,3	266,10
G. (%)			31,20	106,7	27,00	103,8	29,00
CICLO III							
A. (kgs./ha.)					6.028,00	131,0	6.028,00
B. (Número)					1,45	116,9	1,50
C. (cms.)					16,80	106,3	16,80
D. (grs.)					172,00	106,2	172,00
E. (grs.)					159,80	118,1	159,80
F. (cms.)					280,80	107,5	280,80

1/ Promedio de 30 repeticiones en cada año.

2/ Rendimiento kilogramos por hectárea al 15% de humedad; los demás caracteres: promedio de 10 plantas tomadas al azar en cada una de las 30 repeticiones.

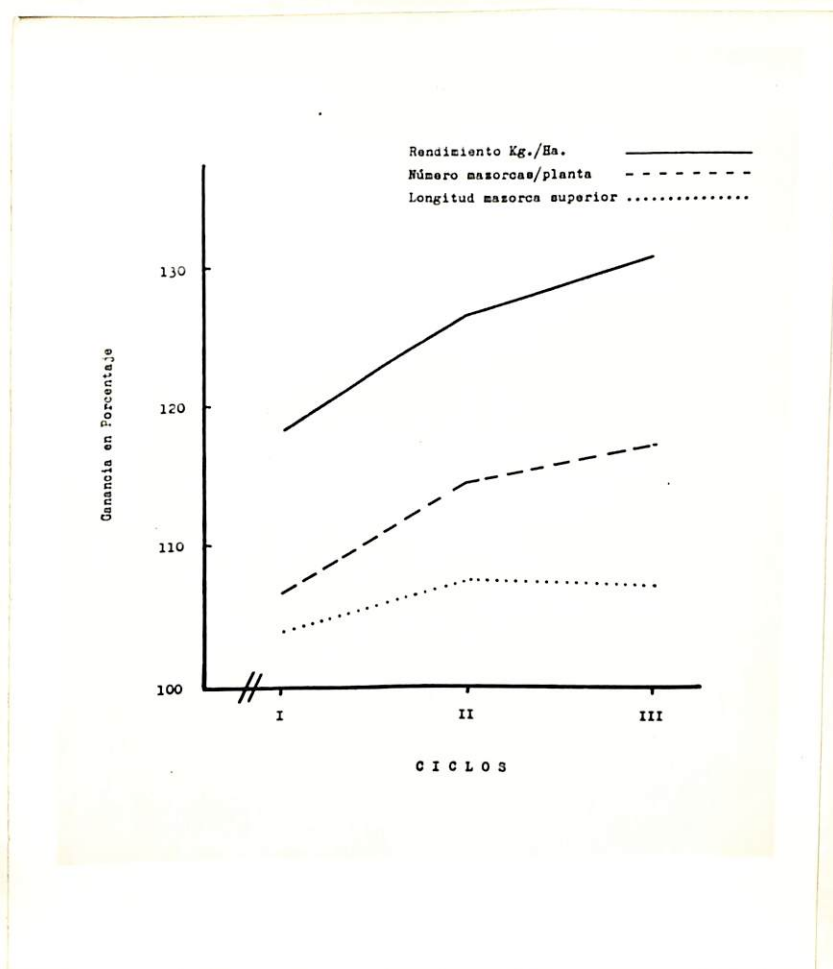


FIGURA 5.- Efecto de tres ciclos de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta en los caracteres rendimiento en kilogramos por hectárea, número de mazorcas por planta y longitud de la mazorca superior en la variedad ICA V. 552 (100%).

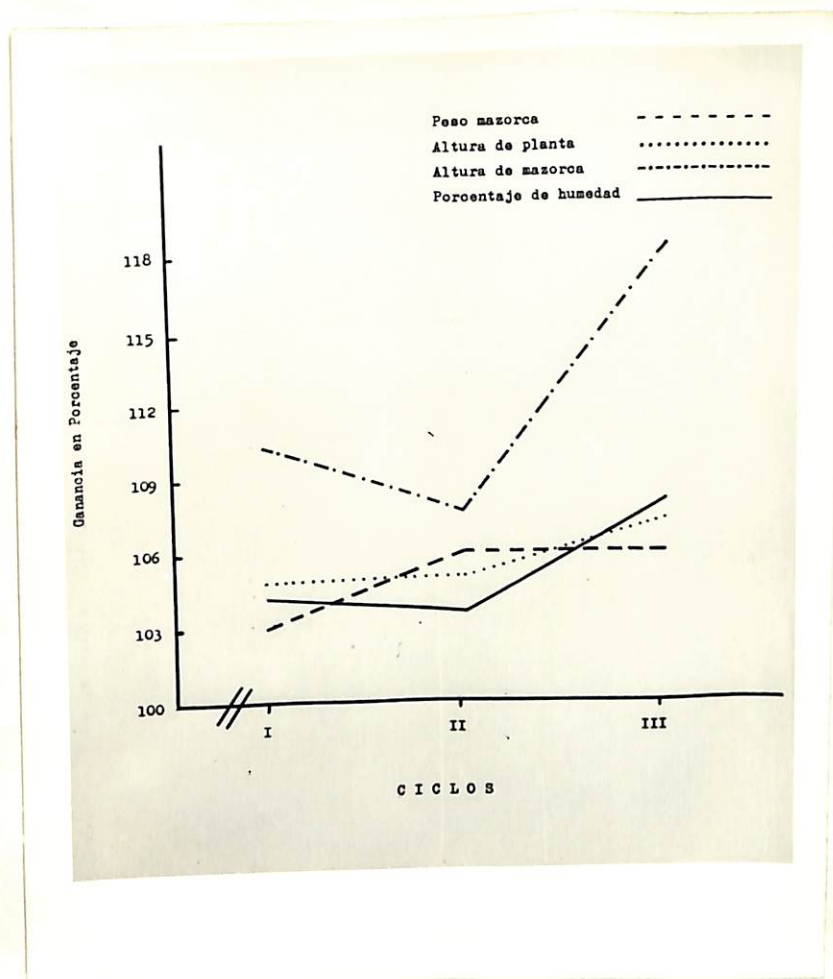


FIGURA 6.- Efecto de tres ciclos de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta en los caracteres peso de la mazorca superior, altura de la planta, altura de la mazorca superior y porcentaje de humedad en la variedad ICA V. 552 (100%).

El ciclo I superó al nivel del 1% de probabilidad a la variedad original en los caracteres: rendimiento en kilogramos por hectárea, longitud de la mazorca superior, peso de la mazorca superior, altura de la planta, altura de la mazorca superior y porcentaje de humedad; superó al nivel del 5% de probabilidad en el carácter número de mazorca por planta.

El ciclo II superó al nivel del 1% de probabilidad a la variedad original en los caracteres en estudio a excepción al porcentaje de humedad que solo fué superado al nivel del 5%. Así mismo, superó al ciclo I al nivel del 1% de probabilidad en el carácter longitud de mazorca superior y al nivel del 5% a los caracteres: rendimiento en kilogramos por hectárea, número de mazorcas por planta, peso de la mazorca superior y altura de la mazorca superior. No se encontraron diferencias a ningún nivel para los caracteres altura de la planta y porcentaje de humedad.

El ciclo III superó al nivel del 1% de probabilidad a la variedad original en todos los caracteres en estudio; superó al ciclo I al nivel del 1% en los caracteres: rendimiento en kilogramos por hectárea, número de mazorcas por planta y peso de la mazorca superior; al nivel del 5% a los caracteres longitud de la mazorca, altura de la planta, altura de la mazorca superior y porcentaje de humedad. Superó al ciclo II al nivel del 1% de probabilidad a los caracteres altura de la mazorca superior y porcentaje de humedad y al nivel del 5% al carácter altura de la planta.

No se encontraron diferencias significativas a ningún nivel entre el ciclo III y el ciclo II para los caracteres número de mazorcas por

planta, longitud de la mazorca superior, peso de la mazorca superior y rendimiento en kilogramos por hectárea.

La variedad testigo, Diacol V.551, fué superada al nivel del 1% de probabilidad en los caracteres rendimiento en kilogramos por hectárea, longitud de la mazorca, peso de la mazorca superior y altura de la planta por el ciclo II y el ciclo III. El ciclo I la superó al nivel del 5% de probabilidad en el carácter porcentaje de humedad.

Respecto a la variedad original no se encontraron diferencias significativas para los caracteres estudiados, con excepción del peso de la mazorca superior, que fué superada al nivel del 1% de probabilidad.

La tendencia ascendente al incremento o ganancia expresada en porcentaje para rendimiento en kilogramos por hectárea, número de mazorcas por plantas y longitud de la mazorca superior se muestra en la Figura 5; los caracteres peso de la mazorca superior, altura de la planta, altura de la mazorca superior y porcentaje de humedad, se muestran en la Figura 6.

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que al aumentar el rendimiento en kilogramos por hectárea y número de mazorcas por planta, también aumentaron los otros caracteres en estudio.

En los ciclos II y III empezaron a presentarse algunas plantas con 4 y 5 mazorcas bien desarrolladas, este hecho, hace pensar que existen genes propicios para producir plantas con gran número de mazorcas, los cuales probablemente son estimulados o coadyuvados por la selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta. Las Figuras 7 y 8 muestran este tipo de plantas.



FIGURA 7.- Detalle de una planta prolífica. Nótese el normal desarrollo de cuatro mazorcas en la planta.

Foto: El autor.



FIGURA 8.- Detalle de una planta prolífica. Nótese el normal desarrollo de cinco mazorcas en la planta.

Foto: El autor.

El método de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta demostró ser más efectivo que la selección recurrente fenotípica por número de mazorcas solamente, porque en un solo ciclo de selección por número de mazorcas y rendimiento por planta se encontró un aumento del 18% en rendimiento, el cual se incrementó hasta el 31% a través de tres ciclos (Tabla II), encontrándose un aumento promedio de 10,33% por cada ciclo de selección, mientras que otros autores al seleccionar por número de mazorcas solamente han encontrado aumentos menores, así: Gardner (6), obtuvo un aumento de 22,8% después de 4 ciclos de selección en la variedad Hays Golden; Lonnquist (16) trabajando con la misma variedad encontró un aumento en rendimiento de 25,2% después de tres ciclos de selección; Rivera y Llano (19) alcanzaron un aumento de 10% en la variedad ETO después de tres ciclos y de 18% en la variedad Diacol V.351 en el primer ciclo, aumento que se mantuvo constante después de tres ciclos; Torregroza (27) encontró un aumento de 11,2% en la variedad Harinoso Mosquera original, después de ocho ciclos de selección y 22,5% en la variedad sintética después de seis ciclos de selección; Arboleda (3), obtuvo un aumento de 46% después de ocho ciclos de selección lo cual da un aumento promedio por ciclo de 5,75%.

Las Tablas I y III del apéndice, muestran los valores promedios para los ensayos de rendimiento individuales del ciclo I y ciclo II respectivamente; estos datos demuestran que la ganancia obtenida en cada ciclo de selección por número de mazorcas y rendimiento por planta es continua, lo cual es indicativo de que los resultados discutidos para el ciclo III obedecen a una ganancia genotípica de tipo aditivo.

El hecho de que los resultados en kilogramos por hectárea de los ensayos del ciclo I y II (Tabla I y II del apéndice), sean bajos en relación a los datos obtenidos en el ensayo del ciclo III, obedecen probablemente a las condiciones adversas que hubo de soportar el cultivo durante su período vegetativo; de igual manera, el menor número de mazorcas por planta en el ensayo del ciclo I puede deberse al hecho de las condiciones adversas que impidieron el normal desarrollo de la segunda mazorca.

Los promedios combinados de los datos de los ensayos de rendimiento (Tabla IV), demuestran que la ganancia obtenida se presentó en forma ascendente a través de los ciclos de selección.

De acuerdo a los resultados de la Tabla III podemos expresar:

En general se hallaron diferencias altamente significativas para las replicaciones, a excepción de los caracteres: altura de la mazorca superior y porcentaje de humedad. Entre los tratamientos (ciclos) se encontraron diferencias altamente significativas para todos los caracteres; en otras palabras, el peso seco, altura de la planta, altura de la mazorca superior, número de mazorcas por planta, longitud de la mazorca superior, porcentaje de humedad y peso de la mazorca, fué diferente en las variedades en cuestión.

El incremento obtenido después de tres ciclos de selección para el rendimiento y el número de mazorcas por planta parece demostrar una alta correlación entre estos dos caracteres, lo cual corrobora lo expresado por Leng (10), quien afirma que el número de mazorcas por planta es un componente primario del rendimiento. Esta afirmación está co-

roborada por Grafius (7), quien afirma que cualquier componente del rendimiento que pueda medirse con mayor precisión que el mismo rendimiento y que esté altamente correlacionado con él, será más efectivo para los programas de selección.

Podemos afirmar que la variedad ICA V.552 posee gran variabilidad genética para la mayoría de los caracteres en cuestión y que gran parte de esa variabilidad es del tipo aditivo de acuerdo con la efectividad que presentó el método de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta para todos los caracteres estudiados, ya que el incremento de estos fué ascendente a través de los tres ciclos de selección. Esta afirmación está de acuerdo por lo expresado por Lonnquist (16), "La enorme variabilidad genética existente en las poblaciones americanas de maíz, aún dentro de los confines de una área dada de adaptación, es bien conocida y apreciada".

Gardner (6) y Lonnquist (16), demostraron la efectividad de la selección masal para mejorar rendimiento y prolificidad en variedades de maíz de la faja maicera de los Estados Unidos de América. Los resultados presentados en este estudio confirman dicha aseveración.

La variedad Diacol V.551, usada como testigo tuvo un comportamiento similar a la variedad ICA V. 552, con resultados en general más bajos que esta variedad y por ende de los tres ciclos de selección.

El hecho de que la variedad original (ICA V.552) y la variedad

testigo (Diacol V.551) hayan presentado un porcentaje de humedad más bajo que los diferentes ciclos de selección, indica que el período ve getativo de éstos aumenta; en otras palabras, estos materiales tienden a ser más tardíos.

V - CONCLUSIONES.

1.- La selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta en el cruzamiento varietal (Blanco Rubí x Rocamex V.7) S₆, (comercialmente ICA V.552), después de tres ciclos de selección tuvo un aumento por parcela así: el número de mazorcas por planta en 16,9 por ciento; la longitud de la mazorca superior en 6,3 por ciento; el peso de la mazorca superior en 6,7 por ciento; la altura de la planta en 7,5 por ciento; la altura de la mazorca superior en 18,1 por ciento; el porcentaje de humedad en 8,3 por ciento y el rendimiento en kilogramos por hectárea en 31 por ciento.

2.- La selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta mostró ser un método efectivo para aumentar la frecuencia de genes propicios que coadyuvan al aumento del rendimiento y la prolificidad. Además es un método más efectivo que la selección recurrente fenotípica por número de mazorcas solamente.

3.- Es un método de mejoramiento sencillo y económico que puede elevar los rendimientos ciclo por ciclo.

4.- El ciclo III de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta superó en forma altamente significativa en los caracteres estudiados a dos variedades comerciales: la variedad original ICA V.552 y la variedad testigo Diacol V.551.

5.- El incremento del rendimiento del ciclo III sobre la variedad original fué de 31%, o sea que aumentó de 4.610 a 6.028 kilogramos por hectárea; este hecho justifica el reemplazo de la variedad comercial ICA V.552 por este nuevo material, para su distribución a los agricultores.

VI. RESUMEN.

El Programa Nacional de Maíz y Sorgo del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), tiene dentro de sus proyecto la producción de variedades mejoradas de alto rendimiento.

En el año de 1966 se comenzó en la Estación Agropecuaria Experimental "Obonuco" un trabajo de mejoramiento por el método de selección recurrente fenotípica usando dos índices de selección: número de mazorcas y rendimiento por planta; con el fin de incrementar la producción en la variedad comercial ICA V.552, obtenida masalmente del cruzamiento varietal (Blanco Rubí x Rocamex V.7), y de buena a-daptación en la zona fría de Nariño.

En un lote aislado de media hectárea de la variedad ICA V.552 se delimitaron cinco bloques; aproximadamente 1.975 plantas. En es-tos bloques se seleccionaron 625 plantas que presentaron más de una mazorca, buenas características agronómicas y competencia en todas las direcciones. De las 625 plantas se dejaron 125 como reserva. El producto de la cosecha de las 500 plantas restantes se llevó a una humedad del 12%. En base al peso con humedad uniforme, se usó un nuevo índice de selección, consistente en escoger el producto de las 100 plantas de mayor rendimiento.

El mismo procedimiento se usó para la obtención de los ciclos II y III a partir del ciclo I y II respectivamente, pero, obteniendo las 625 plantas de 25 bloques más pequeños y más representativos de un lote de una hectárea.

Para evaluar la efectividad de cada uno de los ciclos de selección se compararon en un diseño de bloques al azar con la variedad original y un testigo (Diacol V.551), tomando como variables, rendimiento (kg./ha.), número de mazorcas por planta, longitud, peso y altura de la mazorca superior, altura de la planta y porcentaje de humedad.

Los resultados obtenidos después de tres ciclos de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas por planta, a la vez que rendimiento por planta demostraron un aumento altamente significativo para estos caracteres.

El rendimiento en kilogramos por hectárea del ciclo III superó en 31 por ciento a la variedad original, (ICA V.552), o sea que aumentó en 1.418 kilogramos por hectárea, lo cual demostró la efectividad de este método de mejoramiento.

En base a estos rendimientos se justifica el reemplazo de la variedad ICA V.552 que actualmente distribuye la Caja Agraria a los agricultores por el material obtenido en el ciclo III de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta.

VII. SUMMARY

An objective of Corn and Sorghum National Program, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), is the attainment of improved varieties with high yields.

In 1966, a breeding study by phenotypic recurrent selection of corn with two indexes of selection, was begun, at Obonuco Agricultural Experimental Station. Indexes used were: number of ears and yield per plant. This work was realized in order to increase the production of ICA V.552 a commercial variety obtained by crossing (Blanco Rubí x Rocamex V.7), well adapted en cold zones of Nariño.

In an isolated plot ($\frac{1}{2}$ ha.), five blocks were delimited, 1.975 plants about. On the blocks 625 plants, with two or more ears, enough agronomics characteristics and highly competible. 125 of them were reserved.

The moisture at 12% was determined to harvest of remaining plants. A new index of selection was used by choosing the product of better 100 yielding plants, having uniform moisture.

For II y III cycles, starting from I and II respectively, the same proceeding was carried out; but 625 plants were selected from 25 more little and representative blocks, on a 1 ha. plot.

A design of randomized blocks for evaluating the effectiveness of selection cycles, by comparisons with the original variety and a tester (Diacol V.551).

The variables studied were: yield (kg./ha.), ears for plant, length, weight and height of superior ear, plant height and moisture content.

The results of this study after 3 phenotypic recurrent selection cycles, by ears for plant, and yield, showed a high significative increase for these characteristics.

The yield of III cycle was 31% over original variety (ICA V.552), this is, an increment of 1418 Kg/ha; that showed the effectiveness of this breeding method.

This justifies the use of the material of III phenotypic recurrent selection cycle, by number of ears and yield, instead of variety ICA V. 552, actually distributed by Caja Agraria.

VIII - BIBLIOGRAFIA

1. Allard, R.W. Principles of plant breeding. John Wiley & Sons, Inc. Inc. New York. 1960. 485 pp.
2. Angeles Arrieta. H. Comentarios sobre la selección masal en el pasado y sus posibilidades en los programas actuales de mejoramiento de maíz. Séptima Reunión Centroamericana de Mejoramiento del Maíz. Tegucigalpa. Honduras, 1961. pp. 18-21.
3. Arboleda, F. Evaluation of progress from mass selection in two sub-populations of maize. University of Nebraska. 1966. 48 p.
4. Comstock, R.E., H.F. Robinson y P.H. Harvey. A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. Agron. Jour. 41: 360-367. 1949.
5. Gardner, C.O. y J.H. Lonnquist. Linkage and the degree of dominance of genes controlling quantitative characters in maize. Agron. Jour. 51: 524-528. 1959.
6. Gardner, C.O. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. Crop. Sci. 1: 241-245. 1961.
7. Grafius, J.E. Does overdominance exist for yield in corn. Agron. Jour. 52: 361. 1960.
8. Hull, F.H. Recurrent selection for specific combining ability in corn. Jour. Am. Soc. Agron. 37: 134-145. 1945.
9. Jenkins, M.T. The segregation of genes affecting yield of grain in maize. Jour. Am. Soc. Agron. 37: 55-63. 1940.

10. Leng, E.R. Effects of heterosis on the major components of grain yield in corn. Agron. Jour. 46: 502-506. 1954.
11. Lindsey, M.F., J.H. Lonnquist y C.O. Gardner. Estimates of genetic variance in open pollinated varieties of cornbelt corn. Crop. Sci. 2: 105-108. 1962.
12. Lonnquist, J.H. Recurrent selection. Proc. Seventh Ann. Hyb. Corn. Ind. Res. Conf. 7: 20-32. 1952.
13. _____. Progress from recurrent selection procedures for the improvement of corn populations. Univ. of Nebraska Agric. Exp. Sta. Res. Bull. 197.33 p. 1961.
14. _____. Gene action and corn yields, Proc. Eighteenth Ann. Hyb. Corn. Ind. Res. Conf. 18: 37-44. 1963.
15. _____. A modification of the ear-to-row-procedures for the improvement of maize populations. Crop. Sci. 4: 227-228.
16. _____. Métodos útiles para mejoramiento dentro de poblaciones. Fitotecnia Latinoamericana. 2: 1-10. 1965.
17. Moll, R.H., H.F. Robinson y C.C. Cockerham. Genetic variability in an advanced generation of a cross of two open pollinated varieties of corn, Agron. Jour. 52: 171-173. 1960.
18. Rickey, F.D. The experimental basis for the present status of corn breeding. Jour. Amer. Soc. Agron. 14: 1-17. 1922.
19. Rivera J.A. y J.E. Llano. Ciclos de selección masal. En: Cuarto Congreso Nacional de Ingenieros Agrónomos. Agr. Trop. p. 50-51. 1968.

20. Robinson, H.F., R.E. Comstock y P.H. Harvey. Estimates of heritability and degree of dominance in corn. Agron. Jour. 41: 353-359. 1949.
21. Robinson, H.F., R.E. Comstock y P.H. Harvey. Genetic variances in open pollinated varieties of corn. Genetics. 40: 45-60. 1955.
22. Sarria V.D. Resultados obtenidos con dos tipos de selecciones en maíz. En: Cuarto Congreso Nacional de Ingenieros Agrónomos. Agr. Trop. p. 51-52. 1968.
23. Sprague, G.F., P.A. Miller y B. Brimhall, Additional studies of the relative effectiveness of two systems of selection for oil content of corn kernel. Agron. Jour. 44: 329-331. 1952.
24. Sprague, G.F. Corn breeding. En: Corn and corn improvement. Academic Press Inc. New York. pp. 221-292. 1955.
25. Sprague, G.F., W.A. Russell y L.H. Penny. Recurrent selection for specific combining ability and type of gene action involved in yield heterosis in corn. Agron. Jour. 51: 392-394. 1959.
26. Sprague, G.F. An evaluation of various breeding systems. Proc. Seventeenth Ann. Hyb. Corn. Ind. Res. Conf. 17: 7-14. 1962.
27. Torregroza C.M. and D.D. Harpstead. Effects of mass selection for ears per plant in maize, Annual meeting A.S.A. (U.S.A.). 1967.
28. Wright, S. Systems of mating. Genetics. 6: 111-178. 1925.

IX - A P E N D I C E

TABLA I.- Promedios correspondientes al rendimiento en kilogramos por hectárea al 15% de humedad, número de mazorcas por planta, longitud, peso y altura de la mazorca superior, altura de la planta y porcentaje de humedad, después de un ciclo de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta. (Obonuco 1966-1967) 1/

V A R I E D A D E S	Rendimiento al 15% de humedad, 2/ Kg./ha		M A Z O R C A S U P E R I O R			Altura de planta		Porcentaje de humedad	
	No.	%Var.Orig.	Mazorca por planta	Longitud cms.	Peso gr.	%Var.Orig. cms.	%Var.Orig. cms.	Porcentaje	%Var.Orig.
ICA V. 552	2.009	100	0.92	100.0	109	100.0	86.4	100.0	27.87
ICA V. 552 (2MI)	2.482	124	0.93	101.1	125	114.7	98.0	113.4	29.38
Diacol V.551 (Testigo)	2.009	100	0.98	106.5	100	91.7	82.2	95.1	24.84
5%	212,76		0.06	0.4	6.7	3.4	3.8		2.11
D.M.S.	271,81	1%	0.08	0.5	8.9	4.6	5.0		2.81

1/ Datos de un año en una localidad. Promedio de 30 Replicaciones.

2/ Rendimiento en kg./ha; los demás caracteres: promedio de 10 plantas tomadas al azar en cada una de las 30 repeticiones.

TABLA II.- Cuadrados medios del análisis de varianza del peso seco por parcela, número de mazorcas por planta, longitud, peso y altura de la mazorca superior, altura de la planta y porcentaje de humedad, después de un ciclo de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta (Obonuco 1-966-1.967).

Fuentes de Variación	G.L.	C	U	A	D	R	A	D	O	S	M E D I O S			Altura de planta	Por - centaje humedad		
											Peso seco	Mazorcas por planta	Longitud			MAZORCA SUPERIOR Peso	Altura
Replicaciones	29		0,65 ++	0,022 ++				2,09 ++			794,07 ++	313,44 ++	472,45 ++	10,16			
Tratamientos	2		1,64 ++	0,028				10,73 ++			4722,00 ++	2004,91 ++	3868,00 ++	159,94 ++			
Error	58		0,12	0,012				0,59			169,22	44,46	53,93	16,72			
C.V. (%)			18,74	11,70				5,72			11,70	7,50	3,68	14,94			

++ Significativo al nivel del 1% de probabilidad.

TABLA III - Promedios correspondientes al rendimiento en kilogramos por hectárea al 15% de humedad, número de mazorcas por planta, longitud, peso y altura de la mazorca superior, altura de la planta y porcentaje de humedad, después de dos ciclos de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta. (Obonuco 1967-1968)

TABLA IV.- Cuadrados medios del análisis de varianza del peso seco por parcela, número de mazorcas por planta, longitud, peso y altura de la mazorca superior, altura de la planta y porcentaje de humedad, después de dos ciclos de selección recurrente fenotípica por número de mazorcas y rendimiento por planta (Obonuco 1.967 - 1.968).

Fuentes de Variación	G.L.	C U A D R A D O S M E D I O S						Altura de planta	Porcentaje humedad
		Peso seco	Mazorcas por planta	Longitud	MAZORCA SUPERIOR	Peso	Altura		
Replicaciones	29	1,15	0,045	0,355	197,72	189,34 ++	246,52		7,489
Tratamientos	3	18,28 ++	1,270 ++	19,339 ++	6731,66 ++	3347,00 ++	5794,33		41,354 ++
Error	87	0,38	0,030	0,516	169,63	68,13	99,63		8,264
C.V. (1%)		19,93	10,95	4,49	8,77	6,50	4,05		9,61

++ Significativo al nivel del 1% de probabilidad.

T
635.6
A696

7506