

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA

SELECCION MASAL PARA RENDIMIENTO EN 2 VARIEDADES  
DE MAIZ DE NICARAGUA

TESIS

**RANDOLFO ELIZONDO MARQUEZ**

MANAGUA, NICARAGUA  
1965

I

"SELECCION MASAL PARA RENDIMIENTO EN  
2 VARIEDADES DE MAIZ EN NICARAGUA"

POR

RANDOLFO ELIZONDO MARQUEZ

T E S I S

Presentada a la consideración del Honorable Tribunal  
Examinador, como requisito parcial para obtener el  
Título de:

INGENIERO AGRONOMO

Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería  
Managua, Nicaragua, C. A.

1965

II

"SELECCION MASAL PARA RENDIMIENTO EN  
2 VARIEDADES DE MAIZ EN NICARAGUA"

POR

RANDOLFO ELIZONDO MARQUEZ

T E S I S

Presentada a la consideración del Honorable Tribunal  
Examinador, como requisito parcial para obtener el  
Título de:

INGENIERO AGRONOMO

Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería  
Managua, Nicaragua, C. A.

1965

Aprobada: \_\_\_\_\_



Fecha: \_\_\_\_\_

III

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI ESPOSA

A MIS PROFESORES

A MIS COMPAÑEROS

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su mas profundo agradecimiento al Ingeniero ANGEL SALAZAR B. por su valiosa cooperaci3n y asesoramiento en el presente trabajo.

C O N T E N I D O

	<u>PAGINA:</u>
LISTA DE CUADROS .....	VII
LISTA DE GRAFICAS .....	VIII
INTRODUCCION .....	1
REVISION DE LITERATURA .....	3
Breve reseña de la selección masal ..	3
Resultados obtenidos con la nueva técnica de selección masal .....	10
MATERIALES Y METODOS .....	13
Descripción de las variedades usadas	14
PD(MS)6 .....	14
Sintético Nicaragua 2 .....	14
Prueba de selecciones masales .....	17
RESULTADOS Y DISCUSION .....	19
CONCLUSIONES .....	33
RESUMEN .....	34
BIBLIOGRAFIA .....	36

VI

LISTA DE CUADROS

CUADRO Nº 1

Resumen de los datos de rendimiento en quintales por manzana, obtenidos en diferente número de repeticiones de ensayos realizados entre 1962 a 1964 en Nicaragua y Centro América, dentro del Programa de Mejoramiento de Maíz de Nicaragua y del PCCMCA .....

PAGINA:

20

CUADRO Nº 2

Datos Agronómicos obtenidos en el ensayo PL-3-A de selecciones masales en los maices PD(MS)6 y Sintético Nicaragua 2, La Calera, 1964 (primera)

30

CUADRO Nº 3

Análisis estadístico de los datos de rendimiento de granos, obtenidos en el ensayo PL-3-A de selecciones masales en los maices PD(MS)6 y Sintético Nicaragua 2, La Calera, 1964 (primera) .....

31

CUADRO Nº 4

Agrupación de los promedios de rendimiento de las variedades del cuadro 2, de acuerdo a las diferencias mínimas significantes encontradas con el método de rango múltiple de Duncan, modificado ....

32

VII

LISTA DE GRAFICAS

GRAFICA Nº 1

Secuencia cronológica de los varios métodos de  
Mejoramiento .....

PAGINA:

4

GRAFICA Nº 2

Gráfica de rendimiento de la variedad Hays Gol-  
den através de 5 ciclos de selección .....

11

GRAFICA Nº 3

Efecto de 3 ciclos de selección masal sobre el  
rendimiento de grano de 2 variedades de maíz.  
La Calera, Nicaragua .....

25

## INTRODUCCION

La selección masal se ha practicado en el mejoramiento de cultivos, desde tiempos inmemoriales; por eso se la considera como el método de selección más antiguo. En el caso del maíz se consideraba la selección masal como un método efectivo solamente para modificar caracteres cualitativos de fácil reconocimiento. Hasta hace pocos años atrás se aceptaba que la selección masal, tal como se la practicaba, no era efectiva en modificar caracteres de herencia cuantitativa compleja como el rendimiento de grano.

Los trabajos de Lonquist y otros autores dieron evidencia de que la selección masal también podía modificar efectivamente el rendimiento en el maíz, cuando se usaba una técnica de selección y prueba que eliminara en lo posible los factores que hacían poco efectiva la selección masal como se la venía practicando hasta antes de los trabajos de Lonquist.

En la VIIa. Reunión Anual del "Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento del Maíz", (PCCMCA), el Dr. John H. Lonquist presentó los resultados de la selección masal practicada con una nueva tecnología en una variedad de maíz de EE.UU. Los resultados positivos que él presentó, despertaron interés en

los mejoradores de maíz de Centroamérica, porque la simpleza del método y la abundancia de material básico propio para selección masal, hacen este método mas adaptable a las condiciones en que se desarrolla la agricultura de Centroamérica.

El presente trabajo tiene por objeto presentar un resumen de los resultados obtenidos con la práctica de la selección masal realizada en 2 variedades de maíz del Programa de Mejoramiento de Maíz del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Nicaragua, realizado en la Estación Experimental Agropecuaria La Calera por el Ing. Angel Salazar B. Esta selección se practicó siguiendo los pasos esenciales de la nueva metodología que resultó efectiva en la modificación del rendimiento de la variedad usada por Lonquist en EE.UU.

## REVISION DE LITERATURA

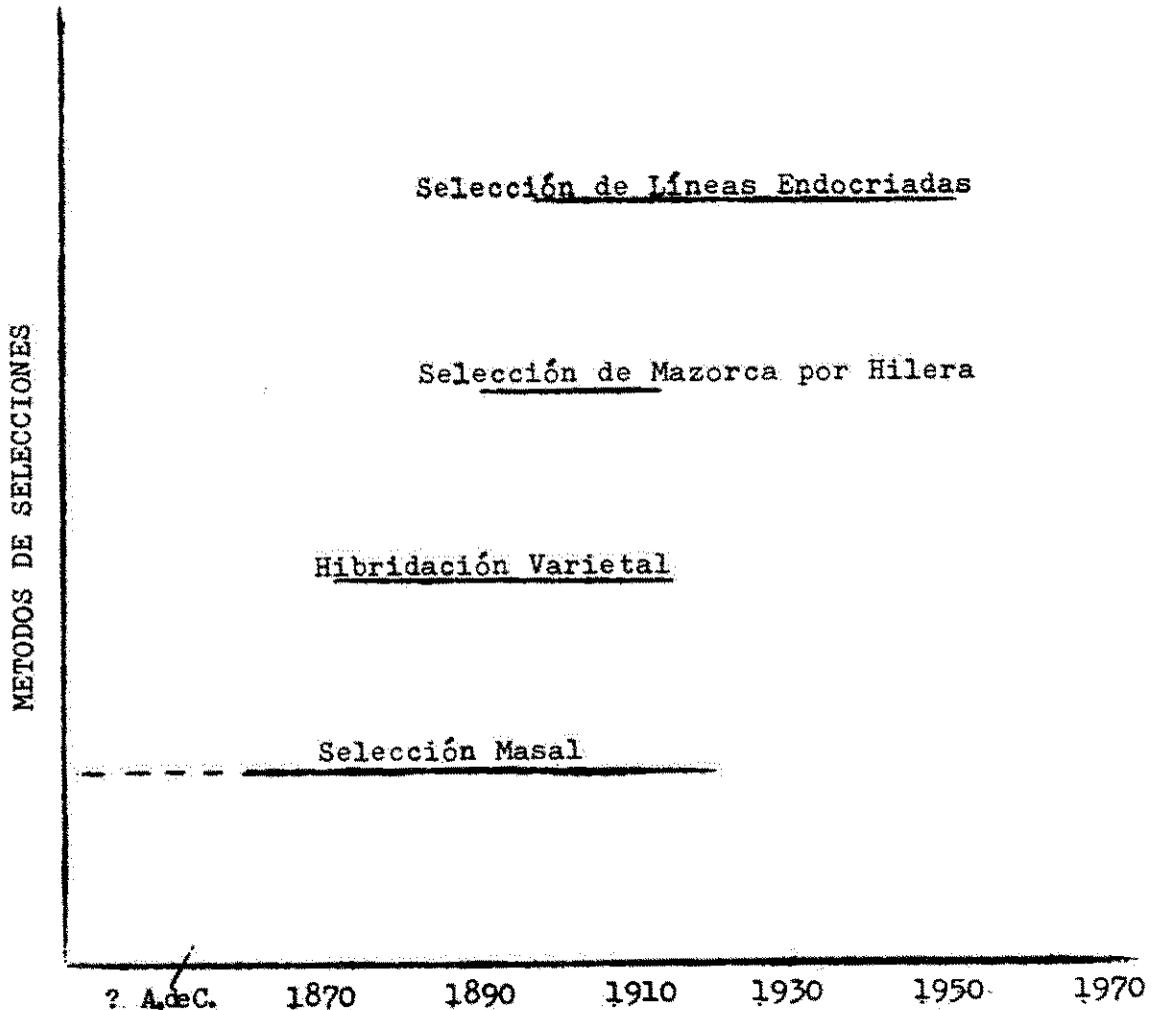
La tarea de vestir y alimentar a los pobladores del mundo es una necesidad fundamental en la actividad del hombre. Para vivir con mayor comodidad, dentro de lo que llamamos un medio de vida más elevado, debemos producir continuamente las cantidades necesarias de alimentos y materiales de fibra (5).

Desde mucho tiempo atrás la domesticación y el mejoramiento de las plantas ha acaparado la atención del hombre quién no obstante carecer en un principio del bagaje de conocimientos genéticos necesarios, trató por medios empíricos de mejorar la productividad de las plantas a su alcance. Esto es más cierto cuando se habla en forma concreta del maíz, planta por cuyo mejoramiento se ha interesado el hombre desde hace mucho.

### Breve reseña de la seleccion masal

El interés del hombre en tratar de mejorar el maíz es tan antiguo como el cultivo mismo. El maíz ha ocupado un lugar prominente en el desarrollo de la civilización de las Américas y es aún considerado como uno de nuestros cultivos mas importantes para la alimentación humana y animal (9).

El mejoramiento del maíz ha pasado por distintas fases durante la parte de su historia de la cual se poseen registros. Mediante la ilustración presentada en la gráfica 1, se intenta ilustrar la secuencia en tiempo, de los varios métodos de mejoramiento (15).



Gráfica 1.- Secuencia cronológica de los varios métodos de mejoramiento.

En la gráfica 1 puede observarse que el método de selección en masa fue abandonado por el año 1925, y la atención de los mejoradores se centró en los métodos de cruzamiento y la formación de híbridos.

La selección natural se está verificando continuamente en la naturaleza. Aquellas progenies incapaces de resistir la competencia, susceptibles a una enfermedad prevaeciente, inadaptadas a las condiciones ecológicas donde se están desarrollando etc., son eliminadas. El hombre al elegir su semilla o sembrar material para la siguiente cosecha, está seleccionando en masa (17).

Por tanto el sistema de selección masal es indudablemente el más viejo de los sistemas de mejoramiento genético usados en maíz y en muchas otras plantas. Aún cuando en un principio la selección masal en maíz se haya efectuado en forma un tanto inconciente, es claro que el avance desde las mazorcas que datan de hace unos 8,000 años, encontradas por Mc. Neisch en Tehuacan, México y las variedades criollas cultivadas hasta nuestros días, son típicamente el resultado de una selección masal (3).

Originalmente la selección en masa consistía en usar semilla de las plantas de mejor apariencia. Se basaba solamente en la apariencia de las plantas y las mazorcas en el momento de la cosecha (10). Otra forma de selección masal muy usada fué la escogencia, en el granero, de las mazorcas más grandes, uniformes en tamaño, número de hileras, forma y color del grano. Estos modos de selección masal fueron efectivos en modificar caracteres de herencia compleja como lo es el rendimiento de grano del maíz.

En los últimos 10 años, varios investigadores de los Estados Unidos de América han sentido la inquietud de regular la selec-

ción masal como un método de mejoramiento para rendimiento, basándose en la observación de que los trabajos previos efectuados por este método adolecían de dos fallas importantes (1):

1º) TECNICA EXPERIMENTAL DE CAMPO DEFICIENTE

2º) METODOS POCO ADECUADOS DE SELECCION

Las diferencias entre la selección masal usada anteriormente y la practicada en la actualidad pueden resumirse así (13):

Selección masal usada anteriormente  
(no efectiva)

- No aislamiento
- Selección en base a caracteres de mazorca
- Empleo de poblaciones sin amplia variabilidad genética
- Pobre reducción de la variabilidad del suelo y ambiente
- Evaluación de la selección con métodos experimentales deficientes.

Selección masal actual  
(efectiva)

- Aislamiento
- Selección en base a mayor rendimiento sin tener en cuenta otros caracteres
- Empleo de poblaciones con amplia variabilidad genética
- Mejor control de variabilidad del suelo y ambiente
- Evaluación de la selección con métodos experimentales eficientes.

La selección masal efectiva en modificar el rendimiento de maíz tal como practicara Lonquist (9), en EE.UU; Covarrubias (1) en México; Gutiérrez (4) en México y Salazar (19) en Nicaragua, tomó en cuenta los factores que se anotan arriba para una selección masal efectiva.

Cuando el agricultor o el mejorador hacía selección masal en un campo de maíz que no estaba aislado de otras variedades, introducía un elemento de ineficacia en la selección, ya que la probabilidad de contaminación en el maíz, que es un cultivo de polinización cruzada, es muy grande.

La selección masal practicada antes, en base a caracteres de mazorca, no podía tener efecto en la modificación del rendimiento de maíz porque se sabe ahora con certeza que no hay relación estrecha entre caracteres de mazorca y planta con el rendimiento. En otras palabras, el grado de asociación entre caracteres vegetativos y el rendimiento es tan bajo que no es una fuente segura para obtener aumentos considerables en rendimiento al efectuar una selección considerable sobre un carácter vegetativo dado (1). De manera que cuando se trata de mejorar el rendimiento, la selección debe basarse exclusivamente en el peso del grano producido, es decir, excluir consideraciones de si la mazorca es grande y uniforme, cónica o cilíndrica, etc., Si lo que se quiere es aumentar la producción de grano de una variedad, lo único que debe importarse es la cantidad de éste que puede producir una planta (3).

Para iniciar un trabajo de selección masal en una población es requisito indispensable la presencia de variabilidad genética aditiva que garantice que se obtengan resultados después de un tiempo de trabajo (1). Por eso la selección masal es especialmente efectiva en desarrollar variedades superiores a partir de una mezcla de razas de maíz (2). El conocimiento de la existen-

cia y estimación de la cantidad de varianza genética aditiva en una población es bastante deseable para aquellas condiciones en que las variedades de polinización libre han estado sometidas a una selección intensa y que por lo tanto han llegado a un punto en que la presencia de variabilidad genética es dudosa (1).

Robinson et al citado por Reyes (12), sugiere que la selección masal, sí puede ser efectiva para las variedades de Carolina del Norte, dado que se presentan datos indicativos de que las variedades estudiadas, mostraron una gran variabilidad genética aditiva para rendimiento de grano (12).

En las condiciones de la mayor parte de América Latina la gran variabilidad de nuestras variedades es cosa indubitable y se puede asumir que hay suficiente variabilidad genética como para esperar el obtener buenos resultados en el mejoramiento de nuestras poblaciones por medio de una selección masal con técnicas más precisas, en un tiempo razonable y de una manera práctica (1).

En relación con los pobres métodos de reducción de la variabilidad del suelo y del ambiente tanto al efectuar la selección masal como al evaluarla, la nueva técnica de selección masal toma en cuenta en primer lugar la necesidad de seleccionar un terreno lo más uniforme posible en cuanto a topografía y fertilidad. En un terreno lo más uniforme posible efectúa la selección masal sobre plantas con competencia completa a su alrededor y en una parcela que recibió un manejo lo más uniforme posible en cuanto a po-

blación, fertilidad y demás prácticas culturales. Luego la selección masal se practica en sub-parcelas de la parcela aislada dedicada a la selección masal. Así se consigue reducir considerablemente la variación del suelo, ya que se practica la selección en cada una de las sub-parcelas de modo que todo el terreno de la parcela esté representado en la selección final.

La evaluación de las selecciones masales efectuadas con la técnica anterior se realiza al presente con diseños estadísticos más eficientes que los usados antes, cuando se consideraba que la selección masal no era efectiva en modificar el rendimiento. Los diseños experimentales como la mayoría de los que se usan en genética actualmente, tienen por objeto estimar separadamente la variabilidad debida a factores del medio ambiente de la variabilidad genética (3).

#### Resultados obtenidos con la nueva técnica de selección masal

A pesar que son aún relativamente pocos los datos con que se cuenta para abonar en favor de la efectividad de la selección masal en el rendimiento de maíz, los que en este trabajo se presentan tienen valor porque fueron obtenidos por varios autores y en diferentes lugares.

John H. Lonquist (9) presentó en la VIa. Reunión anual del PCCMM, los resultados obtenidos con 4 ciclos de selección masal en la variedad de maíz de EEUU, llamada Hays Golden. El ensayo de rendimiento con 20 repeticiones realizado con los ciclos de selección masal indican que se consiguieron aumentos estadís-

ticamente significantes en cada ciclo de selección.

En 1961, H. H. Angeles (1) presentó otro resumen de la continuación de los trabajos realizados por Lonquist J. H. y Garner C.O. con selección masal en la variedad Hays Golden. Este informe ya incluyó 5 ciclos de selección masal y los resultados se presentan a continuación:

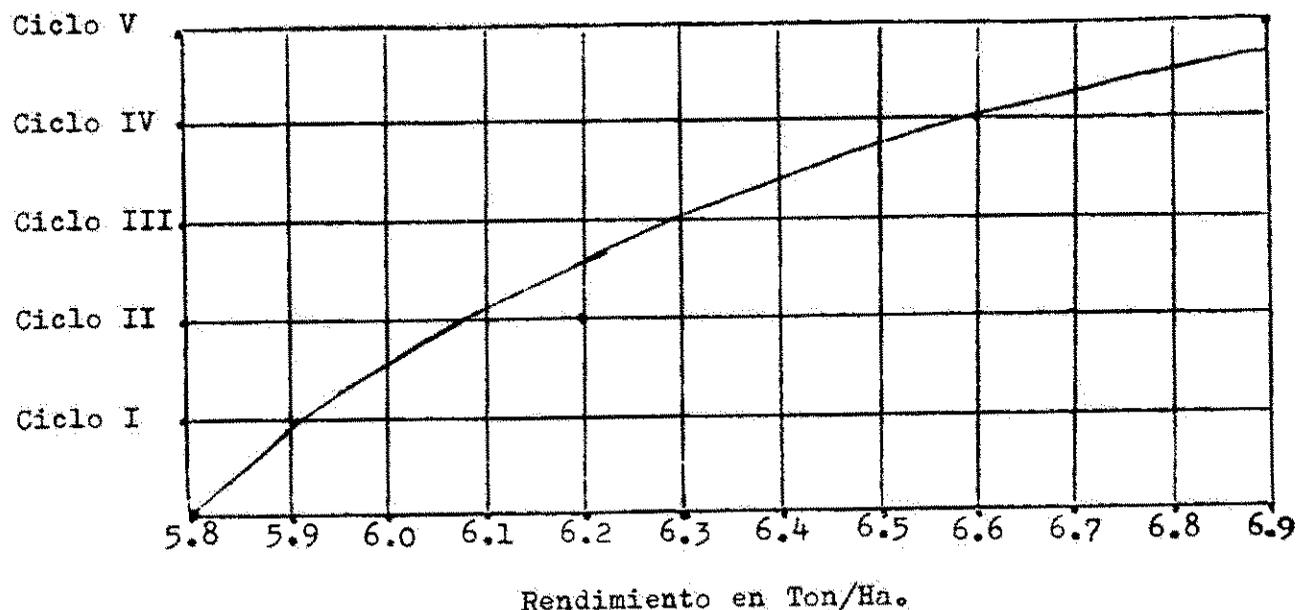
	<u>Rendimiento por Ha.</u>		<u>Humedad a la cosecha</u>	
	Actual	Relativa	Actual	Relativa
	Ton.	%	%	%
Hays Golden variety	5.8	100.0	15.5	100.0
Ciclo I Selección Masal	5.9	101.8	15.2	98.1
Ciclo II " "	6.2	106.9	15.9	99.4
Ciclo III " "	*			
Ciclo IV " "	6.6	114.3	16.1	103.9
Ciclo V " "	6.9	119.2	16.8	108.4

\* - Debido a insuficiente semilla el ciclo III no pudo ser incluido.

En el cuadro anterior puede observarse que los incrementos en el rendimiento por ciclo de selección han sido considerables; con excepción del primer ciclo, todas las diferencias fueron significativas estadísticamente. (1).

Si se distribuyen los valores anteriormente anotados en una gráfica, se puede ver que el incremento es constante de ciclo a ciclo y forma casi una línea recta:

Ciclos  
de  
Selección:



Como se puede observar en el cuadro con los datos de 5 ciclos de selección masal, los aumentos obtenidos son aproximadamente de 4% por ciclo, de modo que en 5 ciclos se había logrado un aumento total de 19.2% en comparación con la variedad original de la que partieron.

El mismo autor (1) presentó en 1961 los resultados obtenidos por Ramón Covarrubias en un trabajo de selección masal efectuado en México para modificar el rendimiento de maíz. Con la variedad, Chalco, Covarrubias obtuvo en el primer ciclo de selección 4.8% más que la variedad original. Esta diferencia sin embargo no mostró ser significativa debido al número reducido (seis) de repeticiones usado en el ensayo de evaluación de estas poblaciones.

Johnson (6) usando la variedad de polinización libre, V-520-C después de 3 ciclos de selección masal, encontró que la variedad original y el I, II y III ciclos de selección masal rindieron: 5.61, 6.63, 6.98 y 7.47 kilos por parcela respectivamente. Estos resultados indicaron al autor que el III ciclo de selección rindió 33% más que la variedad original.

Gutiérrez (4) logró con la variedad Carmen un aumento de 5.7% respecto a la variedad original después de 3 ciclos de selección. Gutiérrez (4) explica este resultado diciendo que aunque otros autores han logrado mayores rendimientos después del mismo número de ciclos, en la variedad Carmen se ha venido reduciendo considerablemente la variabilidad genética.

Angel Salazar (14) en la 9a. Reunión del PCCMM presentó resultados de un ensayo de rendimiento que incluyó las variedades originales y el primer ciclo de selección masal efectuado en las variedades PD(MS)6 y Sintético Nicaragua 2. La selección masal efectuada con técnicas modernas fue efectiva en levantar el rendimiento de ambas variedades. El primer ciclo de selección de PD(MS)6 fue 13.3% más rendidor que la variedad original, y el primer ciclo de selección del Sintético Nicaragua 2, fue 8% superior a la variedad original. Ambas diferencias de rendimiento fueron estadísticamente significantes. Este mismo autor continuó la selección masal por 2 ciclos más en estas variedades y los resultados encontrados en la evaluación de ellas, son el motivo de esta tesis y se presentan mas adelante en el capítulo de resultados y discusión.

### MATERIALES Y METODOS

En el transcurso del año agrícola de 1961 fue iniciado en la época de "primera" un programa de Selección en Masa en las variedades de maíz: PD(MS)6 y Sintético Nicaragua 2 con la finalidad de mejorar el rendimiento sin alterar notablemente las características de precocidad, tipo de grano y planta de estas variedades.

Este programa de selección se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria "La Calera", Managua, situada a 50 metros sobre el nivel del mar, con un clima tropical húmedo entre mayo y noviembre y seco el resto del año. La precipitación pluvial en esta localidad se distribuye en dos épocas: la primera o sea aquélla que comienza al inicio de las primeras lluvias (mayo) y la postrera que se inicia al finalizar un período seco llamado "Canícula" que normalmente se presenta en agosto. La temperatura media anual es de 28°C y el suelo es liviano, franco arenoso, profundo, de origen coluvio-aluvial originado a partir de cenizas volcánicas redepositadas por el viento y el agua (8).

La precipitación pluvial es más abundante y uniforme en la época de primera que en la época de postrera, siendo la media entre los años 1952 a 1963 para el primer período: de 660.8 m.m. y para el segundo de 510.5 m.m. (11). En general se considera que la época de cultivo de primera es más favorable al desarrollo del maíz en esta zona y por esta razón se la escogió para realizar en todos los años la selección Masal.

Descripción de las variedades usadas.

PD(MS)6.- Esta es una variedad mejorada, de polinización libre de grano amarillo que fue seleccionada en Cuba e introducida a Nicaragua hace aproximadamente 15 años. En este lapso de tiempo se ha conseguido adaptación de variedad a todas las condiciones medioambientales del país. La altura de planta es de 10 a 11 pies; la precocidad de este maíz es intermedia y varía de 100 a 110 días en las condiciones de "La Calera". Rinde en la zona del Pacífico de 30 a 35 quintales por manzana y en la zona alta y fresca del país de 35 a 40 quintales por manzana.

Sintético Nicaragua 2.- Es un sintético de 8 líneas; las líneas empleadas en la formación de este sintético, provienen de un cruceamiento intervarietal entre maíz criollo por cubano.

El Sintético Nicaragua 2 crece hasta una altura de 10 pies aproximadamente, es precoz florece entre los 47 y 48 días después de sembrado (16) y su ciclo dura de 90 a 95 días; tiene un rendimiento máximo de 40 quintales por manzana.

Técnica de Selección Masal.- La metodología de campo usada en las parcelas de selección masal sembradas en los terrenos de la Estación Experimental Agropecuaria "La Calera" entre 1961 a 1963 fue la siguiente:

En 1961 se escogió en La Calera una parcela de terreno aislada y lo más uniforme posible en cuanto a topografía y fertilidad para sembrarlo con semilla de la variedad de maíz amarillo PD(MS)6. La siembra fue hecha en "primera" (mayo) y en buenas condiciones de humedad.

La parcela que era de forma cuadrangular constaba de aproximadamente 5.000 plantas distribuidas en surcos separados a 3 pies sobre los que se dejó crecer una planta cada 2 pies. En esta parcela se sembró un exceso de semilla cada 2 pies sobre el surco y cuando las plantas tenían aproximadamente 1 pie de altura se realizó dejando una planta cada 2 pies.

Durante todo el desarrollo del maíz la parcela fue cultivada de la manera más uniforme posible, es decir, todas las labores de cultivo, tratamiento con insecticida y cosecha se realizaron de la misma manera y el mismo día por cada operación. Esto con el fin de reducir en lo posible el efecto del medio ambiente en la expresión genética propia de cada planta en particular.

Cuando las plantas de maíz estaban ya maduras y secas se procedió a la cosecha. Para esto, primero se subdividió el campo en sub-parcelas de 10 surcos de 20 pies de largo, las que llevaron, entonces, una población teórica de 100 plantas por sub-parcela. En cada sub-parcela se procedió luego a efectuar la selección de plantas que teniendo competencia completa a su alrededor, se veían sanas, erectas y tenían mazorcas grandes y atractivas. Así se seleccionaban entre 15 a 20 plantas por sub-parcela cuyas mazorcas fueron luego cosechadas. Cuando en una planta habían más de una mazorca se procedió a poner en una bolsa de papel juntas la mazorca de una planta. Todas las mazorcas seleccionadas en una sub-parcela eran luego puestas en sacos de cabuya e indentificadas. De esta manera se tuvieron alrededor de 50 sacos de mazorcas correspondientes a 50 sub-parcelas de selección masal.

Las mazorcas seleccionadas en el campo eran almacenadas en lugar seco y dejadas así hasta que la humedad era baja y uniforme en todas las mazorcas. Entonces se procedió a tomar el peso de cada una de las mazorcas seleccionadas ó de las 2 mazorcas por planta en los casos de plantas "cuaperas". Esta pesada se realizó con una balanza de precisión que registraba hasta milésimas de kilogramos. Con los pesos de todas las mazorcas anotadas en una hoja de registro se procedió a seleccionar las mazorcas de mayor peso de cada sub-parcela. Como el número de mazorcas tomadas por sub-parcela varió, también el número de plantas de las cuales provenían las mazorcas seleccionadas varió de 3 a 5, siendo 4 el número más frecuente. Entonces si consideramos que se partió de una población de 100 plantas por sub-parcela al final de la selección se tenía aproximadamente el 4% de plantas seleccionadas.

Cada una de las mazorcas (o pares de mazorcas) de las plantas seleccionadas por su peso se desgranó y luego se tomaron 3 muestras de 100 granos cada una. Una de las muestras se usó para sembrar el ciclo siguiente de selección masal, otra muestra sirvió para hacer los ensayos de rendimiento y la tercer muestra se guardó como reserva.

El procedimiento de selección masal descrito para la siembra de 1961 con PD(MS)6 se siguió sin mayores cambios en las siembras de PD(MS)6 de 1962 y en la siembra de 1962 con Sintético Nicaragua 2.

En las siembras de PD(MS)6 de 1963 y de sintético Nicaragua 2 de 1961 y 1963 las plantas se distribuyeron en surcos separados a

3 pies pero dejando crecer una planta cada pie. Los surcos de las sub-parcelas de 10 pies de largo. Luego, a pesar de que el tamaño de las sub-parcelas fue distinto, el número de plantas fue siempre el mismo, aproximadamente 100 plantas por sub-parcela.

La precipitación pluvial en los años 1961 a 1963, en la época de primera, que fue cuando se realizó la selección masal, fue variable de un año a otro. Mientras en 1961 la lluvia fue suficiente y bien distribuida en el área en que se sembraron las parcelas de selección, en 1963 hubo deficiencia de humedad.

Prueba de selecciones masales.- Con el fin de determinar si existían diferencias significantes entre la población original y los ciclos de selección masal, se iniciaron en el año 1962 una serie de ensayos de rendimiento, en los cuales se iba incluyendo en forma progresiva el último ciclo de selección masal obtenido.

El ensayo de rendimiento del año 1962, incluyó la población original y el primer ciclo de selección masal de los maíces PD(MS)6 y Sintético Nicaragua 2. Este ensayo se efectuó en la época de primera y se usó el diseño de Bloques al Azar con 15 repeticiones.

En el año 1963 se efectuaron 2 ensayos de rendimiento, en los que se incluyeron además de la población original, el primero y segundo ciclo de selección masal; un ensayo se efectuó en la época de primera y otro de riego en diciembre. En el primer ensayo, se usó el diseño de Bloques al azar con 15 repeticiones y en el segundo el diseño de cuadrado latino con 6 repeticiones.

En el año 1964 se verificaron 6 ensayos, que incluyeron además de la población principal, el primero, segundo y tercer ciclo de se-

lección masal; cinco de estos ensayos se realizaron en la época de primera y solo uno en la época de postrera.

De los 5 ensayos realizados en la época de primera de 1964 en 4 de ellos se usó el diseño de Bloques al Azar con 5 repeticiones y en el otro se usó el sistema de Bloques al Azar con 20 repeticiones.

En el único ensayo de postrera que se hizo en el año 1964 se usó el sistema de Cuadrado Latino con 8 repeticiones.

En todos los ensayos de rendimiento, las parcelas estaban formadas por 2 surcos de 5 varas de largo; cada surco tenía 5 matas y cada mata 3 plantas, lo que daba un total de 30 plantas por parcela.

Las notas tomadas en estos ensayos fueron las siguientes: días a la floración masculina, peso de mazorca húmeda, porcentaje de humedad de la mazorca, población de plantas por parcela, aspecto de las plantas y mazorcas y resistencia al acame de las plantas.

Con los pesos de mazorca húmeda, el porcentaje de humedad y población de plantas por parcela se procedió a calcular los rendimientos de grano con 12% de humedad en quintales por manzana, las fórmulas de cálculo y transformación usadas son las ya ampliamente conocidas entre los experimentadores con maíz.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La evaluación del efecto de la selección masal sobre las dos variedades en estudio se realizó en ensayos de rendimiento en los que se incluyeron la variedad original, a partir de la que se inició la selección, junto con los diferentes ciclos de selección masal.

El primer ensayo en que se obtuvo información sobre la efectividad de la selección masal en las variedades en estudio, se realizó en la época de "primera" de 1962, es decir el año siguiente de iniciado el programa de selección. En este ensayo se incluyó la variedad original y el primer ciclo de selección masal de PD(MS)6 y Sintético Nicaragua 2; las 4 entradas se distribuyeron en el campo de acuerdo a un diseño experimental de bloques al azar con 15 repeticiones. Ya que las diferencias, si existían debían ser pequeñas, se repitieron 15 veces las 4 entradas de este ensayo, a fin de poder detectar estas diferencias. Los resultados del análisis de varianza de este ensayo indicaron diferencias significantes entre la variedad original y el primer ciclo de selección de ambas variedades. Este resultado dio la primera evidencia de que la selección masal tal como se efectuó en las 2 variedades en estudio, fue efectiva en aumentar el rendimiento de grano. Después de este ensayo se realizaron otros, en diferentes épocas de siembra y con diferentes número de entradas entre 1962 a 1964.

En el cuadro 1 se presentan los datos de rendimiento obtenidos en todos los ensayos en que se probaron los diferentes ciclos

**Cuadro No.1.- Resumen de los datos de rendimiento en quintales por manzana, obtenidos en diferentes número de repeticiones de ensayos realizados entre 1962 a 1964 en Nicaragua y Centroamérica dentro del Programa de Mejoramiento de Maíz de Nicaragua y del PCCMCA.**

Variedad	1962- <u>1</u> A	1963-R	1963-A	1964-A	1964-A	1964-B	Centro América 1964-B	No. de repeti- ciones	Porcentaje	
	15	6	15	20	5	8	15		2)	3)
PD(MS)6 Variedad Original	63.4	78.2	-	55.6	59.9	46.6	47.3	69	100	100
PD(MS)6 1er. Ciclo de Selección	71.6	83.2	36.5	66.6	-	40.0	-	64	111	111
PD(MS)6 2o. Ciclo de Selección	-	94.8	36.6	67.4	67.1	48.3	56.4	69	118	118
PD(MS)6 3o. Ciclo de Selección	-	-	-	69.6	72.9	49.9	60.3	48	123	123
Sint.Nic.2 Variedad Original	56.6	48.3	41.6	43.9	41.6	25.0	38.5	84	100	100
Sint.Nic.2 1o.Ciclo de Selección	61.6	-	44.9	43.8	45.6	33.3	40.8	78	107	107
Sint.Nic.2 2o.Ciclo de Selección	-	49.9	46.6	46.9	46.9	31.6	45.9	69	112	112
Sint.Nic.2 3o.Ciclo de Selección	-	-	-	47.8	47.4	33.3	43.4	48	113	113

- 1) Número de repeticiones que tenía el ensayo en el año correspondiente.
- 2) Número total de repeticiones en las que sembraron cada una de las variedades originales, y ciclos de selección masal.
- 3) Porcentaje de rendimiento de cada ciclo con respecto a la variedad original, calculado en base a la producción obtenida en igual número de repeticiones y en los mismos años.
- 4) Porcentaje de rendimiento de cada ciclo de selección con respecto al ciclo anterior, calculado en base a los promedios obtenidos en igual número de repeticiones y en los mismos años.

de selección masal de las 2 variedades. Como se ve en este cuadro los datos están divididos entre los obtenidos en La Calera, Nicaragua y los obtenidos fuera de La Calera, en 3 distintos lugares de Centroamérica. Los datos para Nicaragua corresponden a cada uno de los 6 ensayos realizados entre 1962 y 1964, mientras que los datos para Centroamérica son el promedio de 3 ensayos, cada uno con 5 repeticiones que se sembraron en 1964. En la columna 8 del cuadro 1 se encuentra el número de repeticiones en el que se obtuvieron datos para cada una de las 8 entradas puestas en prueba. Como el número de repeticiones no es el mismo en todas las entradas, las comparaciones entre los datos promedio de las entradas se hizo solamente con aquellas obtenidas en el mismo ensayo en cada caso. Por ejemplo el valor de 111% de el primer ciclo de selección de PD(MS)6 se calculó comparando sus rendimientos de 71.6, 83.2, 66.6 y 40.0 con los correspondientes rendimientos de la variedad original: 63.4, 78.2, 55.6 y 46.6 qq. mz. de esta manera se calcularon los porcentajes que se encuentran en las columnas penúltima y última del cuadro 1. En la columna con los porcentajes de rendimiento de cada uno de los 3 ciclos de selección masal de las 2 variedades con respecto a la variedad original, tenemos que para DP(MS)6 los ciclos 1o., 2o. y 3er. selección masal rindieron 11, 18 y 23%, más que la variedad original, respectivamente. Estos resultados indican que la selección masal practicada en PD(MS)6 aumentó el rendimiento en cada uno de los 3 ciclos de selección. En promedio de los 3 ciclos de selección se consiguió en PD(MS)6 un aumento de rendimiento de 7.7% por ciclo de selección masal. El aumento por cada uno de los ciclos se

expresa en la última columna del cuadro 1, en el que vemos que en el primer ciclo de selección de PD(MS)6 se consiguió un aumento de 11%, con relación a la variedad original, en el segundo ciclo se consiguió 6% de aumento con relación al primer ciclo; y en el tercer ciclo 5% de aumento sobre el segundo ciclo de selección masal.

Los porcentajes promedio de cada ciclo con respecto a la variedad original y al ciclo anterior, demuestran dos cosas. En primer lugar los datos constituyen una evidencia, basada en un número grande de repeticiones, de que la selección masal en la forma efectuada en la variedad de maíz, PD(MS)6 aumentó hasta en 23% el rendimiento de grano. En segundo lugar los datos demuestran que fue posible conseguir este aumento debido a que debe existir en la variedad de polinización libre, PD(MS)6, suficiente variabilidad genética aditiva, sobre la cual es efectiva la selección masal. Esta variabilidad fue reduciéndose con cada ciclo de selección, como puede apreciarse en la columna de porcentajes con relación al ciclo anterior del cuadro 1 en la que de 11% para el primer ciclo se llega a 5% para el tercer ciclo.

El hecho de haberse conseguido un aumento considerable de rendimiento con la selección masal en PD(MS)6 sirvió de base para que los técnicos del Programa de Mejoramiento de Maíz del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Nicaragua, decidieran constituir una nueva variedad mejorada de maíz amarillo a la que dieron el nombre de Nicarillo en actual distribución comercial en el país.

Los datos de rendimiento obtenidos entre 1962 y 1964 con los diferentes ciclos de selección masal en la variedad, Sintético Nicaragua 2, se encuentran en la parte baja del cuadro 1. En esta

variedad, al igual que con la anterior se consiguió aumento de rendimiento, pero solo hasta el segundo ciclo de selección masal. En la columna penúltima del cuadro 1 se ve que en promedio de 78 repeticiones el primer ciclo de selección rindió 7% más que la variedad original y el segundo ciclo 12% más que la variedad original, en cambio el tercer ciclo rindió prácticamente igual que el segundo ciclo.

Los resultados conseguidos con Sintético Nicaragua 2, entonces, indican también un efecto positivo de la selección masal en esta variedad, aunque, aparentemente la variabilidad presente en la variedad original se redujo más rápidamente que en la variedad PD(MS)6.

La gráfica (3) es una ilustración del efecto de los 3 ciclos de selección masal practicada en las variedades, PD(MS)6 y sintético Nicaragua 2 y en ella se ve el efecto más pronunciado y continuo de la selección en la primera variedad que en la segunda. Esta gráfica fue hecha en base a los datos del cuadro 1.

En el cuadro 2 se presentan los datos de varios caracteres agronómicos obtenidos en un ensayo realizado en La Calera en primera de 1964 con los 3 ciclos de selección de las 2 variedades en estudio. En este cuadro podemos ver que en promedio de 20 repeticiones la precocidad media en días a la floración, de ambas variedades no cambió con los 3 ciclos de selección, lo que significa que la selección masal modificó el rendimiento sin cambiar la precocidad de las variedades. En cuanto al aspecto de planta y mazorca se observa también cambios insignificantes en los ciclos sucesivos de selección. El porcentaje de humedad de la mazorca que es

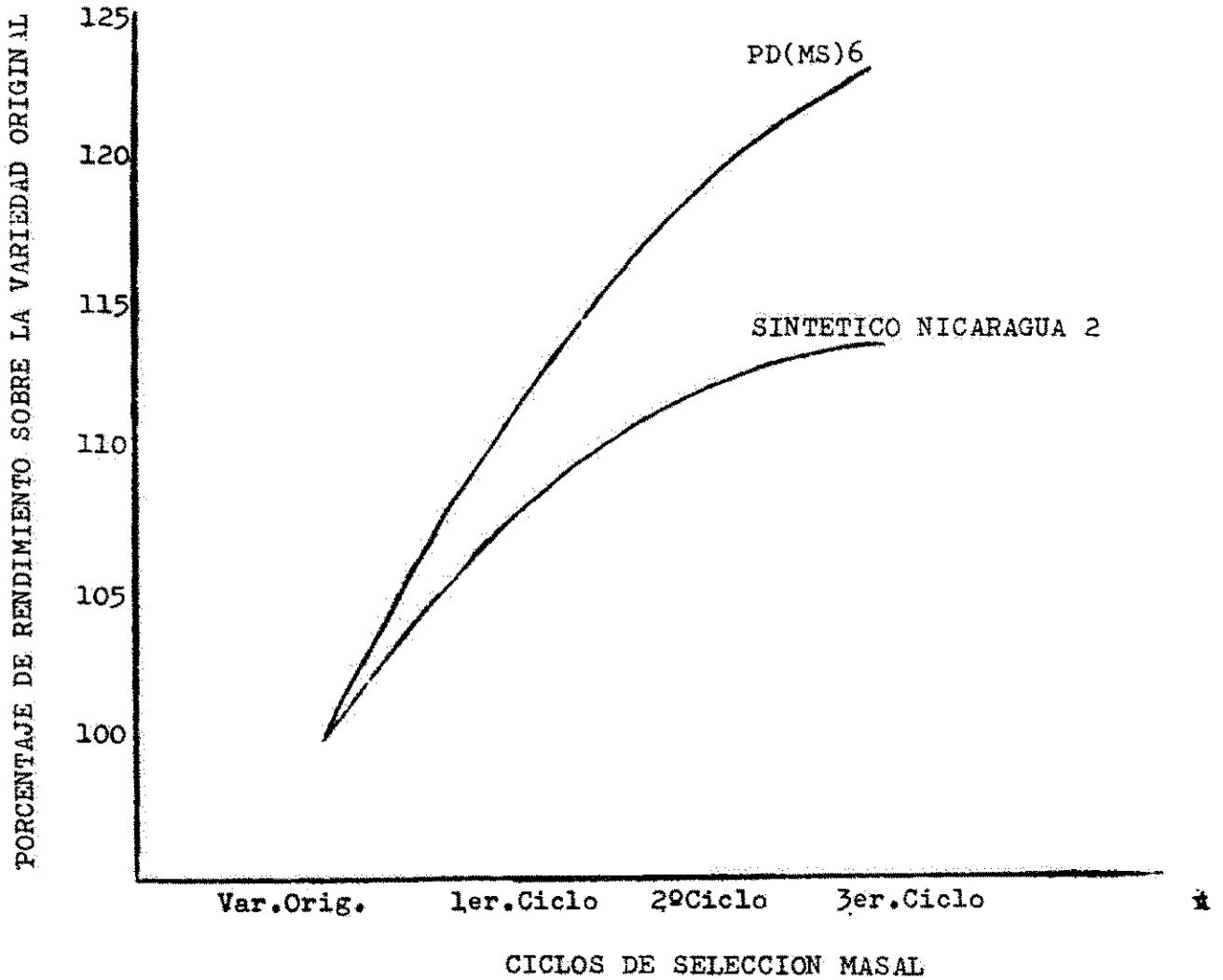
también otro carácter indicador de precocidad, no enseña mayores cambios.

Los datos de rendimiento del cuadro 2 se encuentran expresados en kilos por hectárea y quintales por manzana. Estos datos enseñan una tendencia de aumento con cada ciclo de selección para las variedades PD(MS)6 y Sintético Nicaragua 2 con excepción del primer ciclo de esta última variedad.

Con el fin de establecer la significancia de las diferencias aparentes en rendimiento del cuadro 2, en el cuadro 3 se presenta el análisis estadístico de los rendimientos. En el cuadro 2 se ve que los valores de "F" tanto para repeticiones como para variedades indican diferencias altamente significantes.

Para determinar, entre que promedios de rendimiento correspondientes a las 8 entradas del ensayo en cuestión, habían diferencias significantes, se agruparon en el cuadro 4 los promedios de acuerdo a sus diferencias mínimas significantes calculadas con la prueba de "Rango Múltiple de Duncan Modificado" (7). En el cuadro 4 se ve que para la variedad PD(MS)6 el rendimiento del tercer ciclo de selección es significativamente superior a los rendimientos del 2o. y 1er. ciclo de selección, así como la variedad original. Las diferencias aparentes de rendimiento entre los ciclos 2o. y 1o. de PD(MS)6 no alcanzaron la significancia estadística en este ensayo, pero ambos rindieron significativamente más que la variedad original.

Las diferencias mínimas significantes para los datos de rendimiento de Sintético Nicaragua 2, muestran que en este ensayo no fueron significativamente diferentes los ciclos 3o, y 2o, de se-



\* Gráfica en base al Cuadro 1.

GRAFICA 3. Efecto de 3 ciclos de Selección Masal sobre el rendimiento de grano de 2 variedades de maiz, La Calera, Nicaragua, en base a los datos del cuadro 1.

lección, ni tampoco el rendimiento del 1er. ciclo y la variedad original. Sin embargo los 2 primeros valores difieren significativamente de los segundos. Esto demuestra como se vió en el cuadro 1 la selección masal no tuvo efecto en Sintético Nicaragua 2 más allá del 2o. ciclo, pero que el rendimiento de este ciclo fue significativamente mayor que el de la variedad original.

En suma, el análisis de varianza de los rendimientos obtenidos en el ensayo presentado en el cuadro 2, confirman lo encontrado en promedio de muchas más repeticiones, en el cuadro 1 aportando más evidencia estadística en favor del efecto positivo de la selección masal en la modificación del rendimiento de las 2 variedades en estudio.

Analizando con más detalle el cuadro 1 podemos ver que en el ensayo de 1964-B el primer ciclo de selección de PD(MS)6 rindió menos que la variedad original, así como el segundo ciclo de Sintético Nicaragua 2 rindió menos que el primero. Las posibles causas de estas discrepancias, en el comportamiento relativo de los ciclos de selección, en relación con los promedios generales presentes en el cuadro 1, son en primer lugar el reducido número de repeticiones, 8, que tuvo este ensayo y el hecho de haberse realizado el ensayo en época de postrera. Como ya hemos mencionado antes las diferencias en rendimiento entre ciclos sucesivos son pequeñas, por lo que es necesario repetir un número mayor de veces las comparaciones para poder demostrar estas diferencias. Si a

esto agregamos la variabilidad de la lluvia tanto en cantidad como en distribución que ocurre en las siembras de postrera, las discrepancias encontradas en este ensayo se explican parcialmente,

La falta de datos de rendimiento para la variedad original de PD(MS)6 en el ensayo de 1963-A se debe a que fue eliminado por haber sido un valor notablemente más bajo del esperado. Este bajo rendimiento fue atribuido a la baja de la germinación y vigor de la semilla de la variedad original después de dos años de almacenamiento. Por esta razón para los ensayos de 1964 se reemplazó la semilla de la variedad original por otra correspondiente a PD(MS)6 en buen estado de germinación y vigor.

La carencia de datos de rendimiento para los ensayos de 1964-A del primer ciclo de selección de PD(MS)6 obedecen a que por escasez de semilla no se incluyó este ciclo en estos ensayos. Por la misma causa no se presenta el dato de 1963-R para Sintético Nicaragua 2.-

La selección masal efectuada en Sintético Nicaragua 2 fue suspendida en el tercer ciclo y a pesar de haberse encontrado un aumento promedio de 12% al final de 2 ciclos, los técnicos del programa de maíz del Ministerio de Agricultura y Ganadería decidieron formar una nueva población mejorada de Sintético Nicaragua 2, sin cambiar el nombre de la variedad. Actualmente se encuentra en distribución comercial esta población mejorada de Sintético Nicaragua 2.

La explicación de haberse obtenido mayor aumento de rendimiento, 23% y en forma más continua de un ciclo a otro con PD(MS)6 que con Sintético Nicaragua 2 (12%) puede deberse a lo siguiente: es necesario admitir que en PD(MS)6 debe existir mayor varianza genética aditiva que en Sintético Nicaragua 2 para que con una selección masal como la efectuada en este estudio haya podido ser posible conseguir aumentos de rendimiento de la magnitud anotada. Evidentemen

te, PD(MS)6 es una variedad de polinización libre que se introdujo de Cuba hace más de 15 años atrás, y desde entonces se la fue aumentando sin mayor selección en La Calera para su distribución entre los agricultores. En cambio Sintético Nicaragua 2 es una población formada en base a 8 líneas obtenidas por autofecundación y por lo tanto es de una base genética más restringida que la correspondiente a PD(MS)6.

Los resultados positivos conseguidos con la selección masal en Nicaragua tienen una importancia especial. Por un lado la simpleza del método en comparación con otros más complejos aún cuando más eficientes, hacen de la selección masal un método adecuado a las limitadas posibilidades económicas y humanas del Programa de Mejoramiento de Maíz de Nicaragua. Siendo un método simple que no necesita mucho tiempo ni técnicos con especialización avanzada, la selección masal puede dar resultados en Nicaragua para mejorar varias poblaciones de maíz especialmente adaptadas a cada una de las zonas maiceras del país. Por otro lado las variedades criollas mejoradas para selección masal serán más fácilmente aceptadas por los agricultores pequeños, quienes además de no contar con medios para mejorar las prácticas culturales en la medida que necesitan los híbridos de maíz, son exigentes en cuanto a precocidad, tipo de planta y grano del maíz. Finalmente la selección masal al mismo tiempo que provee nuevas variedades mejoradas a bajo costo y en poco tiempo, también sirve para desarrollar poblaciones básicas sobre los que puede ejercitar métodos de selección más eficiente pero que exigen mucho más tiempo y medios para dar resultados.

En otras palabras la obtención de variedades mejoradas mediante la selección masal no impide sino favorece la aplicación de métodos, como la técnica de producción de maíz híbrido, que son más complejos y eficientes cuando el medio agrícola está mejor preparado para aprovechar los productos de este último tipo de selección.

Cuadro No.2.- Datos agronómicos obtenidos en el Ensayo PL-3-A de Selecciones Masales en los maíces PD(MS)6 y Sintético Nicaragua 2, La Calera 1964- (Primera).

Variedad	Origen	Días a flor	Calificación		Porcentaje de Humedad	Peso Seco Kg. 2/	Rendimiento	
			<u>1/</u> Planta	Mazorca			Kg/Ha. 2/	qq./Mz *
PD(MS)6 Variedad Original	Rapach.63	57	2.1	2.5	27.8	3.34	3587	55.6
PD(MS)6 1o. Ciclo de Selección	M-61-A	57	2.0	1.9	28.0	4.00	4296	66.6
PD(MS)6 2o. Ciclo de Selección	M-62-A	57	2.0	2.1	25.9	4.05	4350	67.4
PD(MS)6 3o. Ciclo de Selección	M-63-A	57	2.0	2.0	25.8	4.18	4489	69.6
Sint.Nic.2 Variedad Original	M-61-A	48	3.0	2.9	19.5	2.64	2835	43.9
Sint.Nic.2 1o. Ciclo de Selección	M-61-A	48	3.0	3.1	19.3	2.63	2824	43.8
Sint.Nic.2 2o. Ciclo de Selección	M-62-A	48	3.0	2.9	20.5	2.82	3029	46.9
Sint.Nic.2 3o. Ciclo de Selección	M-63-A	48	3.0	2.9	19.7	2.87	3083	47.8

1/ 1 = Buen aspecto de planta y mazorca; 5 = Mal aspecto de planta y mazorca.

2/ Peso de grano sin humedad por parcela de 10 v<sup>2</sup>.

3/ Rendimiento de grano con 12% de humedad.

\* Promedio de rendimiento de 20 repeticiones.

Cuadro No.3.- Análisis estadístico de los datos de rendimiento de grano, obtenidos en el ensayo PL-3A de Selecciones Ma-sales en los maíces PD(MS)6 y Sintético Nicaragua 2, La Calera, 1964, (Primera).

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de "F"	
				Calculado	Tabulado 5%    1%
Repeticiones	19	8.83	0.47	3.61 <sup>**</sup>	1.68-2.06
Variedades	7	62.54	8.93	6.87 <sup>**</sup>	2.10-2.82
Error	133	17.33	0.13		
Total	159	88.70			

\*\* Significa que este valor excede el nivel de significación al 1% de probabilidades.

Cuadro No.4.- Agrupación de los promedios de rendimientos de las variedades del Cuadro 2, de acuerdo a las diferencias mínimas significantes encontradas con el método de Rango Múltiple de Duncan, Modificado (7).

Variedad	Promedio de Rendimiento, libras por Parcela	Grupo de Significación *
PD(MS)6 3o. Ciclo de Selección	4.18	a
PD(MS)6 2o. Ciclo de Selección	4.05	b
PD(MS)6 1o. Ciclo de Selección	4.00	b
PD(MS)6 Variedad Original	3.34	c
Sintético Nicaragua 2, 3o. Ciclo de Selección	2.87	d
Sintético Nicaragua 2, 2o. Ciclo de Selección	2.82	d
Sintético Nicaragua 2, Variedad Original	2.64	e
Sintético Nicaragua 2, 1o. Ciclo de Selección	2.63	e

\* Los valores promedios que llevan la misma letra no difieren significativamente entre sí al nivel de 5% las probabilidades.

### CONCLUSIONES

Se considera que el volumen de los datos obtenidos en relación con el efecto de la Selección Masal sobre el rendimiento de grano tal como se lo practicó en 2 poblaciones de maíz de Nicaragua, es suficiente como para permitir algunas conclusiones, estas son:

a) La Selección Masal fue efectiva en aumentar el rendimiento de grano de la variedad PD(MS)6 en cada uno de los 3 ciclos de selección. En promedio de un número grande de repeticiones (48 a 69), los ciclos 1o. 2o y 3o de selección masal rindieron 11, 18 y 23% más que la variedad original de PD(MS)6.

b) En la variedad Sintético Nicaragua 2 la selección masal practicada en la misma forma que en PD(MS)6 tuvo efecto en aumentar el rendimiento de grano solo en los 2 primeros ciclos de selección. El promedio aumento de los ciclos 1o. y 2o. de selección masal con relación a la variedad original fue de 7 y 12%.

c) La precocidad y tipo de planta no fue notablemente afectada con la selección masal en ambas variedades.

d) El efecto mas pronunciado y prolongado de la selección masal en la variedad PD(MS)6 que en Sintético Nicaragua 2 se debe probablemente a que en la primera variedad de polinización libre había mayor varianza genética aditiva que en la segunda.

e) La probabilidad de poder lograr mejoramiento del rendimiento mediante la selección masal es importante en Nicaragua, pues la simpleza del método y lo poco exigente en medios humanos y materiales la hacen adecuado a las condiciones en que se desarrolla la agricultura del país. Con este método sería posible

obtener variedades mejoradas a corto plazo y costo reducido en varias zonas importantes de producción de maíz.

### RESUMEN

En el año 1961, se dió comienzo en la Estación Experimental Agropecuaria "La Calera" a un programa de mejoramiento con las variedades PD(MS)6 y Sintético Nicaragua 2, con el objeto de determinar la eficacia de la selección masal para mejorar el rendimiento.

La selección se llevó a cabo en lotes aislados que tuvieron la mayor uniformidad en cuanto a topografía y fertilidad con el objeto de reducir al máximo la influencia del medio-ambiente en la expresión fenotípica de los individuos seleccionados.

En el año de 1962 se comenzaron los ensayos de rendimiento con el primer ciclo de selección obtenido; estos ensayos de rendimiento se verificaron para evaluar los progresos de la selección masal através de los sucesivos ciclos de selección.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

1o. Se logró un aumento de rendimiento en cada uno de los

3 ciclos de selección de la variedad PD(MS)6. En la variedad sintético Nicaragua 2 el incremento obtenido fue menor que en PD(MS)6 y solo hasta el segundo ciclo de selección masal.

2o. A través de los sucesivos ciclos de selección, la precocidad media de las variedades permaneció estable aun cuando se iba mejorando el rendimiento, lo que significa que la selección masal modificó el rendimiento sin cambiar la precocidad de las variedades estudiadas.

## BIBLIOGRAFIA

- 1/ Angeles, Hermilo: Comentarios sobre la selección masal en el pasado y sus posibilidades actuales de mejoramiento de Maíz. 7a. Reunión Centroamericana del PCCMM., Tegucigalpa, Honduras. (1961), p. 18-21.
- 2/ Anónimo: Program in the Agricultural Sciences Annual Report. The Rockefeller Foundation, New York. (1962-1963), p. 12.
- 3/ Brauer, Oscar: Bases estadísticas y genéticas de la selección masal en Maíz. 10a. Reunión Centroamericana del PCCMM., Antigua, Guatemala. (1964), p. 10.
- 4/ Gutiérrez, Mario: Revisión de la efectividad de la selección masal en Maíz como método de mejoramiento. Instituto Tecnológico de Monterrey. Tesis sin publicar. Monterrey. (1961), p. 65-66.
- 5/ Johnson, Elmer: El mejoramiento del Maíz en México. 7a. Reunión Centroamericana del PCCMM., Tegucigalpa, Honduras. (1961), p. 22-23.
- 6/ Johnson, Elmer: Efecto de la selección masal sobre el rendimiento de una variedad tropical de Maíz. 9a. Reunión Centroamericana del PCCMM., San Salvador, El Salvador. (1963), p. 56.
- 7/ Lecler G., Leonard y Clark: Duncan range test. Field plot technique. 1a. Edición., p. 144.
- 8/ Lizarraga, Héctor: Ensayo de prácticas culturales con Maíz en Nicaragua. Managua, Nicaragua. (1960), p. 55.
- 9/ Lonquist, J. H.: El mejoramiento de las poblaciones de Maíz. 6a. Reunión Centroamericana del PCCMM. Managua, Nicaragua. (1960), p. 14-15.
- 10/ Neal, N. P.: Métodos primitivos para mejorar el Maíz. Revista Esso Agrícola. 2do. trimestre. (1963), p. 19.
- 11/ Nicaragua: Departamento de Meteorología.
- 12/ Reyes, C. P.: Effects of In-breeding and visual selection on general combining ability insome Mexican varieties of Corn. Iowa State University. Tesis sin publicar. (1957).

- 13/ Salazar, Angel: Apuntes del curso de Fitotecnia de la Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería de Nicaragua. (1963).
- 14/ Salazar, Angel: Trabajos del Programa de Maíz de Nicaragua. 9a. Reunión Centroamericana del PCCMM., San Salvador, El Salvador. (1963), p. 29-30.
- 15/ Sprague, F. C.: Mejoramiento del Maíz. Traducción al español del capítulo V del libro Corn and Corn Improvement por Angel Salazar y Alfredo Carballo. p. 5-13.
- 16/ Villena, William: Métodos usados en la obtención de variedades mejoradas e híbridos de Maíz para Nicaragua. 7a. Reunión Centroamericana del PCCMM., Tegucigalpa, Honduras. (1961), p. 32.
- 17/ Wrigley, G.: Agricultura Tropical. 1ra. Edición. México. (1962), p. 183-282.