

**Cuarta conferencia
sobre**

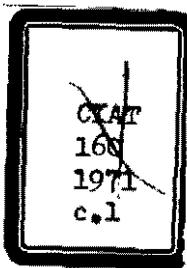
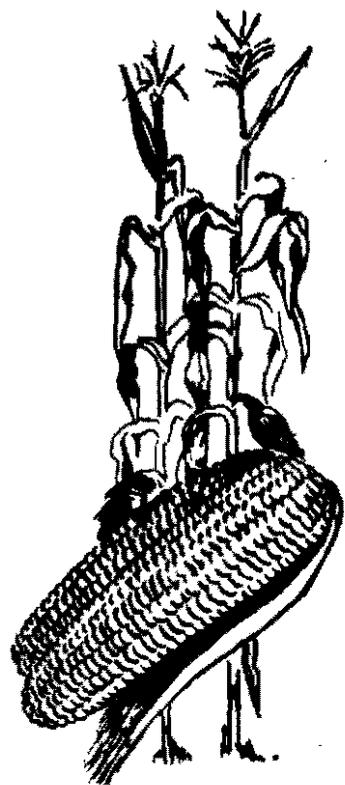


Mejoramiento de Maíz

en la Zona Andina

ICA - CIAT

**Palmira, Colombia
Noviembre 2 - 5, 1971**



SERVICIOS REFERENCIALES Y BIBLIOGRAFICOS

CIAT
SB
191
M2
C604

1971 CUARTA CONFERENCIA SOBRE MEJORAMIENTO DE MAIZ EN LA
C.1 " ZONA ANDINA, 4, Palmira, 1971.

Trabajos presentados,

ICA-CIAT

Palmira, Colombia - Noviembre 2-5, 1971

5591



BIBLIOTECA

DONACION

DE: *Dr. Doll*
FE 26-75

31701

Publicación hecha por el Programa de Maíz, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Apartado Aéreo 67-13, Cali, Colombia. Febrero, 1972.

LISTA DE PARTICIPANTES A LA IV REUNION DE MEJORADORES DE MAIZ
DE LA ZONA ANDINA

Noviembre 2 - 5, 1971.

Bolivia:

Mateo Romero
Director
Estación Experimental "6 de Agosto"
Avda de Circunvalación
Casilla # 1281
Santa Cruz.

Gonzalo Avila
Director del Centro
Investigaciones Fitotécnicas
de Pairumani
Casilla 128
Cochabamba.

Ben L. Grover
Especialista Suelos
Usaid c/o U.S. Embassy
Casilla 673
La Paz.

Colombia:

Lawrence Mintz
Agricultor
Av 4 # 23 CN 32
Cali.

Nora Elssy D' Cruz M.
Asistente de Investigación
CIAT
Apdo Aéreo 6713
Cali.

Eusebio Acosta Salgado
Genetista Auxiliar
C.N.I.A. Marconia
Apdo Aéreo 654
Santa Marta

Charles A. Francis
Coordinador Sistemas de
Producción de Maíz
CIAT
Apdo Aéreo 6713
Cali.

Daniel Sarria V.
Director Nal. Encargado
Programa Maíz y Sorgo
C.N.I.A. Palmira
Apdo Aéreo 233
Palmira

Julio Reynaldo Palomino G.
Periodista Agrícola
Calle 30 # 30-36
Palmira.

Luis Miguel Estrada R.
Genetista Auxiliar
C.N.I.A. Turipaná
Apdo Aéreo 206
Montería.

Claude Grand Pierre
Becario de Investigación
CIAT
Apdo Aéreo 6713
Cali.

Daniel Ruidiaz Rangel
Auxiliar Programa Maíz y Sorgo
C.N.I.A. Nataima
Apdo Nal. # 2
Espinal (Tolima).

Samuel Muñoz
Genetista Asistente
C.N.I.A. Palmira
Apdo Aéreo 233
Palmira.

Colombia: Cont.

Manuel Villota
Asistente V-10
Granja Experimental "Obonuco"
Apdo Aéreo 339
Pasto.

Diego Millán P.
Auxiliar de Investigación
Calle 1ª 9^E-99 Quinta Oriental
Cúcuta.

Alejandro Larios L.
Auxiliar de Investigación
Granja Experimental Santa Lucía
Apartamentos Medialuna
Cartagena.

Jorge E. Llano E.
Genetista Asistente
C.N.I.A. "Tulio Ospina"
Apdo Aéreo 51764
Medellín.

Enrique Arias
Genetista Asistente
C.N.I.A. Tibaitatá
Apdo Aéreo 7984
Bogotá.

Pedro I. González
Auxiliar de Investigación
ICA - Aguachica
Cesar.

Alvaro Betancourt
Genetista Asistente
ICA Regional # 3
Valledupar.

Manuel Pantoja
Genetista Asistente
C.N.I.A. La Libertad
Apdo Aéreo 2011
Villavicencio.

Estados Unidos:

Suri Sehgal
Genetista - Maíz y Sorgo
Compañía Pioneer
1206 Mulberry St.
Des Moines, Iowa 50308.

Ecuador:

Raúl Paz Jácome
Jefe Programa Maíz "Santa Catalina"
INIAP
Apdo 2600
Quito.

Carlos Cortaza González
Jefe Programa Maíz
Estación Experimental
Tropical "Pichilingue"
Casilla 24
Quevedo.

Leopoldo Palacios
Asistente Programa Maíz
Estación Experimental
Tropical Pichilingue
Casilla 24
Quevedo.

Cristóbal Villasís H.
Asistente Programa Maíz
Santa Catalina (Quito)
(Actualmente Becario de
Investigación- CIAT).

México:

Federico Poey
Genetista
Semillas Poey S.A.
Liverpool 143
México 6, D.F.

Carlos de León
Fitopatólogo
CIMMYT
México 6, D.F.

John Sullivan
Supervisor América Latina
DeKalb Agresearch
DeKalb México, Apdo 1618
Guadalajara, Jalisco.

A. F. E. Palmer
Fisiólogo
CIMMYT
Apdo Postal 6-641
México 6, D.F.

Nicaragua:

Angel Salázar
Director Operaciones de Semillas
DeKalb Centroamérica
Apdo 3242
Managua.

Honduras:

Juan José Osorto O.
Asistente Jefe- Programa Maíz
Desarrural, San Pedro Sula.
Honduras.

Perú:

Ricardo Sevilla
Genetista Programa de Maíz
Universidad Nal Agraria "La Molina"
Apdo 456
Lima.

Hugo Sánchez
Genetista Programa de Maíz
Universidad Nal Agraria "La Molina"
Apdo 456
Lima.

Federico Scheuch
Director Programa de Maíz
Universidad Nal Agraria "La Molina"
Apdo 456
Lima.

Wilfredo Salhuana
Genetista Programa de Maíz
Universidad Nal Agraria "La Molina"
Apdo 456
Lima.

Alexander Grobman
Director de Investigaciones y
Desarrollo para América Latina
Northrup, King & Co.
Av. Arequipa 340, Of. 601
Lima.

Marco Nevado
Genetista Programa de Maíz
Universidad Nal Agraria "La Molina"
Apdo 456
Lima.

Antonio Manrique
Genetista Programa de Maíz
Universidad Nal Agraria "La Molina"
Apdo 456
Lima.

Venezuela:

Pedro Obregón
Coordinador Nal. Programa Cereales
Centro de Investigaciones Agronómicas
Sección de Fitotecnia
Apdo 4653
Maracay.

Alvaro Acosta
Ingeniero Agrónomo I.
Centro de Investigaciones Agronómicas
Sección de Fitotecnia
Apdo 4653
Maracay.

Carlos Agudelo
Ingeniero Agrónomo I.
Centro de Investigaciones Agronómicas
Sección de Fitotecnia
Apdo 4653
Maracay.

IV CONFERENCIA DE MAIZ DE LA ZONA ANDINA

PROGRAMA

Martes, Noviembre 2

INDICE
PAGINAS

- 09:00 Salida de Hoteles en Cali
- 10:00 Inauguración
- Palabras de
- Dr. Fabio Arango, Gerente Regional 5, ICA, Cali, Colombia.
 - Dr. Eduardo Álvarez Luna, Director de Ciencias Agrícolas, CIAT
 - Dr. Clímaco Cassalet D., Director de Investigaciones del ICA, Colombia.

Estado Actual de Maíz en la Zona Andina

Moderador: I.A. Pedro Obregón, Venezuela

- 11:00 Ings. Carlos Cortaza y Leopoldo Palacios, Ecuador
Mejoramiento del Maíz en el Litoral Ecuatoriano. 1 - 14
- 11:20 Ing. Federico Scheuch, Perú
Estado Actual de la Producción y Mejoramiento de Maíz en el Perú. 15 - 19
- 11:40 Ing. Pedro Obregón, Venezuela
Situación Actual del Mejoramiento del Maíz en Venezuela 20 - 22
- Receso
- 12:00 Dr. Gonzalo Avila, Bolivia
Estado Actual de la Producción y Mejoramiento de Maíz en Bolivia. 23 - 30
- 12:20 Ing. Daniel Sarria V., Colombia
Estado Actual de la Producción y Mejoramiento del Maíz en Colombia.

13:00 Almuerzo

Mejoramiento del Maíz

Moderador: Dr. Alexander Grobman, Perú

- 14:00 Dr. Wilfredo Salhuana, Perú
Zonificación de la Costa del Perú para Investigaciones en Maíz 31 - 39

Mejoramiento del Maíz (Cont.)

INDICE
PAGINAS

14:15	Ing. Leopoldo Palacios, Ecuador Nuevos Cruzamientos Intervarietales con la Variedad VS-2 Modificada	
14:30	Ing. Antonio Manrique, Perú Comparación de tres Métodos de Selección Masal	40 - 49
14:45	Ing. Carlos Cortaza, Ecuador Avance de Selección en Dos Poblaciones de Maíz,	50 - 62
15:00	Dr. Leopoldo Palacios, Ecuador La Selección Masal del Maíz en Zonas Marginales como Posibilidad para Aumentar su Rendimiento.	
15:15	Ing. Ricardo Sevilla, Perú Resultado de Cuatro Ciclos de Selección Mazorca-hilera Modificada en un Compuesto de Maíz de la Sierra del Perú.	63 - 73
15:30	Dres. Manuel Torregroza y Enrique Arias F., Colombia Selección Recurrente Recíproca en Maíces Lationamericanos de Clima Frío II. Resultados Preliminares del primer Ciclo en dos Variedades de Variada Precocidad.	74 - 84
15:45	Dr. Elmer Johnson, CIMMYT Mejoramiento Genético del Maíz en CIMMYT	85 - 94
16:15	Mesa Redonda: <u>Avances Recientes en Mejoramiento de Maíz.</u> Dr. Alexander Grobman - Moderador Dr. Charles Francis - Presentación del Tópico Dr. Gustavo Avila Dr. Manuel Torregroza Dr. Federico Poey Ing. Ricardo Sevilla	
17:30	Salida de Palmira	

Miércoles, Noviembre 3

07:15 Salida de Cali

Mejoramiento de la Calidad de Proteína

Moderador: Dr. Gustavo Avila, Bolivia

08:00	Ing. Antonio Manrique, Perú Selección recurrente para Contenido de Aceite y Proteína en Maíz.	95 - 102
-------	---	----------

Mejoramiento de la Calidad de Proteína (Cont.)

INDICE
PAGINAS

08:15	Ing. Pedro Obregón, Venezuela Mejoramiento de la Calidad de Proteínas del Maíz en Venezuela.	103 - 108
08:30	Ing. Luis Beingolea y Ricardo Sevilla, Perú Problemas en la Introducción del Gene Opaco-2 en Maíces Harinosos y una posible solución, utilizando Genes Cristalinos.	109 - 113
08:45	Ing. Federico Poey, México Orientaciones para la Aplicación de Valores de Proteína en el Mejoramiento Integral del Maíz.	114 - 124
09:00	Mesa Redonda: <u>Avances en Mejoramiento de Calidad de Proteína.</u> Dr. Gonzalo Avila - Moderador Ing. Daniel Sarria Ing. Antonio Manrique Ing. Pedro Obregón Ing. Federico Poey Ing. Ana Melba Rubio	

Receso

Agronomía y Fisiología

	Moderador: Ing. Carlos Cortaza, Ecuador	
10:15	Ing. Nora D'Croz y C.A. Francis, Colombia Efectos de Fotoperíodo y su Respuesta al Medio Ambiente.	125 - 130
10:30	Ing. Marco Nevado, Perú Niveles de Heterocigocidad y su respuesta al Medio Ambiente.	131 - 143
10:45	Ing. Hugo Sánchez, Perú Fenología del Maíz I. Período Vegetativo y Efecto de ciertos Factores Ambientales sobre el Ritmo de Crecimiento.	144 - 175
11:00	Ing. Cristóbal Villasís, Ecuador Efecto de la Densidad de Siembra en el Rendimiento de seis Variedades de Maíz Forrajero.	176 - 183
11:15	Ing. Eusebio Acosta. Colombia Efectos de la Profundidad de Siembra sobre la Floración del Maíz.	
11:30	Dr. Fred Palmer y P.R. Goldsworthy, México Programa de Agronomía y Fisiología del CIMMYT.	184 - 187

- 12:00 Mesa Redonda
- Ing. Carlos Cortaza - Moderador
Dr. A. F. E. Palmer
Dr. Wilfredo Salhuana
Ing. Hugo Sánchez
Ing. Carlos Agudelo
Ing. Marco Nevado
- 13:00 Almuerzo
- 14:00 Visita a los campos del ICA
- 16:00 Visita a los campos del CIAT
- 17:30 Salida para Cali
- 19:00 Banquete, Cali

Jueves, Noviembre 4

- 07:15 Salida de Cali

Fitopatología, Entomología, Control de Malezas

Moderador: Dr. Carlos de León, CIMMYT, México

- 08:00 Ing. Alvaro Acosta e Ing. Carlos Agudelo, Venezuela
Plagas, Enfermedades y Control de Malas Hierbas
de Maíz en Venezuela. 188 - 189
- 08:15 Dr. Carlos de León y Alejandro Ortega, México
Programa de Protección Vegetal del CIMMYT. 190 - 206
- 08:30 Mesa Redonda: Avances Recientes en Mejoramiento
con respecto a Resistencia
- Dr. Carlos de León - Moderador
Dr. Charles Francis, Presentación del Tópico
Ing. Alvaro Acosta
Dr. Amador Villacorta
Dr. Jerry Doll
Ing. Leopoldo Palacios
Ing. Jesús A. Rivera

Receso

Economía y Mercadeo

Moderador: Ing. Jesús A. Rivera, Colombia

<u>Economía y Mercadeo (Cont.)</u>		INDICE PAGINAS
10:15	Ing. Diego Millán, Colombia Mercadeo del Maíz en el Sarare.	207 - 212
10:30	Ing. Pedro Obregón, Venezuela Aspectos Relacionados con la Producción y Consumo de Maíz en Venezuela.	213 - 218
10:45	Ing. Alvaro Acosta y Carlos Agudelo, Venezuela Economía y Mercadeo del Maíz en Venezuela.	219 - 223

Mejoramiento y Producción de Sorgo

Moderador: Dr. Angel Salázar, Nicaragua

11:00	Ing. Claude Grand-Pierre, Haití Utilización de la Selección Masal como Método de Fitomejoramiento en Sorgo (<u>Sorghum vulgare Pers.</u>) para Forraje.	224 - 232
11:15	Ing. Angel Salázar Situación del Cultivo del Sorgo en Centro-américa.	233 - 240
11:30	Claude Grand-Pierre, Haití Efecto de la Irradiación Gamma (Co-60) sobre algunas Características Fenotípicas en Sorgo de Grano (<u>Sorghum vulgare Pers.</u>) en condiciones de Campo	241 - 253
11:45	Mesa Redonda: <u>Estado Actual del Cultivo de Sorgo</u> Dr. Angel Salázar - Moderador Ing. Daniel Sarria Dr. Alexander Grobman Ing. Daniel Ruidíaz Ing. Claude Grand-Pierre	

13:00 Almuerzo

Colaboración Regional e Internacional

Moderador: Ing. Federico Scheuch, Perú

14:00	Dr. Charles Francis Programa del CIAT	
14:15	Dres. Carlos de León y Fred Palmer Programa del CIMMYT	
14:30	Discusión	
15:00	Coordinación de Pruebas Regionales para la Zona Andina	

16:30 Mesa Redonda: Bancos de Germoplasma

Dr. Jorge E. Llanos - Moderador
Dr. Federico Scheuch
Dr. Raúl Paz
Dr. Gonzalo Avila
Dr. Pedro Obregón

Tópicos Generales: Quién debe mantener los materiales?
Quién va a financiar los proyectos?
Quién tiene interés en el uso de las razas?
Debemos mantener colecciones, razas o compuestos grandes?

17:30 Conclusiones y Clausura

- Presentaciones por los moderadores de Mesas Redondas.
- Saludos de los coordinadores, Dres. Daniel Sarria y Charles Francis.
- Planes para la Reunión de 1972.

Viernes, Noviembre 5 - Recorrido del Valle, Agricultura e Industria

07:00 Salida de Cali

07:30 Salida del Casino en ICA "Palmira"

07:45 Visita a un campo de 50 hectáreas de sorgo ICAPAL, cerca a Palmira

08:15 Visita a la Planta de Semillas de la Caja Agraria "Cresemillas"

08:45 Salida para Buga - lotes de producción comercial de maíz, sorgo, soya, frijol y caña.

10:30 Visita a un lote de producción de Semilla Híbrido de Proacol.

11:00 Visita a los lotes de dos agricultores en la zona de Rozo.

13:30 Almuerzo en Cali

15:00 Visita a la Planta Industrial de Maizena, S.A. programas de maíz opaco y otros

17:00 Terminación del Programa.

INDICE
PAGINAS

Temas que no fueron presentados en el Programa de la IV Conferencia de Maíz, pero por su importancia se han incluido aquí:

Ing. Walter Fegan E., Perú
Estimación de efectos Genéticos en las F_1 y Generaciones Derivadas de cuatro Cruzas Inter-raciales en la Costa Peruana.

254 - 269

Ing. José Davelouis M., Américo Valdez
Manuel Arca B., Perú
Efecto de diferentes Fuentes Nitrogenadas en la Producción del Maíz en dos Valles de la Costa Peruana durante tres años.

270 - 293

BREVE RESEÑA SOBRE MEJORAMIENTO DE MAÍZ EN EL LITORAL ECUATORIANO

Carlos Cortaza 1/
Leopoldo Palacios 2/

En la Estación Experimental Tropical Pichilingue, de INIAP, ubicada en el centro del Litoral Ecuatoriano a 1° 5' de latitud Sur y 79° 29' 30" de longitud Occidental, lugar influenciado por dos épocas climáticas bien definidas: lluviosa y seca, la primera de las cuales se inicia en Enero y la segunda entre Junio y Julio, desde hace 12 años se viene trabajando en mejoramiento de maíz.

Las investigaciones han estado orientadas a obtener variedades de polinización libre que se distingan por sus buenas características de planta, mazorca y de manera especial por sus rendimientos.

Diferentes sistemas de mejoramiento tales como, Selección masal, Selección Recurrente, Formación de compuestos, variedades sintéticas, topcrosses etc., se han usado para obtener variedades. Los sistemas se han aplicado a una gran cantidad de material germoplásmico introducido desde diferentes países. Se ha usado también como material de mejoramiento algunas colecciones hechas en el Litoral Ecuatoriano.

Una de las variedades de más amplia adaptación en el Litoral Ecuatoriano, la VS2 (Variedad sintética), se obtuvo a partir de líneas provenientes de material criollo coleccionado en la zona.

En el Litoral existen varios tipos de maíces criollos, los mismos que en su mayoría son de bajos rendimientos y poseen características agronómicas indeseables de altura y pudrición.

Básicamente, al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) por intermedio del Programa de Maíz de la Estación Experimental Pichilingue le ha correspondido, hasta aquí, realizar el trabajo de mejorar variedades de maíz. Una vez obtenidas las variedades mejoradas con características deseables, se las prueba en diversas localidades en comparación con las variedades criollas del lugar.

Una de las variedades que más se ha destacado entre las obtenidas últimamente es la variedad de libre polinización INIAP-515, variedad que en las mejores condiciones ha rendido, experimentalmente, hasta 7.412 Kg/Ha. de grano al 12% de humedad y permite por sus buenas características de altura, la cosecha mecanizada.

A continuación se describen algunos sistemas de mejoramiento de maíz seguidos en la Estación Pichilingue, incluyéndose parte de la teoría en que se fundamentó la formación de las variedades logradas.

1/ Ing. Agr. Jefe del Programa de Maíz de la Estación Experimental Pichilingue del I.N.I.A.P.

2/ Ing. Agr. Asistente del Programa de Maíz de la Estación Experimental Pichilingue del I.N.I.A.P.

METODO DE SELECCION RECURRENTE

La selección recurrente es un método eficiente en el mejoramiento de caracteres cualitativos y cuantitativos. Diversos esquemas han sido desarrollados de acuerdo al fin propuestos. Entre ellos los más comunes son: Selección recurrente simple, selección recurrente por habilidad combinatoria general, selección recurrente por habilidad combinatoria específica, selección recíproca recurrente. Estos procedimientos se diferencian por el tipo de testigo usado al momento de la selección y el tipo de acción genética envuelta en el objetivo principal del plan de mejoramiento.

La concentración de genes favorables para rendimiento o características agronómicas deseables es progresiva en cada ciclo de selección, sin marcada pérdida de variabilidad dentro de la variedad.

De manera particular la selección recurrente simple basada en pruebas de descendencias, pero que excluye prueba de habilidad combinatoria, ha sido utilizada con éxito en el mejoramiento de caracteres genotípicos que son fácilmente identificados por inspección visual.

Algunas variedades se han obtenido en Pichilingue por el sistema de S.R.S. entre ellas, la INIAP-501-2. Los procedimientos seguidos y material genético utilizado para obtener las variedades citadas fueron:

El cruce intervarietal PD(MS)6 x VS-2, en ensayos llevados a cabo durante algunos años y en diferentes épocas (lluviosa y seca) mostró rendimientos superiores a sus progenitores. Fue necesario aprovechar la heterosis mostrada por este cruce y al mismo tiempo uniformizar sus características agronómicas.

La variedad INIAP-501 y 502 fueron formadas por líneas provenientes del cruce mencionado. En general las líneas escogidas fueron de baja y mediana altura de plantas. El número de líneas que intervienen en cada variedad es de 52 y 36 respectivamente, como se puede apreciar en los cuadros 1 y 2.

Origen P .66B*	G E N E A L O G I A			No de cruces	Altura Planta
2011	S.35	PD(MS)6 x	VS2-1-#-	2	baja
2017	S.46	"	" -1-#	1	alta
2022	S.56	"	" -1-1	1	baja
2023	S.73	"	" -1-#	1	baja
2047	S.154	"	" -1-#	1	baja
2054	S.170	"	" -1-#	1	baja
2055	S.173	"	" -1-#	1	mediana
2060	S.186	"	" -1-1	1	baja
2061	S.187	"	" -1-#	1	baja
2062	S.190	"	" -1-#	1	baja
2065	S.193	"	" -1-#	1	baja
2069	S.206	"	" -1-#	1	mediana
2078	S.233	"	" -1-#	4	mediana
2079	S.235	"	" -1-#	1	baja
2093	S.266	"	" -1-1	1	baja
2100	S.285	"	" -1-#	1	mediana
2103	S.293	"	" -1-#	1	mediana
2105	S.296	"	" -1-#	1	mediana
2114	S.311	"	" -1-#	3	mediana
2117	S.313	"	" -1-#	2	mediana
2123	S.321	"	" -1-1	1	baja
2130	S.335	"	" -1-1	1	baja
2136	S.345	"	" -1-#	1	baja
2145	S.360	"	" -1-#	1	baja
2147	S.363	"	" -1-#	1	mediana
2164	S.401	"	" -1-#	2	baja
2165	S.404	"	" -1-#	1	mediana
2170	S.415	"	" -1-#	1	baja
2173	S.419	"	" -1-#	2	mediana
2175	S.429	"	" -1-#	2	baja
2176	S.431	"	" -1-#	2	mediana
2181	S.448	"	" -1-1	3	baja
2204	S.490	"	" -1-#	1	mediana
2219	S.526	"	" -1-#	2	baja
2221	S.529	"	" -1-#	2	alta
2232	S.547	"	" -1-#	2	baja
2236	S.558	"	" -1-#	1	mediana
2239	S.572	"	" -1-#	2	mediana
2241	S.580	"	" -1-#	2	baja
2242	S.581	"	" -1-1	1	mediana
2252	S.599	"	" -1-1	1	baja
2279	S.635	"	" -1-#	2	mediana
2275	S.644	"	" -1-#	2	mediana
2277	S.649	"	" -1-#	1	mediana
2284	S.657	"	" -1-#	1	alta
2286	S.667	"	" -1-#	2	baja
2290	S.681	"	" -1-#	1	mediana
2291	S.684	"	" -1-#	1	baja
2307	S.723	"	" -1-#	2	baja
2309	S.727	"	" -1-#	1	baja
2311	S.729	"	" -1-#	1	mediana
2330	S.770	"	" -1-1	1	baja

CRUZAMIENTOS: 39

2011 x 2022	B x B	2093 x 2100	B x M
2011 x 2330	B x B	2105 x 2103	B x M
2017 x 2023	A x B	2114 x 2164	M x B
2054 x 2047	B x B	2117 x 2114	M x M
2055 x 2078	M x M	2123 x 2130	B x M
2061 x 2060	B x B	2130 x 2114	B x M
2062 x 2069	B x M	2145 x 2147	B x M
2065 x 2093	B x B	2165 x 2164	B x B
2078 x 2079	M x B	2170 x 2175	B x B
2078 x 2117	M x M	2173 x 2170	M x B
2078 x 2130	M x B	2173 x 2176	M x M
2173 x 2181	M x B	2269 x 2275	M x M
2175 x 2181	B x B	2269 x 2277	M x M
2176 x 2181	M x B	2286 x 2234	B x A
2204 x 2219	M x B	2291 x 2286	B x B
2219 x 2241	B x B	2307 x 2290	B x M
2221 x 2242	A x M	2311 x 2307	M x B
2232 x 2252	B x B	2236 x 2239	M x M
2239 x 2241	M x B	2239 x 2252	M x B
2252 x 2309	B x B		

Líneas bajas 28

Líneas medianas 21

Líneas altas 3

TOTAL 52

CUADRO 2

V A R I E D A D INIAP 502

Origen P66B *	G E N E A L O G I A		No de Cruces	Altura Planta
2011	S.35	PD(MS)6 x VS2-1-#	2	baja
2017	S.46	" -1-#	1	alta
2022	S.56	" -1-#	1	baja
2023	S.63	" -1-#	1	baja
2078	S.233	" -1-#	3	media
2079	S.235	" -1-#	2	baja
2081	S.238	" -1-#	2	media
2103	S.293	" -1-#	1	media
2105	S.296	" -1-#	1	media
2114	S.311	" -1-#	1	media
2117	S.313	" -1-#	1	media
2123	S.321	" -1-1	2	baja
2130	S.333	" -1-1	2	baja
2145	S.360	" -1-#	1	baja
2147	S.363	" -1-#	1	media
2164	S.401	" -1-#	2	baja
2165	S.404	" -1-#	1	alta
2170	S.415	" -1-#	2	baja
2173	S.419	" -1-#	3	media
2175	S.429	" -1-#	1	baja
2176	S.431	" -1-#	1	media
2181	S.448	" -1-1	1	baja
2204	S.490	" -1-#	1	baja
2219	S.526	" -1-#	1	baja
2221	S.529	" -1-#	2	alta
2236	S.558	" -1-#	1	media
2239	S.572	" -1-#	2	media
2241	S.580	" -1-#	1	baja
2242	S.581	" -1-1	1	media
2243	S.582	" -1-#	1	alta
2269	S.635	" -1-#	2	media
2275	S.644	" -1-#	1	media
2277	S.649	" -1-#	1	media
2307	S.723	" -1-#	1	baja
2311	S.729	" -1-#	1	media
2330	S.770	" -1-1	1	media

* Semestre de siembra correspondiente a la época seca de 1966.

C R U Z A M I E N T O S

2011 x 2022 A x B	2011 x 2330 B x B
2017 x 2023 A x B	2078 x 2079 M x B
2078 x 2117 M x M	2078 x 2130 M x B
2081 x 2079 M x B	2081 x 2123 M x B
2105 x 2103 M x M	2114 x 2164 M x B
2123 x 2130 B x B	2145 x 2147 B x M
2165 x 2164 A x B	2170 x 2175 B x B
2173 x 2170 M x B	2173 x 2176 M x M
2173 x 2181 M x B	2204 x 2221 B x A
2219 x 2241 B x B	2221 x 2242 A x M
2236 x 2239 M x M	2239 x 2243 M x A
2269 x 2275 M x M	2269 x 2277 M x M

Lineas bajas 16

Lineas medias 16

Lineas altas 4

TOTAL 36

SISTEMA DE MEJORAMIENTO POR CRUCES INTERVARIETALES

Desde antes del descubrimiento de las leyes de Mendel en 1900, ya se habían realizado trabajos de cruzamiento entre variedades. Los primeros resultados obtenidos no fueron consistentes, y si hubieron ganancias en rendimiento, éstos fueron pequeños y los métodos experimentales usados no permitieron una evaluación cabal de esas ganancias. Posteriormente se continuaron los trabajos con cruzamientos intervarietales y de los resultados obtenidos se concluyó que el método no era completamente satisfactorio excepto para condiciones especiales.

Recientemente ante un mejor entendimiento de la acción genética responsable del efecto de heterosis, se ha renovado el interés de un estudio más concienzudo de los cruces intervarietales. Algunos mejoradores han conseguido sorprendentes resultados en cruzamientos entre variedades de diversa procedencia. Se han reportado ganancias sustanciales sobre el progenitor más rendidor.

A continuación ilustramos el uso de cruces intervarietales para formar dos de las mejores variedades del Litoral Ecuatoriano: INIAP-515 e INIAP-517.

INIAP-515 (MAIZ AMARILLO)

Formada por la mezcla de igual número de granos de maíz de los siguientes cruces intervarietales:

N.C-270 x VS2
Compuesto III Amar. C.A. (Cuba 40 Hawai 5 S.L.P. 104) x VS2
PD (MS)6 x VS2
Cuba 325 x VS2
Compuesto Tuxp. Amar. Caribe (Tuxpeño San Vibag) x VS2

Todos estos cruces intervarietales han superado en rendimiento a la variedad de distribución comercial, VS2, en uno o más semestres.

INIAP-517 (MAIZ AMARILLO)

Formada con igual número de granos de maíz en cada uno de los siguientes cruces intervarietales:

1. NC 270 x VS2
2. Diacol V1 x VS2
3. Venezuela 305 x VS2
4. Venezuela 357 x VS2
5. Diacol V 153 x VS2
6. Diacol V 254 x VS2
7. Salvador H2 x VS2
8. Tiuna x VS2
9. FM 4 x VS2
10. Sicarigua mejorada x VS2
11. Com. III Amarillo C. A. (Cuba 40, Hawai 5, S.L.P. 104) x VS2
12. Diacol V 351 x VS2

13. H 501 x VS2
14. PD (MS)6 x VS2
15. Obregon x VS2
16. Cuba 325 x VS2
17. Comp. Tuxp. Amar. Caribe (Tuxp. San Vibag) x VS2

Estos cruces intervarietales han superado a la variedad comercial VS2 en uno o más semestres.

SISTEMA DE MEJORAMIENTO POR VARIEDADES SINTETICAS

Dentro de las variedades de libre polinización, las que posiblemente mejores perspectivas ofrecen dentro de nuestro medio son las variedades sintéticas obtenidas mediante el cruzamiento múltiple de líneas seleccionadas, cuya Habilidad Combinatoria General ha sido previamente determinada. Wellhausen ha manifestado que el número más conveniente en la formación de una variedad sintética depende de la fluctuación de la Habilidad Combinatoria de dichas líneas como padres.

De La Loma ha indicado que en la utilización de líneas autofecundadas hay que tener en cuenta, además de su capacidad productiva, su Aptitud Combinatoria. Existen líneas relativamente vigorosas que difícilmente transmiten su capacidad productiva y otras en cambio comunican esta capacidad en forma intensa, a veces superior a la que ellas mismas poseen, por ésto es necesario determinar la aptitud combinatoria para decidir las líneas que han de preferirse en un plan de cruzamientos.

En la Estación Experimental Tropical Pichilingue se han conseguido algunas variedades sintéticas entre las que podemos citar, a más de la VS2 ya anotada, la INIAP-504 e INIAP 506.

La variedad INIAP-504 fue formada con líneas bajas y de buenas calificaciones de planta y mazorca provenientes del cruce PD(MS)6 x VS2. En la época seca de 1966 se formó la variedad con igual número de granos y la mezcla se sembró en forma aislada y a libre polinización.

La variedad INIAP-506 se formó por líneas provenientes de las variedades VS2, VS4, Pichilingue-103 y Criollo de Quevedo, que en el semestre de la época seca del año 1966 se las sometió a habilidad combinatoria general, utilizando como padre común la variedad VS2. Las 8 líneas que integran INIAP-506 corresponden a aquellas que sobrepasaron en rendimiento a VS2 en una o más Desviaciones Standard. Para su formación se mezclaron un número igual de grano que se multiplicaron a libre polinización.

En los cuadros 3 y 4 se presentan las líneas con sus genealogías respectivas.

CUADRO 3

V A R I E D A D INIAP 504

Número orden	GENEALOGIA	Origen P .66A	Altura Planta
1	S.35 PD(MS)6 x VS2-1-#	2011	baja
2	S.39 " " -1-#	2014	baja
3	S.54 " " -1-#	2019	baja
4	S.56 " " -1-#	2022	baja
5	S.63 " " -1-#	2023	baja
6	S.154 " " -1-#	2047	baja
7	S.170 " " -1-#	2054	baja
8	S.186 " " -1-1	2060	baja
9	S.193 " " -1-#	2065	baja
10	S.235 " " -1-#	2079	baja
11	S.333 " " -1-1	2130	baja
12	S.342 " " -1-#	2133	baja
13	S.401 " " -1-#	2164	baja
14	S.415 " " -1-#	2170	baja
15	S.429 " " -1-#	2175	baja
16	S.432 " " -1-#	2177	baja
17	S.433 " " -1-#	2178	baja
18	S.448 " " -1-1	2181	baja
19	S.524 " " -1-#	2217	baja
20	S.547 " " -1-#	2232	baja
21	S.555 " " -1-1	2234	baja
22	S.580 " " -1-#	2241	baja
23	S.652 " " -1-#	2279	baja
24	S.667 " " -1-#	2286	baja
25	S.717 " " -1-#	2286	baja
26	S.723 " " -1-#	2307	baja
27	S.770 " " -1-#	2329	baja

Total de Líneas 27

CUADRO 4

V A R I E D A D INIAP 506

G E N E A L O G I A	Origen P .66 B	O B S E R V A C I O N E S	
		Planta	Mazorca
Sel.20 VS2-12-#-#-2# T.M.	2346	alta	alta
Sel.47 VS4-6#	2378	mediana	mediana capa hari- nosa.
Col.2 Cr.Mz.2-1-2#	2343	baja	baja flin
Sel. 29 VS2-1-2#-1-2#	2347	mediana	mediana
Sel.70 VS4-6#	2380	mediana	mediana Tend.2 Maz.
Sel.89 VS4-3#-1-2#	2382	baja	baja
Sel.14 Pich.103-3#-1-2#	2374	mediana	baja Tend.2 Maz.
Sel.48 VS2-1-#-1-2#	2360	mediana	mediana Tend.2 Maz.

Semestre tras semestre se prueba rendimiento y características agronómicas del material sobresaliente. Las pruebas se realizan en la Estación Pichilingue, otras estaciones y localidades fuera de las Estaciones (regionales). En más de un ocasión las variedades obtenidas en Pichilingue se comportan mejor en otras localidades. El cuadro 5 presenta una evaluación de un grupo de variedades en dos localidades del Litoral.

Ultimamente, las variedades hasta aquí conseguidas se las prueba en diferentes condiciones de distancias, densidades, dosis de fertilizantes, etc., así mismo en diversas localidades. Los cuadros 6 y 7 presentan resultados de este tipo de estudios.

En síntesis, puede decirse que en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP, se han obtenido por diferentes métodos de mejoramiento algunas variedades de libre polinización, que satisfacen hasta aquí, las exigencias agrícolas y comerciales de la región adaptándose a la mayoría de las condiciones existentes.

CUADRO 5 RENDIMIENTO DE LAS MEJORES VARIETADES DE LA ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE, EN DIFERENTES LOCALIDADES. EPOCA LLUVIOSA DE 1971

VARIETADES	FLORACION		ALTURA DE MAZORCA		RENDIMIENTO: Kgs/Ha. Grano	
	Días $\frac{1}{2}$		Metros		al 12% Humedad	
	Pichilingue	Portoviejo	Pichilingue	Portoviejo	Pichilingue	Portoviejo
ZARAINIAP III C.S.M	61	60	2.10	2.00	5.919	5.000
INIAP 509	62	60	1.89	1.90	5.086	5.185
INIAP 513	61	60	1.73	1.72	4.796	5.000
INIAP 504	57	59	1.58	1.57	4.864	3.765
VS2 Modificada	62	61	1.95	2.00	5.253	4.074
CRIOLLO DE QUEVEDO	65	62	2.42	2.37	5.049	4.259
INIAP 515 (COMERCIAL)	58	59	1.74	1.74	5.185	4.320
CAPITEIN X PD(MS)6-3#	62	60	1.95	1.88	5.234	5.123
MIX 1 X PD(MS)6-2#	62	60	1.95	1.85	5.395	3.950
BRAQUITICO br/br TUXPEÑO	68	65	1.19	1.17	2.771	1.975
MIX 1 X SINT. CUBA-3#	62	60	2.00	1.95	5.401	5.123
CAPITEIN X ETO-3#	62	60	1.95	1.86	4.864	4.197
MAIZ DEL APO	65	62	2.14	2.08	4.617	3.518
CAPITEIN X SINT. CUBA-2#	62	60	1.96	2.02	5.697	4.938
(C IS 11 X D.V.351)-#)-3#	64	61	1.91	1.85	5.049	3.888

1/ 50% de estigmas emitidos.

CUADRO 6 ESTUDIOS DE DISTANCIAS DE SIEMBRA EN CUATRO VARIETADES DE MAIZ EN DIFERENTES LOCALIDADES. EPOCA SECA 1970

VARIETADES	FLORACION		ALTURA DE MAZORCA		RENDIMIENTO: Kgs/Ha. Grano		
	DIAS <u>1/</u>		Metros		12% Humedad		
	Pichilingue	Sto. Domingo	Pichilingue	Boliche	Pichilingue	Boliche	Sto. Domingo
INIAP 515 (1 x 0,25m)	64	73	1.86	1.92	5.410	7.050	2.650
INIAP 517 (1 x 0,75m)	64	69	1.69	1.81	4.865	5.450	2.400
VS2 Mod (1 x 0,50m)	69	75	2.03	2.18	5.690	6.690	2.400
INIAP 514 (1 x 0,25m)	64	72	1.67	1.82	4.680	5.800	2.350
VS2 Mod (1 x 0,75m)	69	75	2.02	2.13	5.745	6.450	2.350
INIAP 515 (1 x 0,50m)	65	73	1.80	1.90	5.315	7.300	2.300
INIAP 517 (1 x 0,50m)	65	71	1.69	1.78	4.770	5.800	2.250
INIAP 514 (1 x 0,75m)	64	71	1.67	1.86	5.325	5.850	2.250
INIAP 517 (1 x 0,25m)	64	70	1.74	1.87	4.420	5.850	2.200
INIAP 514 (1 x 0,50m)	64	71	1.74	1.81	4.915	6.000	2.200
INIAP 514 (1 x 1 m)	65	72	1.67	1.88	4.985	5.800	2.100
INIAP 517 (1 x 1 m)	65	72	1.76	1.77	4.650	5.450	2.050
INIAP 515 (1 x 1 m)	66	74	1.86	1.91	5.005	6.900	2.050
INIAP 515 (1 x 0,75m)	64	73	1.84	1.90	5.810	6.200	2.000
VS2 Mod (1 x 0,25m)	68	78	2.04	2.16	5.555	6.350	1.950
VS2 Mod (1 x 1 m)	69	77	1.96	2.16	5.090	6.550	1.900

1/ 50% de estigmas emitidos.

CUADRO 7 EFECTO DE DENSIDADES Y DOSIS DE NITROGENO EN DOS VARIEDADES PROMISORIAS DE MAIZ EN DIFERENTES LOCALIDADES, EN EPOCA LLUVIOSA DE 1971

V A R I E D A D E S	FLORACION		ALTURA DE MAZORCA			RENDIMIENTO:Kgs/Ha grano		
	Días $\frac{1}{2}$		Metros			12% Humedad		
	Pichlgue	Portoviejo	Pichlgue	Bolch	Ptovjo	Pichlgue	Boliche	Portoviejo
INIAP 504 (1 x 0.50)								
" 0 Kgs N/Ha	57	57	1.55	1.48	1.57	5.445	4.285	5.750
" "150 Kgs N/Ha	57	56	1.58	1.57	1.52	5.265	4.490	5.600
" "300 Kgs N/Ha	56	57	1.62	1.58	1.59	5.590	4.090	5.700
" "(0.80x0.25)								
" 0 Kgs N/Ha	57	57	1.54	1.43	1.59	5.853	4.793	6.125
" "150 Kgs N/Ha	57	57	1.56	1.48	1.54	6.085	4.718	7.312
" "300 Kgs N/Ha	57	59	1.60	1.55	1.63	6.073	5.312	6.187
" "(0.82x0.40)								
" 0 Kgs N/Ha	58	58	1.61	1.57	1.58	6.337	5.176	6.309
" "150 Kgs N/Ha	57	58	1.70	1.54	1.62	7.231	5.079	7.619
" "300 Kgs N/Ha	57	57	1.70	1.49	1.71	7.412	5.054	7.023
INIAP 513 (1x050)								
" 0 Kgs N/Ha	60	59	1.74	1.65	1.69	5.660	4.020	5.100
" "150 Kgs n/Ha	60	59	1.80	1.72	1.76	5.555	3.890	5.850
" "300 Kgs N/Ha	60	58	1.61	1.67	1.82	5.810	3.620	6.400
" "(0.80 x 0.25)								
" 0 Kgs N/Ha	60	59	1.78	1.64	1.79	5.725	4.568	5.625
" "150 Kgs N/Ha	60	59	1.84	1.69	1.74	6.073	4.575	6.812
" "300 Kgs N/Ha	60	58	1.83	1.81	1.82	6.737	4.837	6.625

ESTADO ACTUAL DE LA PRODUCCION Y EL MEJORAMIENTO DE MAIZ EN EL

PERU

Federico Scheuch H. 1/

El Perú tiene 2'029,250 Has cultivadas, representando el 1.6% del área territorial. De aquellas, 362,400 Has son anualmente sembradas con maíz, siendo ésta la mayor área dedicada a un cultivo. La producción anual llega a 590.575 T.M.

Geográficamente, el Perú está localizado en el hemisferio sur de 0 a 18° de Latitud y entre los meridianos 68 y 81 oeste. Ecológicamente el país ha sido dividido en tres diferentes regiones:

- a) La Costa. Es una faja estrecha y larga de tierra a lo largo del Océano Pacífico, en la cual la precipitación pluvial varía de 3 a 40 mm anuales, no permitiendo ningún cultivo sin irrigación. En sus numerosos valles, se siembran diversos cultivos con rendimientos excelentes, debido al clima moderado y a la irrigación. Esta zona se encuentra ubicada desde el nivel del mar hasta los 1600 metros.
- b) La Sierra. Formada por la Cordillera de los Andes. Existen muchos valles entre los 1600 y 3500 m s.n.m. y algunos más altos. El maíz es sembrado hasta los 3900 m, pero solamente en algunas localidades. La mayor área es de temporal pero también se cultiva maíz bajo irrigación (30%)
- c) La Selva. La parte oriental de los Andes con condiciones de trópicos húmedos que se extiende a través del río Amazonas hacia Brasil. El maíz se cultiva en los 23 Departamentos del Perú. El 30% del área de maíz está ubicada en la Costa, 60% en la Sierra y 10% en la Selva.

El promedio nacional en 1967 fué de 1632 Kg/Ha, siendo para la Costa irrigada 2700 Kg/Ha, para la Sierra 1070 Kg/Ha y 1341 Kg/Ha para la Selva.

La producción se ha incrementado abruptamente de 362,000 a 590,575 T.M. del año 1963 a 1967.

La Costa produce 50% de este total, la Sierra 40% y la Selva 10%. Estos resultados de aumento en la producción son debidos al incremento del área en la Costa como consecuencia de la distribución de híbridos de alto rendimiento desarrollados por el Programa de Maíz. Esto hace el cultivo de maíz, competitivo económicamente, con el de algodón, caña de azúcar y otros cultivos tradicionales que los agricultores altamente tecnificados de la Costa siembran desde hace muchos años. En la Costa, aproximadamente, el 80% del área se siembra con semilla de maíz híbrido.

1/ Ing. Agr., M.S. Profesor Principal del Departamento de Fitotecnia del Programa Académico de Agronomía. Director del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz, Universidad Nacional Agraria - La Molina. Lima, Perú.

En el Perú se encuentra una gran variabilidad de tipos y usos de maíz. Se estima que de la producción total, el 38% es de consumo humano directo, en muchos platos locales, así como hervido y tostado, pero no como "tortillas" o "arepas" que no son conocidos en el Perú. La mayor parte del maíz para consumo humano es suave, de los tipos harinosos y dulces, siendo de colores variados; sin embargo, con maíces de endosperma duro se preparan variados platos después de haber sido molido y cocido.

Casi todo el maíz que se produce en la Costa se usa para alimentación animal; tipos amarillos, semiduros y duros son ampliamente sembrados, una pequeña porción de maíz harinoso se planta en la Costa Norte (Departamento de Lambayeque y Piura) y es usado para preparar una bebida de bajo contenido de alcohol llamada "chicha", muy popular ente los trabajadores de campo durante la jornada diaria, en lugar de tomar agua o refrescos.

El 58% de la producción del país se usa para alimentos preparados de consumo animal especialmente, en la industria avícola. La composición de estos alimentos contiene del 50% al 60% de maíz amarillo. Almidones alimenticios e industriales y otros sub-productos industriales demandan de 2% del maíz producido. También se estima que el 2% remanente se usa para semilla.

 EL MAIZ EN EL PERU

	Area %	Production %	Rdto. Kg/Ha
Costa	30	50	2,700
Sierra	60	40	1,070
Selva	<u>10</u>	<u>10</u>	<u>1,341</u>
Total:	100	100	x = 1,632

 USOS DEL MAIZ EN EL PERU

Consumo Animal	58%	Duro y semiduro
Consumo Humano	38%	Harinoso
Uso industrial	2%	Duro y semiduro
Semilla	<u>2%</u>	Híbridos (20%), variedades de polinización abierta (80%)
Total	<u>100%</u>	

DISTRIBUCION DE LA TIERRA.-

En 1967 la distribución de la tierra en el Perú era muy heterogénea. 80% de las tierras cultivadas pertenecía al 1% de los propietarios; 83% de las unidades agrícolas eran menores de 5 Has y se estimaba que el 95% de las 850.000 unidades agrícolas eran de autoconsumo o subsistencia. En la actualidad el gobierno conduce un programa de Reforma Agraria drástico que está cambiando radicalmente los datos anteriores. La cooperativización de las plantaciones de caña de azúcar y los latifundios de la Sierra, indudablemente, resultarán en un cambio de las estructuras agrarias del Perú en un futuro cercano.

LIMITACIONES A LA PRODUCCION DE MAIZ.-

Debido a las muchas condiciones en las cuales crece maíz en el Perú, es difícil establecer limitaciones generales para su producción. Sin embargo, los problemas pueden ser divididos y sumariados de la siguiente manera:

a) Investigación:

- 1) Necesidad de terrenos para Estaciones Experimentales que se dediquen a maíz.
- 2) Carencia de equipos y laboratorios para dichas Estaciones.
- 3) Necesidad de personal entrenado.
- 4) Locación de fondos en las instituciones que se dedican a investigación en maíz.

b) Promoción y Extensión:

- 1) Distribución de semillas mejoradas.
- 2) Créditos para los agricultores maiceros.
- 3) Personal entrenado.
- 4) Fondo de operación.

c) Comercialización, almacenamiento y distribución:

- 1) Centros de acopio.
- 2) Crédito para establecer almacenamientos a nivel de granja y también almacenes estatales.
- 3) Política de precios.
- 4) Sistema nacional de información de mercados.
- 5) Normas de comercialización.
- 6) Créditos sobre producto almacenado.
- 7) Regulación de las importaciones y exportaciones.

PROGRAMA NACIONAL DE MAIZ.-

En 1954 con el aporte inicial de la Fundación Rockefeller y el gobierno Peruano, la Universidad Nacional Agraria empezó un Programa de Maíz de dimensión

nacional para mejorar variedades, desarrollar híbridos y estudiar las mejores prácticas agronómicas para maíz. El país se dividió en zonas ecológicas y en las cuales el maíz tenía importancia económica, se comenzó programas locales.

En 1958 dos top-crosses y un híbrido doble se distribuyó para la Costa. Un nuevo tipo de maíz amarillo semiduro fué desarrollado por el Programa. Anteriormente, los agricultores sembraban variedades de polinización abierta duras (Perla).

Cinco proyectos constituyen, actualmente, el Programa de Maíz:

- 1) **Mejoramiento:** Desarrollo de híbridos para la Costa y la Selva (6 localidades), Sintéticos, variedades mejoradas y compuestos para la Sierra (4 localidades).
- 2) **Agronómico:**
 - Ensayo de fertilidad en todas las regiones.
 - Ensayos de densidad x fertilidad x híbridos.
 - Control químico de malezas.
 - Control de insectos: biológico y químico.
 - Epocas de siembra.
 - Experimento de rotación.
 - Efectos residuales de fertilizantes.
 - Estudios de correlación entre análisis de suelo y fertilización.
- 3) **Semillas:**
 - Semilla de fundación producida por el Programa.
 - Certificación de la semilla producida por los semilleros asociados
 - Operación de la Planta de Procesamiento de Semillas en La Molina.
 - Política en la producción y distribución de la semilla.
 - Pruebas regionales para la Costa, Selva y Sierra (25 localidades).
- 4) **Banco de Germoplasma:**
 - Mantenimiento y clasificación de más de 2.000 colecciones (1.700 de Perú, 300 de otros países).
- 5) **Estudios Especiales:**
 - Comparación de métodos de mejoramiento de maíz usando variedades locales.
 - Selección para planta baja en maíz tropical.
 - Desarrollo de maíces con proteína de alta calidad.
 - Desarrollo de sintéticos de alto contenido de aceite y alto contenido de proteína.
 - Desarrollo de maíz "waxy".
 - IMAN - 3 localidades.
 - IOMT - 2 localidades.
 - Fenología del maíz y su respuesta a diferentes condiciones ambientales.

El Programa de Maíz conduce, aproximadamente, 150 ensayos fitotécnicos, 40 agronómicos y 20 estudios especiales anualmente. Además, tiene la responsabilidad de supervisar la producción de toda la semilla certificada en el país (2 millones de Kg).

Con esta cantidad de trabajo, los sistemas tradicionales de toma de datos y análisis no eran aconsejables: Actualmente, todos los libros de campo y análisis estadísticos son hechos mediante sistema de computación (IBM 1620). Programas para todos estos trabajos han sido desarrollados y los resultados se tienen disponibles en un lapso corto de tiempo.

Un aspecto interesante de toda la operación es que el Programa se autofinancia desde 1963. Cada productor de semilla tiene que pagar un "Derecho de Certificación" que corresponde, aproximadamente, al 10% del precio de venta. Con estos fondos y los de venta de semilla de fundación, el Programa cubre su presupuesto de operaciones. Los salarios de 12 investigadores son pagados por la Universidad como funciones de enseñanza a la cual todos los miembros del Programa están obligados, con uno o dos cursos por semestre.

El Perú ha dejado de importar maíz debido al incremento de la producción local y el país es capaz de suplir la demanda del futuro si el gobierno efectúa diversas acciones. Sin embargo, si no hay un cambio de la actual política del gobierno, la oferta no será suficiente para suplir la demanda y la única solución serán las importaciones.

Actualmente, el cultivo de maíz es de buen rendimiento económico para los agricultores de la Costa. Al no estar permitida la libre importación de maíz, sorgo y otros granos similares empleados en la preparación de alimentos para animales, el precio de maíz tiene un mínimo asegurado (US\$ 90.00 Ton.), siendo las fluctuaciones superiores a este mínimo.

Los fertilizantes que se emplean usualmente tienen la siguiente relación con el precio de maíz:

- 2 Kgs de maíz corresponden a 1 Kg de Nitrógeno.
- 1.9 Kg de maíz corresponden a 1 Kg de Fosfórico bajo la forma de Superfosfato de Calcio.
- 1.9 Kg de maíz corresponden a 1 Kg de Potasa bajo la forma de Sulfato de Potasa.

Con relación al Nitrógeno el precio varía con las fuentes (Urea, Nitrato de Amonio, Sulfato de Amonio), pero la relación dada es un promedio en el presente año.

Es por esta razón que las dosis de fertilización con Nitrógeno, utilizada por los agricultores de la Costa, son altas desde que los incrementos en el costo son ampliamente pagados por el mayor rendimiento, debido a la efectiva respuesta al Nitrógeno. No sucede lo mismo con el Fosfórico y la Potasa, donde no se han encontrado respuestas consistentes. En las zonas de Sierra y Selva al costo de la unidad de fertilizante debe agregarse el transporte desde plantas de producción de la Costa o puertos de la misma si se trata de fertilizante importado.

Dosis comunes de 200-80-0/Ha son utilizadas por los sembradores de maíz bajo riego de la Costa.

El potencial del cultivo de maíz en el Perú es amplio y su producción puede aumentarse sustancialmente para cubrir la demanda que el país exigirá en el futuro.

SITUACION ACTUAL DEL MEJORAMIENTO DEL MAIZ EN VENEZUELA^{1/}

Por: P. Obregón^{2/}

INTRODUCCION

El presente informe se referirá, en forma global, a los principales logros alcanzados en el mejoramiento del cultivo de maíz en Venezuela, desde el punto de vista del mejoramiento de la planta en sí, así como de las condiciones proporcionables por el hombre para que los maíces mejorados puedan manifestar su óptima capacidad de producción.

En una tercera parte se incluyen las nuevas orientaciones en el Programa Venezolano de Mejoramiento de Maíz.

I Mejoramiento genético.

En 1939 se inició la creación de cultivares de maíz tendiente principalmente al aumento de la capacidad de producción. D.G. Langham, entre 1939-1948, creó las variedades Venezuela-1, y Venezuela-3; P. Obregón, desde 1950 hasta la fecha, ha creado las variedades Sicarigua Mejorado, Tunapuy y Minita precoz y los híbridos Guaicaipuro, Tiuna, Mara, FM-1, FM-2, FM-3, FM-4, FM-6, FM-7, Obregón y Arichuna; Alfredo Carballo Q. y Pedro Marcano, en 1967, terminaron la creación de la variedad Foremaíz-1. El cuadro 1 muestra el nombre del cultivar, el límite de rendimientos experimental en Kg/Ha. y la entidad creadora de los maíces mejorados venezolanos.

De los cultivares que aparecen con un asterisco en el cuadro 1, en la actualidad no se produce semilla certificada. Los otros, con excepción del H. FM-7, se encuentran además en opaco-2. Todos han sido creados en los Valles de Aragua a 460 m.s.n.m., menos la variedad Foremaíz-1 que lo fué en Agua Blanca, Portuguesa, a 170 de altura.

Para 1970, se produjeron 7.177.300 Kgs. semilla certificada de maíz, de los más o menos 12.000.000 que necesita el país.

II Mejoramiento agronómico.

La situación se puede resumir:

Se han determinado las mejores poblaciones variando éstas entre 40.000 a 60.000 plantas por hectárea según la precipitación y uso de fertilizantes.

-Sistemas de siembra mecanizada para diferentes situaciones.

-Los estudios sobre fertilización son limitados. La información indica un in-

1/ Informe presentado en IV Conferencia de Maíz en la Zona Andina. Palmira. Colombia. 2-5 Nov. 1971.

2/ Ing^o Agr^o Jefe Sección Fitotecnia y Coordinador Programa Nacional de Cereales. CIA-MAC. Maracay. Venezuela.

crecimiento de unos 1000 Kg/Ha. en los maíces mejorados con aplicaciones entre 300-500 Kg/Ha. de fórmulas completas. Hace falta más información sobre mayor fertilización nitrogenada.

-Hay estudios sobre control químico de malezas con 2,4 D y Atrazín de resultados positivos. En general, el control de malezas en el cultivo del maíz es deficiente.

-El problema de plagas está poco estudiado. La principal es el *Spodoptera frugiperda* (L. E. Smith) o gusano cogollero. Se conocen métodos químicos de control de esta plaga y de otras de menor peligrosidad.

-La cosecha mecánica ha sido estudiada. Aunque es económicamente factible, es de poco uso.

III Nuevas orientaciones en el Programa Venezolano de Mejoramiento de Maíz.

1. Las zonas importantes productoras de maíz en Venezuela están entre los 0-700 mts. de altura, por lo que el Programa Nacional de Investigación en Maíz se ha venido efectuando desde la Región Centro-norte del país, en el Centro de Investigaciones Agronómicas al lado de la ciudad de Maracay, a unos 460 m.s.n.m.. Tiene extensiones hacia otras regiones del país en lo relativo a ensayos sobre cultivares, sobre fertilizantes y poblaciones. Además reconocimiento nacional sobre plagas, enfermedades y malezas.

Para 1972, el Programa Integral de Desarrollo Agropecuario (PRIDA) con financiamiento ya asegurado, contempla la apertura de proyectos regionales de investigación en maíz, en los siguientes sitios:

1. Región Oriental con sede en la ciudad de Maturín.
2. Región Centro-sur con sede en la ciudad de Zaraza.
3. Región Centro-occidental con sede en la Estación Experimental de Zonas Áridas cerca de la ciudad de Barquisimeto.
4. Región Occidental (Cuenca Lago de Maturín) con sede en el Sistema de Riego El Cenizo cerca de la ciudad de Valera.

Actualmente se está en la fase de selección del personal que se va a ocupar de estas investigaciones. Toda esta nueva actividad será coordinada desde el Centro de Investigaciones Agronómicas de Maracay.

2. Mejoramiento de las poblaciones de trabajo por métodos de Selección Masal, a altas densidades y en alta fertilidad. Esto es con el objeto de que los futuros cultivares rindan mejor en la combinación de estas dos condiciones. Se han iniciado trabajos sobre nutrición mineral del maíz.

3. Mejoramiento de la calidad proteica del grano de maíz con la incorporación de los genes opaco-2 y harinoso-2.

En este sentido se viene trabajando en la formación de maíces de alta calidad proteica pero de endospermo cristalino.

4. Bajar la latencia de las poblaciones de trabajo.

CUADRO 1. Nombre, límites de rendimiento experimental en Kg/Ha. y entidad creadora de los maíces mejorados venezolanos.

<u>Nombre de la variedad o híbrido</u>	<u>Rendimiento Kg/Ha.</u>	<u>Producido por</u>
Variedades criollas*	500 - 2.500	-
V. Minita (muy precoz)	2.000 - 2.500	MAC - CIA
V. Venezuela-1	2.500 - 3.000	MAC - CIA
V. Venezuela-3*	2.500 - 3.000	MAC - CIA
V. Sicarigua*	2.500 - 3.000	MAC - CIA
V. Sicarigua Mejorada	3.000 - 3.500	MAC - CIA
V. Tunapuy	3.300 - 3.850	MAC - CIA
V. Foremaíz-1	4.000 - 4.500	Foremaíz
H. Guaicaipuro*	4.000 - 4.500	MAC - CIA
H. Tiuna*	4.000 - 4.500	MAC - CIA
H. Mara*	4.000 - 4.500	MAC - CIA
H. FM-1*	4.000 - 4.500	Fundación Mendoza
H. FM-2*	4.000 - 4.500	Fundación Mendoza
H. FM-3*	4.000 - 4.500	Fundación Mendoza
H. FM-4*	4.500 - 5.000	Fundación Mendoza
H. FM-6	4.500 - 5.000	F. Mendoza y MAC-CIA
H. FM-7	4.500 - 5.000	F. Mendoza y MAC-CIA
H. Obregón	4.500 - 5.000	MAC - CIA
H. Arichuna	5.000 - 5.400	MAC - CIA

* No se produce semilla certificada.

ESTADO ACTUAL DE LA PRODUCCION Y EL MEJORAMIENTO

DEL MAIZ EN BOLIVIA

Gonzalo Avila L. ^{1/}

Introducción.

La producción boliviana de maíz durante el año 1971, ha alcanzado a 390.000 toneladas, manteniendo el incremento anual registrado en las últimas 2 décadas inferior al 1%, este incremento paulatino va de acuerdo a las necesidades del país sin crear problemas de escasez o superproducción.

Igualmente los promedios anuales de los precios, durante los últimos 10 años tampoco han sufrido grandes variaciones; sin embargo durante el mes de Diciembre de 1969 se observó un fuerte incremento del precio del maíz destinado a la alimentación animal, debido a la exportación de menos de 1.000 toneladas que rompió un equilibrio establecido en muchos años.

Los rendimientos por unidad de superficie, tampoco han sufrido grandes variaciones en el país, debido fundamentalmente a que el 90% de la producción total se obtiene en pequeños fundos por agricultores con escasos recursos; ya que las empresas agrícolas que actualmente se están formando en el área tropical del país no se han interesado todavía por esta línea productiva, debido a los bajos ingresos que se obtienen con el cultivo del maíz en comparación con otros como el algodón, la caña de azúcar la soya, etc. En efecto, el precio de un quintal de 100 kilos de maíz en el departamento de Santa Cruz es de aproximadamente 2.40 \$U.S. y el costo de producción de estos 100 kilos fluctúa entre 1.40 y 2.50 \$U.S.

Cabe destacar que si bien es cierto que el maíz para la alimentación de aves y ganado tiene un precio tan bajo, el maíz producido en el área montañosa del país, destinado al consumo humano y que es aproximadamente un 40% de la producción total, adquiere precios más justos a su inversión aunque desproporcionados en relación al maíz para consumo animal, pues de acuerdo a la variedad de suele cotizar entre 2 a 4 veces más con relación al maíz de consumo animal, mientras que el maíz destinado al mercado en estado de madurez masal (choclo) la relación que se obtiene por el precio de cada espiga es de 2 a 10 veces mayor.

Mejoramiento

Antecedentes.

Siguiendo un programa de nivel continental y con el concurso de la Fundación Rockefeller, durante la década de 1950-60, se recolectó y clasificó el germoplasma máfico boliviano.

La clasificación del material boliviano en razas, dentro un concepto taxonómico de raza universalmente usado, si bien desde el punto de vista sistemático nos ofrecía un material clasificado, en cambio para los programas de mejoramiento genético resultaba un tanto artificial, consiguientemente fué necesario completar la clasificación en grandes grupos sistemáticos, con respuestas genéticas similares a

^{1/} Director del Centro de Investigaciones Fitotécnicas y Eco-Genéticas de Pairumani, Casilla 128, Cochabamba, Bolivia.

los cruzamientos, a las autofecundaciones, a los traslados a zonas diversas a las de su origen y que contemporáneamente ocupasen un mismo área fitogeográfica.

Esta clasificación fué inicialmente propuesta por Rodríguez y Avila (1964) y por Rodríguez y otros (1968) y posteriormente completada por Brandolini y Avila (en imprenta).

De este modo el material boliviano fué clasificado en 7 grandes complejos raciales, los cuales vienen descritos brevemente a continuación.

1. Complejo racial Pisankalla. Integran este complejo todos los maíces "everta" bolivianos, su área de distribución es amplia en Bolivia, aunque es bastante escasa la intensidad de su cultivo.

En combinaciones híbridas con líneas de diverso origen utilizadas para determinar la capacidad de combinación general y específica de los maíces de este complejo, se observó la posibilidad de utilizar este material para dar mayor precocidad a los híbridos, aunque los rendimientos fueron muy bajos particularmente en las combinaciones con las líneas dentadas de origen americano. Algunas de las razas que integran el complejo como la raza pura originaria de la zona amazónica del país, presenta comportamientos ligeramente diversos a las demás razas del área montañosa.

Es interesante anotar que todas las muestras pertenecientes a esta raza trasladadas a 45° de latitud norte en Europa no han mostrado sensibles cambios morfológicos y fisiológicos a las condiciones de termoperíodo y fotoperíodo mutado.

Las razas que integran este complejo son: Pura, Pasankalla, Pisankalla y Purito.

2. Complejo Valle Alto. Son también denominados impropriamente altiplánicos, presentan un área de dispersión limitada a las zonas altas de Bolivia, las razas que integran este complejo poseen los granos de textura siempre harinosa y las plantas muy pequeñas.

En las combinaciones con las líneas "tester", no han mostrado buenas posibilidades relativas al rendimiento, en cambio este material puede ser utilizado para conferir mayor precocidad, tolerancia a las bajas temperaturas y profundidad al grano.

En zonas con fotoperíodo más largo las razas de este complejo, excepto la Paru, han mostrado ligeros cambios en el número de hojas y la altura de la planta, además de una sensible dicogamia.

Las razas que integran este complejo son: Huaca Songo, Jampe Tongo, Paru y Tuimuru.

3. Complejo harinoso del Valle. Constituye un complejo de difícil sustitución por otras razas en las zonas de los valles mesotérmicos de Bolivia por la marcada preferencia del consumidor nacional, ya que las razas de este complejo son casi totalmente utilizadas para la alimentación humana.

En cruzamientos con líneas dentadas americanas han mostrado, tanto en Bolivia como en Europa rendimientos muy interesantes, en cambio, con las líneas europeas de tipo vitreo no se ha observado el mismo grado de heterosis.

Autofecundando las razas de este complejo se han obtenido la máxima concentración, para el germoplasma boliviano, de plantas con mutaciones monogénicas

como albinismo, variegaciones, tassel seed, anter ear, etc. Las razas de este complejo son casi siempre homocigotas para el carácter flourey₁ (fl₁) y para los caracteres complementarios para el color de la aleurona, excepto para R, en efecto las razas que no presentan la aleurona coloreada casi siempre se debe a la recesividad del locus R (Avila y Gavazzi dato no publicado).

En los pocos cruzamientos realizados entre las líneas derivadas de este complejo, no he encontrado una gran heterosis aún cruzando líneas derivadas de razas muy distintas.

Cuando estas razas vienen introducidas en ambientes nuevos, en ellas se observa fuertísimos cambios morfo-fisiológicos; en un ensayo conducido por Brandolini, Avila y Vandoni (1970), contemporáneamente en Bolivia a 17° de latitud sur y en Italia a 45° de latitud norte, en esta última zona con el fotoperíodo normal de aproximadamente 15-16 horas de luz y con solamente 12 horas de luz, se observaron fuertes reacciones atribuibles tanto al efecto térmico cuanto al fotoperíodo.

Las razas que integran este complejo son: Kulli, Checchi, Kajbia, Hualtaco, Harinoso 8 hileras, Chuspillo, Huillcaparu, Kello Huillcaparu, Aizuma, Comcebidño, Oke, Colorado, Blanco Yungeño, Achuchema.

4. Complejo Morocho. Las razas de este complejo son en su mayor parte originarias del sur de Bolivia, son generalmente semi-vitreas y de 8 filas, es posible que este complejo racial sea uno de los primeros a ser sustituido por las variedades semi-vitreas mejoradas.

Los rendimientos obtenidos en cruzamientos con las líneas "tester" mostraron un amplio rango de variación aunque casi siempre fueron escasos.

En este complejo se observó una mayor reacción a los cambios en termoperíodo que a los fotoperíodos.

Las razas que integran este complejo son: Karapampa, Morochillo de Tarija, Morocho, Kellu, Morocho Chaqueño y Morocho grande.

5. Complejo Perla. En Bolivia presenta amplia difusión, son maíces de tipo vitreo o semi-vitreo casi siempre de color blanco.

En cruzamientos con diversas líneas se mostraron en general bastante productivos, sea en los campos experimentales en Bolivia como en Europa.

En las razas que pertenecen a este complejo, al ser autofecundadas mostraron el mayor porcentaje de mutaciones que confieren un desarrollo defectuoso al grano.

De una raza perteneciente a este complejo Avila (1970) aisló un mutante opaco 2.

En nuestros ensayos, las razas de este complejo mostraron fuertes reacciones a cambios fotoperíodos.

Las razas que integran este complejo son: Uchuquilla, Chake Sara, Perla, Perla, Aperlados y Perla Amarilla.

6. Complejo Amazónico. Está formado por diversas razas cuya distribución en Bolivia coincide con la Hoya Amazónica, en la mayor parte de ellas los granos tienen una posición "entrapada" sobre el marlo.

No poseen cualidades para adaptarse fácilmente en zonas con diversas características a su lugar de origen, porque reaccionan fuertemente a los cambios foto y termoperiódicos.

En los cruzamientos con las líneas "tester" ha sobresalido la raza Duro beniano en los campos experimentales de Cochabamba, pero en los campos experimentales en Europa los rendimientos fueron francamente pobres y en algunos casos casi nulos.

En los cruzamientos, ciertas razas de este complejo se mostraron como excelentes mejoradores del largo de la espiga.

Las razas que integran este complejo son: Enano, Coroico o Blando Amazónico, Blanco cruceño, Duro beniano, Bayo y Canario.

7. Complejo Cordillera. Maíces de tipo dentado de limitadísima distribución geográfica en Bolivia, presentan excelentes características para su mejoramiento. Efectivamente las líneas más productivas que actualmente dispongo, derivan de razas pertenecientes a este complejo.

En los cruzamientos con las líneas "tester" han mostrado casi siempre una buena capacidad de combinación tanto en Bolivia como en Europa.

De una espiga de la raza Cordillera, se ha aislado un mutante opaco 2 que se encontraba al estado homocigótico (Avila 1970).

Las razas que pertenecen a este complejo, en general se mostraron más susceptibles a los cambios en termoperíodo que a los cambios en fotoperíodo.

Las razas que integran este complejo son: Morocho de 14 hileras, Blanco Mojo y Cordillera.

Contemporáneamente, en Bolivia y en Europa fué analizada para diversos caracteres ligados al rendimiento la variancia genotípica del germoplasma boliviano en sus componentes aditiva y de la dominancia por Avila y Brandolini (1970) y por Avila (en curso de edición).

Para el peso de la espiga, tanto en Bolivia como en Europa se observó una alta significatividad (0.01) para la componente no aditiva, mientras que para la aditiva no se observó ninguna significatividad en los campos europeos y en los bolivianos se observó una significatividad al 0.05. Estos datos muestran que el germoplasma boliviano aparentemente podría ser más eficazmente utilizado en forma de híbridos.

Concluyendo se puede afirmar que esta clasificación permite dentro de ciertos límites predecir el comportamiento genético del material boliviano, frente a su traslado a otras zonas y a las presiones de selección; naturalmente los límites de esta predicción son sumamente amplios. Actualmente se están ejecutando y planificando algunos estudios más particularizados sobre pocas poblaciones que mayormente interesan a los planes de mejoramiento, en modo de ahorrar tiempo y dinero en la selección.

Mejoramiento genético.

Hasta el momento los resultados son todavía muy pobres y confusos, más tarde analizaremos brevemente las causas, sin embargo con los estudios preliminarmente realizados gracias a la buena voluntad de algunos investigadores nacionales y extranjeros, actualmente disponemos ya de una idea más cabal sobre nuestro germoplasma y esperamos que a breve plazo se puedan obtener los primeros resul-

tados positivos a nuestra economía.

Los resultados de los trabajos de mejoramiento se pueden resumir del siguiente modo:

a) Introducción de variedades mejoradas.

Durante los últimos 20 años se han intentado diversas introducciones de material seleccionado con resultados positivos para el incremento del rendimiento por unidad de superficie, gracias a la buena capacidad de ambientación de la variedad Cubano amarillo en el Dpto. de Santa Cruz; en efecto actualmente en esta zona se siembra más de 50.000 hectáreas de esta variedad con rendimientos que varían entre los 1.200 a 3.500 Kg/Ha.

Para la zona de los valles mesotérmicos, la Estación Experimental de "La Tamborada" ha introducido con suceso la variedad Rocamex V7 destinada a cubrir el déficit invernal de forraje que existe en esta zona.

b) Variedades obtenidas por selección masal.

Algunas estaciones experimentales del país, desde hace varios años tienen programas de selecciones partiendo de material nacional e introducido, los resultados hasta la fecha han sido poco convincentes debido a las condiciones particulares del país y a la falta de continuidad en los programas a consecuencia de la inestabilidad funcionaria de los encargados.

Entre las variedades seleccionadas que actualmente se distribuyen a los agricultores se tiene las variedades UMSS V107, 204 y 305 y la Rocamex selección Pairumani para las zonas de los valles y la variedad Cubano amarillo seleccionada para la zona del trópico.

Durante el presente año la Granja Modelo Pairumani, en el primer tentativo de ofrecer al agricultor semilla certificada está distribuyendo 15.000 kg. de semilla de la variedad Rocamex V7 selección Pairumani y la Universidad de "San Simón" también ha puesto a la venta sus variedades seleccionadas; desgraciadamente el programa de producción de semilla de la variedad Cubano seleccionada para el área tropical, este año no ha continuado normalmente por la falta de medios en la Estación Experimental Agrícola de "Los Llanos".

c) Formación de híbridos y sintéticos.

Después de un pequeño tentativo de producir semilla híbrida en la Estación Experimental de "Saavedra", en Bolivia no se ha hecho todavía otro sondeo comercial con el fin de observar la receptividad de parte de los agricultores; sin embargo, consideramos que un programa integral financiado en parte por el Estado y en parte por la iniciativa privada, podría contribuir en breve tiempo a sustituir la mayor parte del cultivo de la variedad Cubano amarillo con híbridos de alto rendimiento en el área tropical del país. Las variedades locales destinadas al consumo humano en el área montañosa podrían también ser sustituidas por variedades sintéticas con características organolépticas similares a las variedades utilizadas desde hace varios centenares de años en esta zona.

Durante el año agrícola de 1970-71, hemos probado algunas de nuestras líneas en selección en cruzamientos entre ellas y con líneas originarias de Norte América, los resultados obtenidos en nuestros campos experimentales de Pairumani fueron bastante buenos (ver Cuadro 1.) y actualmente la Granja Modelo Pairumani proyecta producir semilla de maíz híbrido a partir del presente año agrícola.

Es posible que la difusión de nuestras variedades híbridas durante los primeros años será lentísima debido a la mentalidad tradicionalista del agricultor minifundista y a su falta de educación y disponibilidad de recursos, agravada en el área andina por el elevado grado de refinamiento en el consumo del maíz; en efecto los agricultores del área montañosa poseen variedades aptas para tostarlas, cocerlas, reventarlas, para su consumo en sopas, para el consumo al estado de madurez masal, para elaborar chicha, para mazamorras, para confituras y aún para medicarse.

Cuadro 1. Rendimiento de los híbridos más promisorios en los campos experimentales de Pairumani.

Nombre	Tipo	Precocidad	Rendimiento
Pairumafz HD1	Dentado	Media	7.200 Kg/Ha.
Pairumafz HD2	"	Precoz	5.600 "
Pairumafz HD5	"	Media	7.800 "
Pairumafz Hvl	Semi-vitreo	Media	5.100 "
Rocamex V7 (testigo)	Dentado	Tardío	2.800 "

d) Mejoramiento cualitativo.

Diversas estaciones experimentales tienen programas con maíces portadores de mutaciones "opaco 2" y "floury 2" para mejorar la dieta alimenticia de los agricultores.

Estos programas pueden resumirse en 4 orientaciones:

1. Aislar las variedades locales portadoras de mutaciones que incrementen el contenido de lisina y triptofano.
2. Introducir por medio de retrocruzas las mutaciones o_2 y fl_2 en las variedades locales de mayor consumo en la alimentación humana.
3. Introducir variedades mejoradas portadoras de la mutación.
4. Formar nuevas variedades sintéticas con alto rendimiento y con alto contenido de lisina y triptofano.

Además de estos programas en la Estación Experimental de "La Tamborada" tienen un programa de selección de variedades para alto contenido de aceite.

Orientación de los programas.

No existe una orientación en los programas de investigación en escala nacional; en el departamento de Cochabamba, en ocasión de una mesa redonda sobre desarrollo regional de la agricultura aprobamos un programa para el incremento de la producción maicera, que solo en parte viene siguiéndose por falta de un proyecto vertical de desarrollo de la maizicultura, el mismo podría ser perfectamente actua-

lizado y ampliado en escala nacional, el proyecto comprende la unificación de los diversos programas de investigación y la centralización de todos los resultados del mejoramiento genético, agronómico, fitoparasitario y los estudios de transporte, comercialización y mercado.

Fueron fijadas tres líneas fundamentales de trabajo:

1. Maíz para grano.

Destinado a la alimentación animal, preferentemente producido en las áreas tropicales y en las zonas andinas de cultura extensiva, el tipo aconsejado sería un dentado amarillo o un vitreo amarillo, para estas zonas se recomendaron la formación de híbridos y variedades sintéticas. La institución encargada de formar estos híbridos es el Centro de Investigaciones Fitotécnicas de Pairumani, a la cual se podría sumar la Estación Experimental Agrícola de "Los Llanos de Saavedra".

2. Maíz para ensilado.

Destinado a cubrir el déficit invernal de forraje en el valle de Cochabamba, podría también extenderse a los valles de Sucre y Tarija; la semilla podría ser híbrida, variedad sintética o solo una variedad mejorada. La institución encargada de formar este maíz es la Estación Experimental de "La Tamborada".

3. Maíz para consumo humano.

Se cultivaría en los valles mesotérmicos de Bolivia, manteniendo las características de textura harinosa y organolépticas de las variedades locales y si fuese posible incluyendo las mutaciones que mejoran la calidad de la proteína; para esta zona no se aconseja la formación de híbridos por la escasa posibilidad de suceso. Las instituciones encargadas de formar esta semilla son la Estación Experimental de "La Tamborada" y el Centro de Investigaciones Fitotécnicas de Pairumani.

Conclusiones

1. La producción boliviana de maíz tiene un incremento paulatino de acuerdo a las necesidades del país, hasta el momento actual sin problemas de escasez o superproducción, notándose una disminución en el porcentaje destinado a consumo humano y un aumento en el porcentaje destinado a consumo animal.
2. El maíz en Bolivia es principalmente cultivado por el pequeño agricultor sin grandes recursos económicos, sin embargo es posible que de mejorar las condiciones de mercado y abrirse una corriente de exportación, que se proyecta para los próximos años, la producción de maíz podría fácilmente duplicarse en un periodo de 10 años como consecuencia del interés que podría producirse dentro las empresas agrícolas del departamento de Santa Cruz.
3. El mejoramiento genético y agronómico en el país todavía no ha producido los resultados esperados, por la falta de mayor impulso económico a los programas, por la inestabilidad funcional de los técnicos, por la falta de técnicos más eficientemente preparados, por la incompleta coordinación con los programas de apoyo y por la escasez y deficiente organización de los semilleros.
4. Los trabajos preliminares de investigación y el actual material que se dispone en algunas estaciones experimentales, hacen ver con optimismo la posibilidad de mejorar notoriamente la producción por unidad de superficie y la calidad del producto durante los próximos 10 años. Sin embargo, es posible que la di-

ficultad de operar con los minifundistas, que constituyen la mayoría de los cultivadores de maíz en Bolivia, sea una fuerte traba a las aspiraciones económicas del país, aunque actualmente este problema constituye un interesante reto a los investigadores nacionales y extranjeros que trabajan buscando el desarrollo del minifundista.

5. La organización de algunas instituciones que trabajarán con la producción de semillas como la Granja Modelo Pairumani, la Estación Experimental de "La Tamborada" y otras en el sector privado, favorecerán notablemente a la difusión de los híbridos y variedades mejoradas y a la instrucción técnica del agricultor boliviano.

6. La incorporación de nuevas áreas de colonización al sur este del país también abrirá una vasta zona que podría producir enormes cantidades de este cereal.

Bibliografía

- AVILA G. Presenza di "Opaque" in popolazione boliviane di mais. Actas de la XIV Reunión de la Sociedad Italiana de Genética Agraria. Parma, 1970.
- AVILA G. Programa de desarrollo del cultivo del maíz en el departamento de Cochabamba. Mesa redonda sobre desarrollo agropecuario, Cochabamba. 1970.
- AVILA G. Análisis genético de las poblaciones de maíz boliviano. Boletín de Información del Centro Fitotécnico y Eco-Genético de Pairumani. (en imprenta)
- AVILA, G. y BRANDOLINI, A. Attitudine cominatoria generale e specifica di razze boliviane de mais. Genética Agraria 24:221-234. 1970.
- BRANDOLINI, A. y AVILA, G. y VANDONI, G. Problemi di acclimatazione di germoplasma tropicale nella regione temperata. Genetica Agraria 24:280-302. 1970.
- BRANDOLINI, A. y AVILA, G. El maíz en Bolivia. Publicación de la Academia Lombarda de Ciencias y Letras. Milán. (en imprenta).
- RODRIGUEZ, A. y AVILA, G. Tripsacum factor de variabilidad genética en maíces bolivianos. Publicación Técnica 1. Est. Exp. La Tamborada. Cochabamba; Octubre 1964.
- RODRIGUEZ y OTROS. Maíces bolivianos. Roma, FAO, 1968.

ZONIFICACION DE LA COSTA DEL PERU PARA INVESTIGACIONES

EN MAIZ.

Wilfredo Salhuana, Carmen Chang de Peñalosa ^{1/}

INTRODUCCION

En programa de mejoramiento las recomendaciones de siembra de un híbrido, variedad o sintético se hacen en base al promedio de rendimiento sobre una serie de experimentos en diferentes localidades y años.

Consecuentemente, algunos híbridos se adaptarán mejor en unas localidades y otros serán mejores en aquellas que tengan medio ambientes diferentes, todo lo cual se refleja en las interacciones genotipo x localidad y genotipo x año. Como los híbridos se recomiendan para áreas relativamente grandes y no para una localidad, sería conveniente establecer zonas que comprendan varias localidades cuya interacción con el genotipo sea menor dentro de cada zona.

El propósito de este estudio es determinar las zonas, dentro de la costa peruana, que servirían para una mejor evaluación del material genético, de tal forma que puedan hacerse adecuadas recomendaciones sobre la siembra de determinado híbrido.

MATERIALES Y METODOS

Los datos usados en este estudio corresponden a la prueba oficial de híbridos, conducida en la Costa por el Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Cada experimento es un block randomizado con seis repeticiones y de seis a nueve híbridos, conducido en siete localidades comunes para los años 1966 al 1969. Las localidades fueron de Norte a Sur: (1) Sullana, (2) Lambayeque, (3) Virú, (4) Casma, (5) Huarmey, (6) Pativilca y (7) Chíncha. (Gráfico 1). Los híbridos dobles usados provienen en su mayoría de líneas Perla y líneas Cubanas seleccionadas en base a su comportamiento a través de toda la Costa peruana. Dentro de cada año, los híbridos fueron los mismos de una localidad a otra, pero no de un año a otro, debido a que nuevos híbridos, producidos por el Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz u otras entidades son incluidos cada año. Las interacciones híbrido x localidad para cada año fueron obtenidos de un análisis combinado de todas las localidades. Sin embargo, como los híbridos fueron diferentes en cada año no fué posible obtener un análisis combinado de todos los datos. Para los fines del estudio, la costa fué dividida hasta en 5 zonas, en cada una de las cuales se tuvo diferente número de formas o combinaciones de localidades, habiéndose procurado que esta agrupación en formas correspondiera a localidades más o menos similares ecológicamente. De este modo, correspondió para 2, 3, 4 y 5 zonas en que se dividió la Costa, 5, 6, 4 y 5 posibles formas o combinaciones de localidades respectivamente (Cuadro N. 1). En cada una de las formas se desdobló la

^{1/} Ing. Agr., Ph. D. Profesor Principal del Departamento de Fitotecnia del Programa Académico de Agronomía. Genetista del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Universidad Nacional Agraria, La Molina; Bach. Ministerio de Agricultura; Departamento de Estadística, respectivamente.



GRAFICO N° 1

UBICACION DE LAS 7 LOCALIDADES
USADAS PARA EL ESTUDIO.

CUADRO 1. LAS FORMAS O COMBINACIONES DE LOCALIDADES PARA LA DIVISION DE LA COSTA POR ZONAS.

<u>N° de Zonas</u>	<u>Formas o combinaciones de localidades</u>
1	(1-2-3-4-5-6-7)
2	(1-2-3-4) (5-6-7) (1-2-3) (4-5-6-7) (1-2-3-4-5) (6-7) (1-2) (3-4-5-6-7) (2) (1-3-4-5-6-7)
3	(1-2-3) (4-5-6) (7) (1-2) (3-4-5-6) (7) (1-2) (3-4-5) (6-7) (1) (2-3-4-5) (6-7) (1-2-3-4) (5) (6-7) (1-3-4-5) (2) (6-7)
4	(1) (2) (3-4-5) (6-7) (1-2) (3-4) (5-6) (7) (1-2) (3-4-5) (6) (7) (1-2) (3-4) (5) (6-7)
5	(1) (2) (3-4-5) (6) (7) (1) (2-3) (4-5) (6) (7) (2) (1-3) (4-5) (6) (7) (2) (1-4) (3-5) (6) (7) (2) (1-5) (3-4) (6) (7)

interacción híbridos x localidades en híbridos x localidades dentro de regiones e híbridos x localidades entre regiones.

Los cuadrados medios de la interacción híbridos x localidades dentro de la zona para cada división serán presentados en cuadros de doble entrada de acuerdo a los años y formas, y serán analizados de acuerdo a las siguientes fuentes de variabilidad: Formas, Años, Error (Formas x Años).

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Los cuadrados medios de híbridos x localidades dentro de zonas para cada una de las combinaciones de localidades y para cada año se indican en el Cuadro N. 2. Se aprecia que la división en cuatro zonas resulta el de menor Cuadrado Medio en promedio de años: (Sullana-Lambayeque), (Virú-Casma-Huarmey), (Pativilca) y (Chincha). En segundo lugar está la división en cinco zonas: (Lambayeque), (Sullana-Casma), (Virú-Huarmey), (Pativilca) y (Chincha), con el fin de determinar si había diferencias entre las distintas formas para cada división por zonas, se hizo un análisis de variancia considerando las siguientes fuentes de variación: Años, Formas y Error (Años x Formas). El análisis mostró diferencias altamente significativas entre Formas para el caso de dos zonas y significativas para los casos en que se subdivide en tres y cuatro zonas.

Los más bajos cuadrados medios de híbridos x localidades dentro de zonas para las diferentes divisiones en 2, 3, 4 y 5 zonas se tienen en el Cuadro N. 3. Se puede notar que el cuadrado medio de la interacción híbridos x localidades dentro de zonas de cada una de las divisiones experimenta una reducción de aproximadamente 17, 25, 29 y 29 por ciento comparado con la interacción obtenida cuando se considera la Costa como una sola zona.

Examinando estos resultados se desea saber si ciertas localidades contribuyen más que otras al Cuadrado Medio de la interacción híbridos x localidades. Con este objeto, fueron calculados los Cuadrados Medios para las 21 posibles combinaciones por pares de localidades para cada año, y los resultados se presentan en el Cuadro N. 4. En base a este Cuadro de doble entrada se hizo un análisis de variancia considerando: Años, Pares de Localidades y Error (años x pares de localidades) como fuente de variación, encontrándose una alta significación estadística para Pares de Localidades.

Las combinaciones Lambayeque-Pativilca, Lambayeque-Chincha, Lambayeque-Casma, Virú-Pativilca, Huarmey-Pativilca, Lambayeque-Huarmey, Sullana-Pativilca y Casma-Pativilca no deberían ser tomadas como una sola zona porque los cuadrados medios de la interacción híbridos x localidades para ellas resulta con significación estadística.

Por otro lado, no debe ser considerada la posibilidad de tener cada localidad como si fuera una zona debido a que el cuadrado medio de híbrido x localidad en algunas combinaciones no es significativo.

En el caso de comparaciones entre pares de localidades que involucran a Virú, Casma y Huarmey tienen el menor cuadrado medio de la interacción híbrido x localidad, siendo de mayor cuadrado medio aquellas combinaciones de Lambayeque con Pativilca y Chincha. Obviamente la contribución de la localidad de Lambayeque es más grande que cualquier otra localidad, como puede verse en el Cuadro N. 5.

CUADRO 2. CUADRADOS MEDIOS DE HIBRIDOS x LOCALIDADES DENTRO DE ZONAS PARA LAS DISTINTAS FORMAS EN LOS 4 AÑOS.

N° de Zonas	Formas	1966	1967	1968	1969	Promedio	Porcentaje Relativo
1	(1-2-3-4-5-6-7)	3.42	3.97	4.15	2.16	3.43	100
2	(1-2-3-4) (5-6-7)	2.57	3.15	3.30	1.84	2.71	79
	(1-2-3) (4-5-6-7)	2.81	3.24	3.29	1.46	2.70	79
	(1-2-3-4-5) (6-7)	2.10	2.15	2.71	2.11	2.27	66
	(1-2) (3-4-5-6-7)	3.19	2.82	3.64	1.17	2.71	79
	(2) (1-3-4-5-6-7)	3.18	3.48	3.78	1.35	2.95	86
3	(1-2-3) (4-5-6) (7)	3.29	3.81	3.43	1.53	3.01	88
	(1-2) (3-4-5-6) (7)	3.82	3.32	3.81	1.20	3.04	89
	(1-2) (3-4-5) (6-7)	2.14	1.42	2.11	1.20	1.72	50
	(1) (2-3-4-5) (6-7)	2.50	2.18	3.02	2.29	2.50	73
	(1-2-3-4) (5) (6-7)	2.13	2.28	3.29	1.97	2.41	71
	(1-3-4-5) (2) (6-7)	2.00	1.89	2.27	1.35	1.76	51
4	(1) (2) (3-4-5) (6-7)	2.48	1.64	2.39	1.18	1.92	56
	(1-2) (3-4) (5-6) (7)	3.39	2.79	2.78	1.16	2.53	74
	(1-2) (3-4-5) (6) (7)	2.05	1.39	1.37	0.96	1.44	42
	(1-2) (3-4) (5) (6-7)	2.25	0.95	2.68	1.17	1.76	51
5	(1) (2) (3-4-5) (6) (7)	2.53	1.71	1.41	0.82	1.62	47
	(1) (2-3) (4-5) (6) (7)	2.24	3.15	2.66	1.81	2.53	74
	(2) (1-3) (4-5) (6) (7)	1.88	2.49	1.62	0.85	1.71	50
	(2) (1-4) (3-5) (6) (7)	0.70	2.68	1.03	1.47	1.47	43
	(2) (1-5) (3-4) (6) (7)	2.07	1.11	1.84	1.25	1.57	46

CUADRO 3. CUADRADOS MEDIOS MAS BAJOS PARA LA INTERACCION HIBRIDOS x LOCALIDAD PARA LAS DIFERENTES ZONAS

Número de Zonas:	1	2	3	4	5
Cuadrados medios más bajos:	3.43	2.27	1.72	1.44	1.47
% de Reducción del C.M. comparando la Costa como una sola		17	25	29	29
Formas	(1-2-3-4-5-6-7)	(1-2-3-4-5) (6-7)	(1-2) (3-4-5) (6-7)	(1-2) (3-4-5) (6) (7)	2 (1-4) (3-5) (6) (7)

Código utilizado para las localidades:

- 1 — Sullana
- 2 — Lambayeque
- 3 — Virú
- 4 — Casma
- 5 — Huarney
- 6 — Pativilca
- 7 — Chincha

CUADRO 4. CUADRADOS MEDIOS DE LA INTERACCION HIBRIDOS x LOCALIDADES PARA FARES DE LOCALIDADES EN LOS 4 AÑOS.

Par de Localidades	1966	1967	1968	1969	Promedio	Estimados del componente de Variancia
Lambayeque - Pativilca	10.49**	10.31**	10.61**	11.14**	10.64	1.68
Lambayeque - Chincha	5.48*	8.56**	8.17**	10.28**	8.12	0.96
Lambayeque - Casma	3.06*	8.51**	6.22**	9.09**	6.72	0.83
Virú - Pativilca	6.67**	2.97**	7.64**	2.33	4.90	0.66
Huarmey - Pativilca	5.35**	7.02**	4.63**	2.01	4.75	0.68
Lambayeque - Huarmey	4.02*	2.23	4.06*	8.02**	4.58	0.47
Sullana - Chincha	2.70	6.71**	4.33	3.53	4.31	0.23
Sullana - Pativilca	3.70**	5.89**	4.42**	2.95*	4.24	0.65
Lambayeque - Virú	2.61	4.11**	4.47**	5.28	4.11	0.47
Sullana - Casma	0.86	8.00**	1.37	5.06	3.82	0.35
Casma - Pativilca	4.88**	2.97**	4.53**	1.24	3.41	0.38
Sullana - Lambayeque	2.86	1.55	2.81	3.78	2.75	0.09
Pativilca - Chincha	2.39	1.50	4.34**	1.91	2.54	0.38
Huarmey - Chincha	0.47	3.85*	2.92	0.94	2.04	0.15
Sullana - Virú	1.71	2.78	2.39	1.03	1.98	0.17
Casma - Chincha	1.72	2.00	2.25	1.84	1.95	0.04
Virú - Chincha	1.83	1.14	4.07**	0.74	1.95	0.23
Sullana - Huarmey	0.91	1.62	2.72	2.14	1.84	0.16
Casma - Huarmey	2.55	2.20	1.09	1.00	1.71	0.04
Virú - Casma	3.24	0.61	2.04	0.63	1.63	0.06
Virú - Huarmey	0.76	2.18	0.70	1.59	1.31	0.00

CUADRO 5. COMBINACION GENERAL Y ESPECIFICA DE LOS PROMEDIOS DE C.M. DE HIBRIDOS x LOCALIDADES DENTRO DE REGIONES PARA CADA LOCALIDAD.

	Sullana	Lambayeque	Virú	Casma	Huarmey	Pativilca	Chincha	Promedio	Promedio de Estimados de componente de Variancia
Sullana		2.75	1.98	3.82	1.84	4.24	4.31	3.16	0.276
Lambayeque			4.11	6.72	4.58	10.64	8.12	6.15	0.749
Virú				1.63	1.31	4.90	1.95	2.65	0.264
Casma					1.71	3.41	1.95	3.21	0.281
Huarmey						4.75	2.04	2.70	0.250
Pativilca							2.54	5.08	0.736
Chincha								3.48	0.330

DISCUSION

Los resultados de esta investigación muestran claramente que con el fin de disminuir la interacción híbrido x localidad, la costa peruana debe ser dividida por zonas, agrupadas en localidades más o menos homogéneas respecto a los diferentes factores ambientales.

Las localidades más homogéneas en cuanto a clima, agua y suelo se refiere, son Virú, Casma y Huarney, encontrándose juntas cuando la división de la Costa se hizo en 3, 4 y 5 zonas.

Se obtuvo aproximadamente un 17% de reducción en la interacción híbrido x localidad cuando se selecciona la mejor Forma en la división en dos zonas.

Dado que no existe mucha diferencia en los Cuadrados Medios de híbridos x localidades entre la división de la Costa en 3, 4 y 5 zonas y considerando el aspecto económico de tener un menor número de zonas que trabajar, se tendría que la mejor división es aquella en que contempla 3 zonas siendo éstas: (Sullana-Lambayeque), (Virú-Casma-Huarney) y (Pativilca-Chincha).

Se está recomendando regiones a pesar de que Tai (1971) y Eberhart (1966) están proponiendo de que no se use este sistema debido a que la interacción genotipo x medio ambiente va a estar dada en una gran parte por la interacción genotipo x año, la cual no va a ser eliminada con una zonificación pero en el caso específico de la Costa del Perú en que todas las siembras se hacen bajo riego, el efecto de años se ve minimizado, siempre y cuando se utilice una época de siembra determinada.

BIBLIOGRAFIA

- ABOU - EL - FITTOUH, H.A., J.O. RAWLINGS, and P.A. MILLER. 1969. Classification of environments to control genotype application to cotton. *Crop Sci.* 9: 135 - 140.
- COMSTOCK, R.E., and MOLL, R.H. 1963. Genotype - environment interactions. Symposium on Statistical Genetics and Plant Breeding NAS - NRC Pub.- 982 p. 164 - 196.
- EBERHART, S.A. and RUSSELL, W.A. 1966. Stability parameter for comparing varieties. *Crop Sci.* 6: 36 - 40.
- FINLAY, K.W., and WILKINSON, G.N. 1963. The analysis of adaptation in a plant - breeding programme *Australian J. Agr. Res.* 14: 742 - 754.
- HORNER, T.W., and FREG, K.J. 1957. Methods for determining natural areas for oat varietal recommendations. *Agron. J.* 49: 313 - 315.
- SPRAGUE, G.F., and FEDERER, W.T. 1951. A comparison of variance components in corn yield trials : II Error, Year x Variety, Location x Variety, and Variety components. *Agron. J.* 43: 535 - 541.
- TAI, G.C.C. 1971. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials. *Crop Sci.* 11: 184 - 190.

COMPARACION DE TRES METODOS DE SELECCION MASAL

Antonio Manrique 1/
Felcito Cuya O. 2/

INTRODUCCION

La gran variabilidad existente en razas y cultivares de maíz (Z.M.L.) puede ser aprovechada mediante métodos de mejoramiento bastante simples, para obtener poblaciones superiores que posteriormente puedan ser utilizadas en programas de hibridación.

El objeto del presente trabajo es poder medir la eficiencia de tres métodos de Selección: Selección Masal Modificada, Mazorca-Hilera Modificada y Selección en base a cruces en pares.

REVISION DE LITERATURA

Existe abundante literatura exponiendo resultados desfavorables de la Selección Masal, indicando Richey (1922) que estas fallas se debían a que la Selección era más a las características de la mazorca que al rendimiento. En 1896, Hopkins en Illinois introduce las pruebas de progenia denominadas "Selección por mazorca-hilera". Hunt (1904) sugiere utilizar dos parcelas por mazorca y Williams (1905) introduce la utilización de un testigo cada cinco hileras. Posteriormente, Montgomery (1909), Noll (1916), Williams y Welton (1915), Weaver y Thompson (1957) indican resultados satisfactorios con el método mazorca-hilera, mientras Kiesselback (1916), Kiesselback (1922), Smith y Brunson (1925), mostraron resultados poco favorables.

Harland (1946) presenta resultados satisfactorios de poblaciones formadas en base a cruzamientos aparecidos dentro de una misma población.

Robinson et al (1949, 1955), Lindsey et al (1962) presenta resultados sobre estimaciones de variancias genéticas, en poblaciones del Corn Belt indican que la variancia aditiva es mayor que la de dominancia.

Gardner (1961) informa consistente la efectividad de la Selección Masal en variedades de libre polinización.

Como consecuencia de estos resultados Lonquist (1961) ubicó los métodos de Selección Recurrente dentro de tres categorías, según la porción de la variancia genética utilizada: a) que usan los efectos de la porción aditiva,

1/ Ing. Agr., M.S. Profesor Principal del Departamento de Fitotecnia del Programa Académico de Agronomía. Genetista del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Universidad Nacional Agraria - La Molina.

2/ Bach. Alumno del Programa Académico de Graduados de la Universidad Nacional Agraria - La Molina. Lima, Perú.

b) los efectos de la porción no aditiva, (dominancia y epistasia) y c) los que utilizan toda la variabilidad genética, aditivos y no aditivos.

MATERIAL Y METODOS

En este trabajo se han utilizado dos variedades sintéticas: el PMS-263 perla y el PMS-264 cubano; ambas de amplia variabilidad genética, las cuales se viene utilizando en un programa de S. R. R. Sobre estos sintéticos en 1966, se iniciaron tres métodos de selección:

1. Selección Masal Modificada
2. Selección Mazorca-Hilera Modificada
3. Selección por cruzas en pares dentro de cada Sintético

1. Selección Masal Modificada. - En este método de selección basado en la utilización de los efectos de la porción aditiva de la variabilidad genética total, se utilizaron campos aislados para cada uno de los sintéticos, donde se determinaron 48 parcelas de 5 surcos cada uno con 11 golpes, 2 plantas por golpe distanciados a 0.60 cm y surcos de 0.90, en total 110 plantas por parcela. De cada parcela se cosecharon las mazorcas de 10 plantas competitivas, sanas y buen aspecto, incluyendo las prolíficas. Las mazorcas de estas plantas fueron pesadas y se seleccionaron las 5 de mayor peso, obteniéndose así 240 mazorcas, equivalente a un 20% de índice de selección. De estas mazorcas se tomaron 110 semillas y se formó una muestra balanceada, la cual se sembró en un lote aislado de recombinación. Obteniéndose así el primer ciclo de selección, a partir del cual se iniciará el segundo ciclo.
2. Selección Mazorca-Hilera Modificada. - En este método se incluyó una modificación, la de obtener las mazorcas para su evaluación después de haber estratificado el campo en parcelas, según el método de Selección Masal Modificado, expuesto anteriormente. Así, se obtuvieron 240 mazorcas, las cuales fueron probadas en 4 ensayos de rendimiento en látice simple 8 x 8 con dos repeticiones, un surco, 11 golpes con tres plantas cada uno y dos localidades. Se incluyeron como testigos la variedad original, primer ciclo de selección masal y un híbrido. La selección de las mazorcas superiores se hizo en base al porcentaje relativo de la variedad original, para luego seleccionar el 33% superior (80 familias). Simultáneamente, en un campo aislado se sembró el lote de cruzamiento, utilizando las 240 mazorcas como hembras en surcos independientes y como macho la mezcla balanceada de las 240 mazorcas. Sobre las 80 familias seleccionadas por rendimiento, se cosecharon las tres plantas mejor conformadas, obteniéndose así nuevamente 240 mazorcas, que sirvieron para formar la población del 1º ciclo. Además se mantendrá la identidad y la semilla de cada mazorca para continuar el segundo ciclo de selección. Este procedimiento se siguió simultáneamente en el Sintético PMS-263 y en el PMS-264.
3. Selección de cruzas en pares. - Método sugerido por S.C. Harland en 1946, basado en la utilización de la porción aditiva y no aditiva de la variabilidad genética y que consiste en cruzar al azar plantas So en pares, planta a planta con el fin de obtener cruzas de alto rendimiento x alto,

A x b y b x b dentro de la población parental. Así se obtuvieron 192 pares en el Sintético PMS-263 correspondientes a 384 plantas y 249 pares en el Sintético PMS-264 correspondientes a 498 plantas. Estas cruzas fueron evaluadas en ensayos de rendimiento con 4 repeticiones y dos localidades incluyendo como testigo la variedad original, y un híbrido.

Del resultado promedio de los ensayos, se hizo la selección utilizando una intensidad de selección del 30%, obteniéndose así 58 pares seleccionados para el Sintético PMS-263 y 76 para el Sintético PMS-264, con los cuales se formará la población que constituirá el primer ciclo de selección.

Con estas tres poblaciones obtenidas por los tres métodos de selección: masal, mazorca-hilera y cruzas en pares, así como las respectivas cruzas entre dos Sintéticos y Testigos, se conducirá un ensayo de rendimiento, con el fin de determinar los avances en el mejoramiento de las dos poblaciones y su utilización en la formación de híbridos.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

En el Cuadro 1 se presentan los resultados del primer ciclo de Selección Masal Modificada, donde se puede apreciar una ganancia relativa en porcentaje sobre la variedad original del 17% en el PMS-263 y 3% en el PMS-264.

En el Cuadro 2 y 3 se presentan los resultados iniciales de los ensayos de la Selección Mazorca-Hilera Modificada, en el que se puede apreciar que los rendimientos de la población original comparados con el promedio de las 240 mazorcas de los ensayos, éstos la superan en 8% en ambos sintéticos, mientras que la ganancia relativa esperada de las familias seleccionadas con un 33% de intensidad de selección para el sintético es de 23% en el PMS-263 y 10% para el PMS-264. Comparando los rendimientos relativos de estas poblaciones mejoradas con el híbrido PM-204 (Cuadros 1 y 2) vemos que mayores posibilidades en alcanzar y superar estos rendimientos, las encontramos en el Sintético PMS-263.

En los Cuadros 4 y 5 encontramos los resultados de las pruebas de las cruzas en pares, donde el promedio de rendimiento de los 192 pares del Sintético PMS-263 está por debajo de la población original al igual que el promedio de los 249 pares del Sintético PMS-264 en un 7%. Los pares seleccionados con un 30% de intensidad de selección nos expresan una ganancia relativa esperada en el primer ciclo de selección del 11% sobre la población original del Sintético PMS-263 y del 5% en el Sintético PMS-264. Si comparamos estos rendimientos con los del híbrido simple P3 x P4, vemos que podrían ser alcanzados y posiblemente superados con la población formada por los pares seleccionados.

En el Cuadro 6, se presentan comparaciones relativas con respecto a los resultados de los tres métodos de selección. En estos valores se observa que las ganancias relativas en porcentaje sobre los sintéticos originales, son más o menos similares. Pero si comparamos estos métodos en cada sintético, se puede apreciar que el sintético PMS-263 ofrece mejores posibilidades para mejorar su rendimiento original

CUADRO No 1: RENDIMIENTO PROMEDIO EN GRANO, EN KG/HA. AL 14% DE HUMEDAD EN LAS VARIETADES SINTETICAS PMS-263 y PMS-264, EN EL PRIMER CICLO DE SELECCION MASAL MODIFICADA

PMS-263			PMS-264		
Progenies	Rendimiento	%	Progenies	Rendimiento	%
	KG/HA			KG/HA	
PMS-263 orig.	2237	100	PMS-264 orig.	2380	100
PMS-263 (MEZ-240)	2618	117	PMS-264 (MEZ-240)	2498	103
PMS-263 (MEZ. PLANT. PROLIF.)	2318	104	PMS-264 - MEZ. PLANT. 2 M.	2460	103

CUADRO No 2 SUMARIO DE RENDIMIENTO EN KG/HA. EN GRANO AL 14% DE HUMEDAD DE 240 MAZORCAS POBLADAS EN 4 ENSAYOS EN L.S. 8 x 8 CON 2 REPETICIONES Y 2 LOCALIDADES: CHINCHA Y LA MOLINA, DEL PRIMER CICLO DE SELECCION MAZORCA HILERA MODIFICADA: EN LAS VARIEDADES SINTETICAS PMS-263 Y PMS-264.

PMS-263			PMS-264		
Población	Rendimiento	% Relativo	Poblaciones	Rendimiento	% Relativo
	KG/HA	sobre orig.		KG/HA	sobre orig.
PMS-263 orig.	2237	100	PMS-264 orig.	2380	100
PROM. 240 MAZ. (4 ensayos)	2411	108	PROM. 240 MAZ. (4 ensayos)	2569	108
PMS-263 (30% de I.S.) (ganancia esperada 1 ciclo)	2742	123	PMS-264 (30% de I.S.) (ganancia esperada 1 ciclo)	2623	110
PM-204	2758		PM-204	2823	

CUADRO N° 3 NUMERO DE FAMILIAS SUPERIORES Y SU % EN RELACION A LA MEDIA DE LA POBLACION ORIGINAL. AL PROMEDIO DE LAS 240 MAZORCAS PROBADAS, AL HIBRIDO DOBLE PM-204, EN LA SELECCION MAZORCA HILERA DE LAS VARIEDADES SINTETICAS PMS-263 Y PMS-264.

PMS-263 Familias Superiores			PMS-264 Familias Superiores		
Población	N° de Familias	%	Población	N° de Familias	%
PMS-263 orig.	172	72	PMS-264 orig.	153	64
Prom. 240 maz.	113	47	Prom. 240 maz.	111	46
PM-204	46	19	PM-204	46	19

CUADRO 4: SUMARIO DE RENDIMIENTO EN KG/HA EN GRANO AL 14% DE HUMEDAD DE 192 CRUZAS EN PARES DE LA VARIEDAD SINTETICO PMS-263 Y 249 DEL PMS-264, PROBADOS EN ENSAYO DE RENDIMIENTO EN DOS AÑOS EN LA MOLINA Y LOS PARES SELECCIONADOS AL 30% DE INTENSIDAD DE SELECCION.

PMS-263			PMS-264		
	Rendimiento	% sobre el orig.		Rendimiento	% sobre el Original
	KG/HA.			KG/HA.	
PMS-263 orig.	3738	100	PMS-264 orig.	3720	100
\bar{X} Cruzas Pares (192)	3485	93	\bar{X} Cruzas Pares (249)	3446	93
Cruzadas Pares (30%) (58)	4167	111	Cruzadas Pares (30%) (76)	3923	105
$P_3 \times P_4$	4041		$P_3 \times P_4$	3517	

CUADRO N° 5 NUMERO DE PARES SUPERIORES Y SU % RELATIVO AL TOTAL DE CRUZAS EN PARES Y AL HIBRIDO SIMPLE DE LAS VARIEDADES SINTETICAS PMS-263 Y PMS-264.

PMS-263 Cruzas en Pares			PMS-264 Cruzas en Pares		
	N° de Cruzas	%		N° de Cruzas	%
PMS-263 orig.	65	34%	PMS-264 orig.	61	24%
\bar{X} Cruzas en Pares (192)	97	50%	\bar{X} Cruzas en Pares (250)	130	52%
P3 x P4	33	17%	P3 x P4	112	45%

CUADRO N° 6 PROMEDIO DE RDTO./GRANO EN KG/HA. AL 14% DE HUMEDAD DE TRES METODOS DE SELECCION EN MAIZ EN EL PRIMER CICLO DE SELECCION EN LAS VARIETADES PMS-263 Y PMS-264.

PMS-263	Selección Masal Modif.		Selección Maz.Hile.Modif.		Selección Cruzas en Par.	
	Rendimiento	% sobre orig	Rendimien.	% sobre orig	Rendimien.	% sobre orig
	Kg/Ha		Kg/Ha		Kg/Ha	
PMS-263 orig	2237	100	2237	100	3738	100
			(240) 2411	108	(192) 3485	93
Prog.Selecc 1 ciclo	2618	117	(30%) 2742	123	(30%) 4167	111
PM-204	2758		2758		4632	
P3 x P4					4041	

PMS-264	Selección Masal Modif.		Selecc.Maz.Hilera.Modif.		Selecc. Cruzas en Pares	
	Rendimiento	% sobre.orig	Rendimien.	%	Rendimien.	%
	Kg/Ha		Kg/Ha	Sobre orig.	Kg/Ha	Sobre orig.
PMS-264	2380	100	2380	100	3720	100
			(240) 2569	108	(249) 3446	93
Prog.Selecc 1 ciclo	2494	103	(30%) 2623	110	(30%) 3923	105
PM-204	2823		2823		4632	
P3 x P4					3517	

BIBLIOGRAFIA

- GARDNER, C.O. 1961. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. Crop Sci. 1:241-245.
- HARLAND, S.C. 1946. A new method of maize improvement. Trop. Agric. 23: 114.
- HUNT, T. F. 1904. The cereals in America. Orange Judd Co., London. P. 195.
- KIESSELBACH, T. A. 1916. Recent developments in our knowledge concerning corn. Nebr. Corn Improvers' Assoc. 7th Ann. Rept. 15-42.
- _____. 1922. Corn Investigations. Nebraska Agr. Exp. Sta. Res. Bull. 20.
- LONNQUIST, J. H. 1961. Progress from recurrent selection procedures for the improvement of corn populations. Nebraska Agr. Exp. Sta. Bull. 197.
- MONTGOMERY, E. G. 1909. Experiments with corn. Nebraska Agr. Exp. Sta. Bull. 112.
- NOLL, C. F. 1916. Experiments with corn. Pennsylvania Agr. Exp. Sta. Bull. 139.
- PAULETTE DEL CAMPO, M. 1962. Variation in yield genotypes as expressed in paired plant crosses and chain crosses in Hays Golden variety. M.S. Thesis, University of Nebraska.
- RICHEY, F.D. 1922. The experimental basis for the present status of corn breeding. J. of the Am. Soc. of Agron. 14: 1-17.
- ROBINSON, H.F., Comstock, R.E. and Harvey, P.H. 1949. Estimates of heritability and the degree of dominance in corn. Agron. J. 41: 353-359.

AVANCE DE SELECCION MASAL EN DOS POBLACIONES DE MAIZ

Carlos Cortaza G. 1/

Abstracto

Durante varios años, en la Estación Experimental Tropical de Pichilingue, se estudia la eficiencia del "Método de selección Masal" para mejorar rendimiento y otras características agronómicas deseables en dos poblaciones de maíz: (Cuba. 325 x USA. 342)-4# y (Eto X USA. 342)-4#. El procedimiento seguido fué, de manera general, el explicado detalladamente por los mejoradores Lonquist (1960) y Angeles (1961), pero, en el manejo de las poblaciones se incluyeron al procedimiento general las innovaciones siguientes:

1) aplicación del sistema en una población de 35.442 y no de 20.000 pl/ha, con intensidad de Selección del 10% en una de las poblaciones; 2) uniformización del número de pl/ha a 20.000 desde el VIII ciclo de ambas poblaciones; y 3) selección tomando en cuenta a partir de este ciclo, no sólo rendimiento sino también tolerancia a plagas, enfermedades y acame.

En ambas poblaciones se han logrado aumentos substanciales, desde las poblaciones originales hasta los ciclos avanzados.

INTRODUCCION

Se ha considerado que la (S.M) basada en los caracteres fenotípicos de las plantas puede dar buenos resultados en el mejoramiento de algunos cultivos, especialmente cuando el método se aplica a aquellos caracteres con alta heredabilidad. Tiempo atrás, cuando tal selección era dirigida hacia el mejoramiento del rendimiento en variedades adaptadas, en las cuales los caracteres envolvían la interacción de muchos genes entre sí y con el medio ambiente, y cuya heredabilidad era baja, los resultados obtenidos fueron casi nulos.

La ineficacia del método (S.M) en los primeros estudios, fué explicada como debida a la falta de varianza genética aditiva en las poblaciones usadas. Trabajos posteriores que permitieron detectar la existencia de suficiente varianza genética en poblaciones de maíz, pusieron de manifiesto que el fracaso del método se debía a deficiencias en la técnica de campo para identificar genotipos superiores en base a su fenotipo, carencia del control parental y reducida intensidad de selección para rendimiento, otorgándose mayor importancia a otros caracteres tales como, color, tamaño de mazorca, tipo de grano, etc.

Con la modificación del sistema clásico de S.M. propuesto en los últimos tiempos se permite identificar en cierto modo genotipos superiores en base a su fenotipo, pues aquí la unidad de Selección es la planta antes que la mazorca. Se observa un relativo control medio ambiental y la porción de plantas seleccionadas es tal que permite evitar la endocria. El método logra fundamentalmente incrementar la presencia de genes favorables para mejorar rendimiento y otras características agronómicas deseables dentro de una población, asegurando en esta forma una fuente de germoplasma útil para futuros trabajos de mejoramiento.

1/ Ing. Agr. Jefe Programa Maíz
Estación Experimental Tropical Pichilingue.

Varios investigadores entre otros Angeles (1961), Merino (1961), Johnson (1963), Covarrubias (1964), Cisneros (1963), Reyes y Gutierrez (1965), con los resultados obtenidos en sus estudios han reforzado la evidencia de que la S.M. utilizando la Modificación propuesta, puede dar buenos resultados para obtener mejoras en rendimiento y otras características.

En el presente trabajo, después de haberse realizado hasta aquí diez ciclos de S.M. en diferentes semestres de siembra y conforme avanzaban, haberse llevado a cabo las pruebas comparativas de rendimiento entre ciclos y variedad original, actualmente y mediante ensayos de rendimiento se estudian los ciclos en conjunto; es decir, se mide la eficacia del método en una forma global hasta el momento, averiguando qué se ha logrado a través de los diez ciclos en la dos poblaciones, en cuanto a rendimiento y a características como floración y altura de planta.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se condujo en la Estación Experimental Tropical de Pichilingue, situada en el Litoral Ecuatoriano, durante la época lluviosa del año 1971, con una precipitación de 1.539 mm de siembra a cosecha y una temperatura media anual de 24°C.

Material de siembra

De los diez ciclos realizados entre 1963 y 1969, se escogieron para las pruebas de 1971 el III, VI, VII y X ciclos incluyéndose las variedades originales introducidas de Colombia en 1962, (Cuba. 325 x USA. 342)-4# y (Eto x USA. 342)-4#, más la variedad INIAP-515 de distribución comercial.

Procedimiento de selección

De cada cruce se sembró 1/3 de Ha. aproximadamente, aislado de la influencia de otro maíz. Días antes de la cosecha, esta parcela grande se subdividió en 100 parcelas pequeñas de 20 sitios c/u (4 surcos x 5 sitios o golpes). La distancia de siembra fué de 1 x 1 m. (20.000 pl/Ha.) en la población (Cuba. 325 x USA. 342)-4# y de 0.92 x 92 m. (35.442 pl/Ha.) en la población (Eto x USA. 342)-4#. En ambas densidades se sembraron 5 granos por sitio para ralea a 2 en el primero y a 3 en el segundo. En cada subparcela, de c/u de las poblaciones se seleccionaron las 10 mejores plantas con competencia completa. Cada planta así seleccionada, se cosechó por separado. El rendimiento de cada una de las diez se registró y finalmente la mejor mazorca en rendimiento para la población (Cuba. 325 x USA. 342)-4#, y las 6 mazorcas de mejor rendimiento en la población (Eto x USA. 342)-4# se seleccionaron hasta el VII ciclo, es decir se operó con presiones de selección del 2,5 y 10%.

A partir del VIII ciclo se usó para ambas poblaciones presiones de selección del 2,5%.

Un número igual de granos de cada mazorca seleccionada constituyó el compuesto de semilla para el próximo ciclo.

Características del suelo.

Los suelos en que se realizaron todas las siembras son de tipo "franco" variando de arcilloso a limosos, de profundidad variable, buena fertilidad y buen contenido de materia orgánica. En el lugar se acostumbra a rotar los suelos en

los que se siembra maíz con frijol terciopelo (Stizolobium decrengianum).

Especificaciones de la Siembra experimental

La siembra hecha con la población (Cuba. 325 x USA. 342)-4#, que constituye la prueba 1 incluyó el material siguiente:

Cuba. 325 x USA. 342 -4# (Original)
Cuba. 325 x USA. 342 -4# III ciclo S.M.
Cuba. 325 x USA. 342 -4# VI ciclo S.M.
Cuba. 325 x USA. 342 -4# VII ciclo S.M.
Cuba. 325 x USA. 342 -4# X ciclo S.M.
INIAP-515 (Variedad comercial)

La siembra hecha con la población (Eto x USA. 342)-4# que constituye la prueba 2 incluyó el material siguiente:

(Eto x USA. 342)-4# Original
(Eto x USA. 342)-4# III ciclo S.M.
(Eto x USA. 342)-4# VI ciclo
(Eto x USA. 342)-4# VII ciclo
(Eto x USA. 342)-4# X ciclo
INIAP-515 (Variedad comercial)

Superficie de la parcela útil: 16,20 M²
Surcos x parcela : 2
Longitud de los surcos : 9 m.
Distancia entre surcos : 0.90 m.
Distancia entre plantas : 0.90 m.
Semillas x sitio : 5 (para raleo a 3)
Diseño experimental : Bloques al azar
Número de repeticiones : 10
Toma de datos : A más de rendimiento se tomaron datos de floración y altura de mazorca.
Cuidados culturales : En las siembras realizadas se tuvo cuidado de mantener buena fertilización y de observar buen control de malezas y plagas.

RESULTADOS

Los promedios de la característica rendimiento en cada una de las poblaciones, aparecen en los Cuadros 1 y 2, y los análisis de varianza correspondientes en el Cuadro 3. En este último cuadro se puede observar que hay significancia estadística al nivel del 1%, para la F.V., tratamiento (ciclos).

A continuación se expone el procedimiento empleado para probar los promedios de rendimiento de los diferentes tratamientos (ciclos) incluidos en los análisis de varianza (Cuadro 3) en el que se encuentra la significancia.

Prueba 1 (Cuba.325 x USA.342)-4#

<u>Tratamientos</u>	<u>Promedios</u>
INIAP-515	9.71 a
VII ciclo	9.67 a
X ciclo	9.15 ab
VI ciclo	8.31 c
III ciclo	7.22 d
Variedad Original	5.64 e

Prueba 2 (Eto x USA.342)-4#

<u>Tratamientos</u>	<u>Promedios</u>
INIAP-515	9.69 a
X ciclo	8.42 b
III ciclo	7.37 cd
VI ciclo	6.76 de
VII ciclo	6.32 e
Variedad original	6.06 e

El ciclo X rindió significativamente más que los ciclos III, VI, VII y la variedad original. Los ciclos III y VI fueron iguales significativamente y a su vez los ciclos VI, VII y la variedad original fueron iguales.

Los gráficos 1 y 2 señalan la tendencia de los rendimientos en relación con los diferentes ciclos de S.M. y en los gráficos 3 y 4 se pueden apreciar la tendencia de las características de floración y altura en los diferentes ciclos, caracteres éstos, no analizados estadísticamente pero cuyos resultados promedios pueden ser observados en los Cuadros 1 y 2.

CUADRO 1.- Rendimiento, floración y altura de plantas en diferentes ciclos de selección masal, variedad original y una variedad comercial.

Epoca lluviosa 1971.

<u>Ciclos y Variedades Comparativas</u>	<u>Kgs/Ha. 12% humedad</u>	<u>Altura M₂ (m.)</u>	<u>Días a Floración <u>1</u>/</u>
INIAP-515 (Variedad comercial)	5.994	1.73	56
VII ciclo de selección masal en (Cuba.325 x USA.342)-4#	5.963	1.83	57
X ciclo de selección masal en (Cuba.325 x USA.342)-4#	5.648	1.87	59
VI ciclo de selección masal en (Cuba.325 x USA.342)-4#	5.130	1.81	58
III ciclo de selección masal en (Cuba.325 x USA.342)-4#	4.457	1.67	57
Variedad Original	3.481	1.37	53

CUADRO 2.- Rendimiento, floración y altura de diferentes ciclos de selección masal, variedad original y una variedad comercial. Epoca lluviosa 1971.

Ciclos y variedades comparativas	Kgs/Ha. 12% humedad	Altura m.	Floración <u>2/</u>
INIAP-515 (Variedad comercial)	5.981	1.79	57
X Ciclo de selección masal en (Eto x USA.342)-4#	5.197	1.79	57
III Ciclo de selección masal en (Eto x USA.342)-4#	4.549	1.64	55
VI Ciclo de selección masal en (Eto x USA.342)-4#	4.172	1.72	57
VII Ciclo de selección masal en (Eto x USA.342)-4#	3.901	1.76	59
Variedad Original	3.740	1.63	55

2/ 50% de estigmas emitidos

CUADRO 3.- Análisis de varianza.

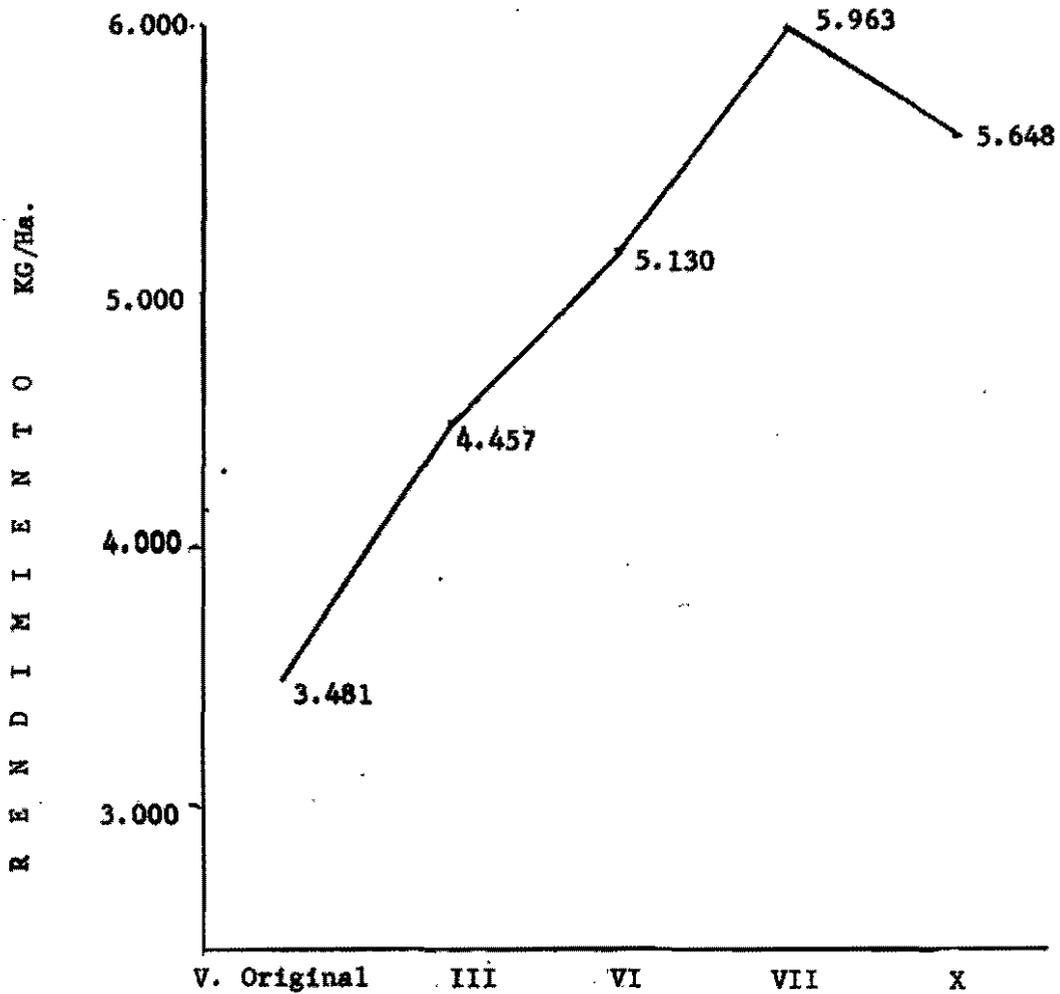
F.V.	G.L.	C U A D R A D O S		M E D I O S	
		(Cuba.325 x USA.342)-4#	(Eto x USA.342)-4#	(Cuba.325 x USA.342)-4#	(Eto x USA.342)-4#
Rep.	9	0.39		0.85	
Trat.	5	24.43**		19.30**	
Error	45	0.59		0.57	
Total	59				

** Nivel de significación:

C.V.=	9.26%	10.0%
\bar{X} = Media general Kgs/parcela	8.29%	7.43%

DISCUSION Y CONCLUSIONES

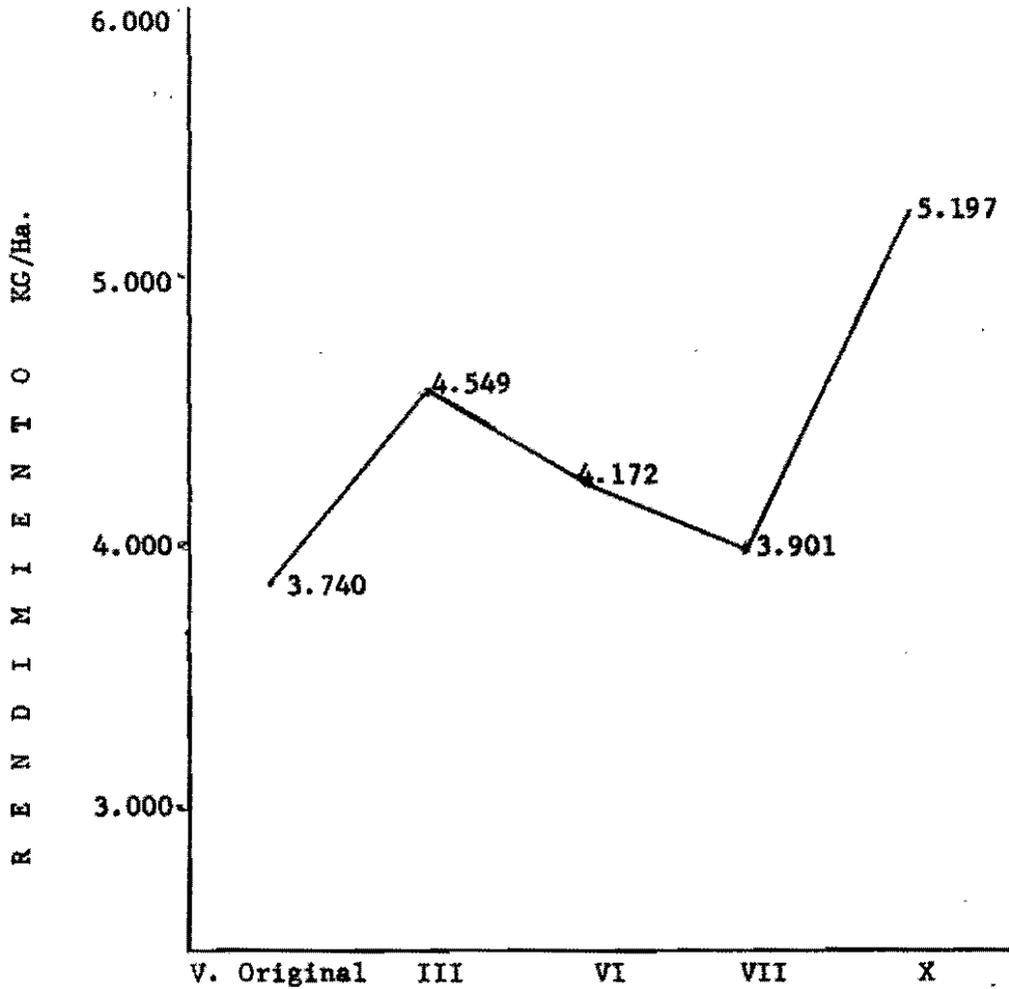
Al analizar los resultados correspondientes a los ciclos de la prueba 1 con (Cuba.325 x USA.342)-4# se encontró que la Selección Masal fué efectiva para cambiar el rendimiento de 3.481 en la variedad original a 5.963 Kgs/Ha. en el VII



(C U B A-325 x U S A-342)-4#
CICLOS DE SELECCION MASAL

P - 71A

GRAFICA 1.- Efecto de la S.M. en rendimiento al aumentar ciclos.

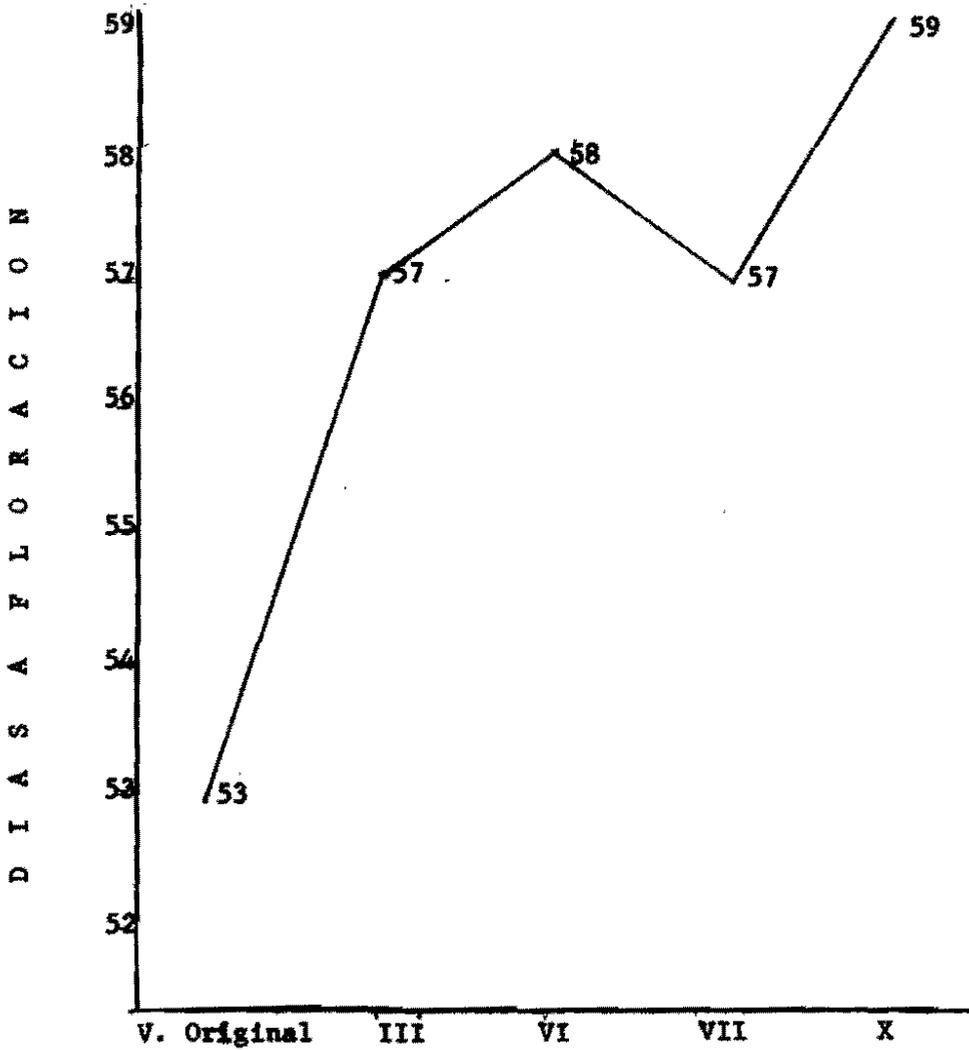


(E T O x U S A 342)-4#

CICLOS DE SELECCION MASAL

P - 71A

GRAFICA 2.- Efecto de la S.M. en rendimiento al aumentar ciclos.

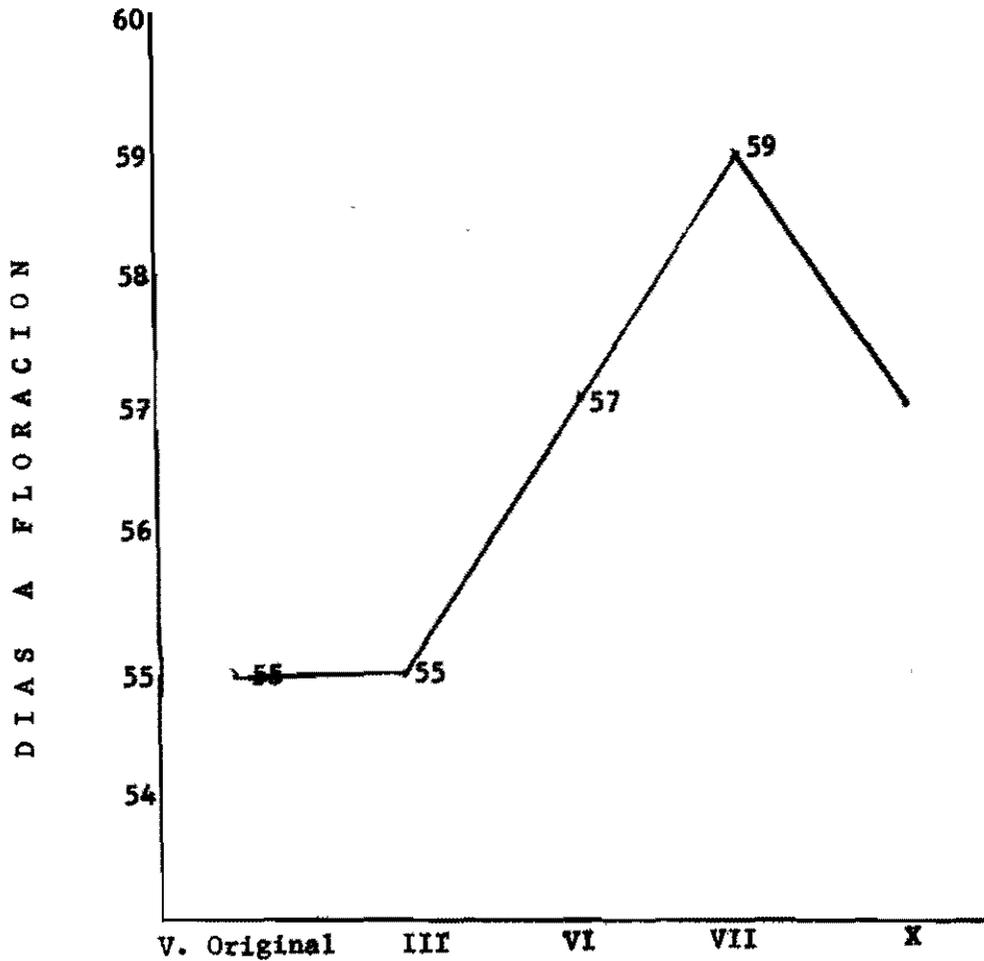


(C U B A 325 x U S A 342)-4#

CICLOS DE SELECCION MASAL

P - 71A

GRAFICA 3.- Efecto de la S.M. en floración al aumentar ciclos.

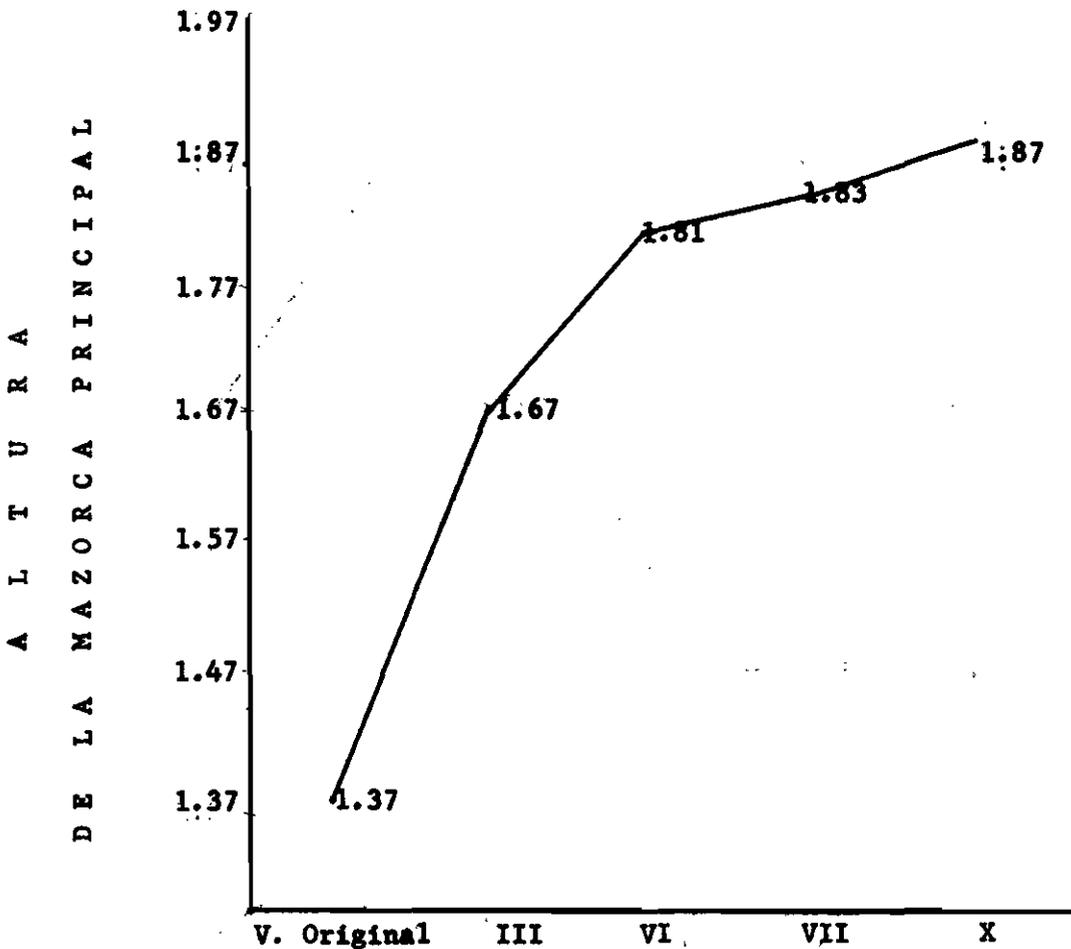


(E T O x U S A 342)-4#

CICLOS DE SELECCION MASAL

P - 71A

GRAFICA 3.- Efecto de la S.M. en floración al aumentar ciclos.

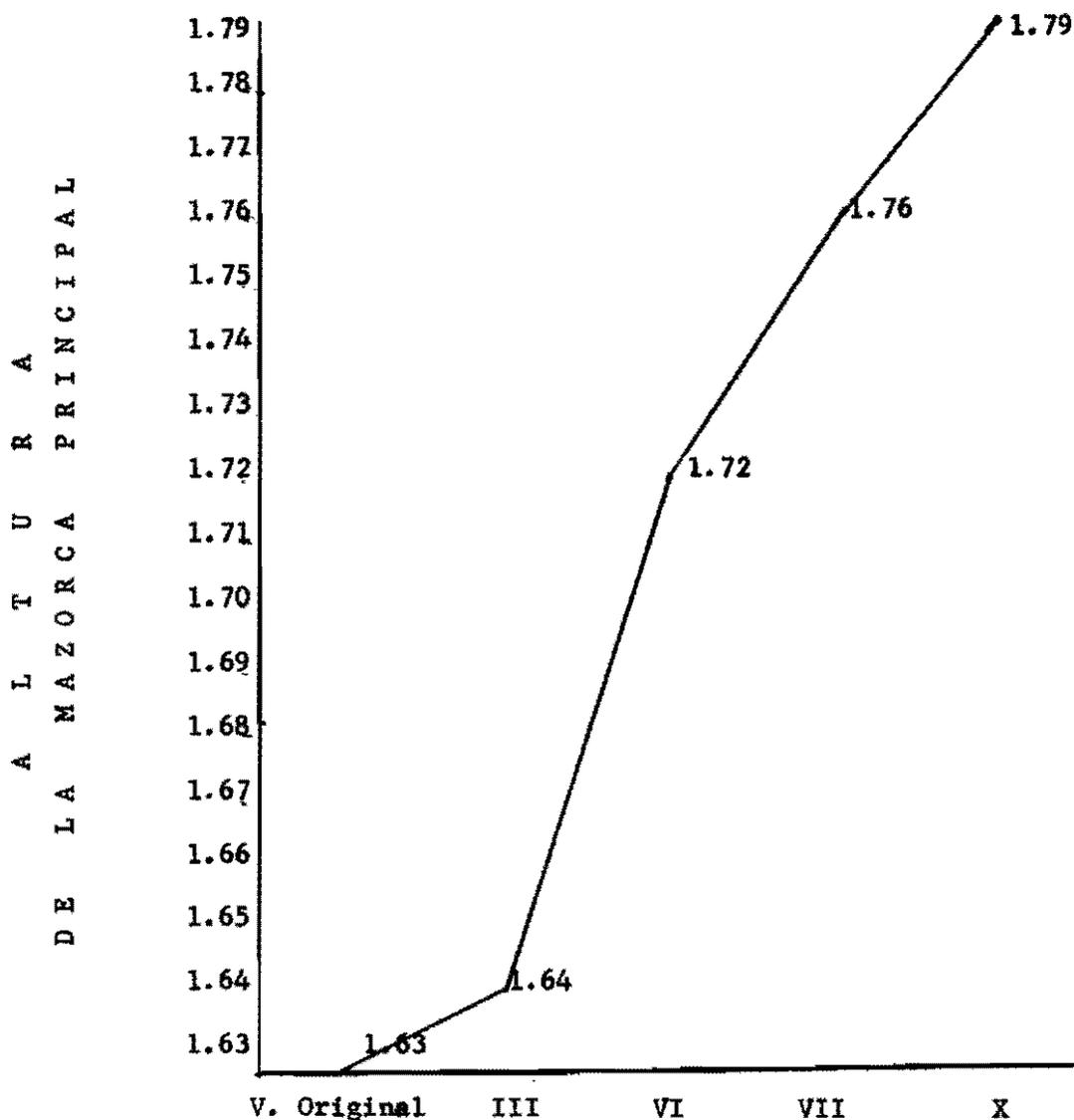


(C U B A 325 x U S A 342) -4#

CICLOS DE SELECCION MASAL

P - 71A

GRAFICA 4.- Efecto de la S.M. en altura de mazorca al aumentar ciclos.



(E T O x U S A 342)-4#

CICLOS DE SELECCION MASAL

P - 71A

GRAFICA 4.- Efecto de la S.M. en altura de mazorca al aumentar ciclos.

ciclo, como se observa en el Cuadro 1. De igual manera al analizar los resultados de los ciclos correspondientes a la prueba 2 con (Eto x USA.342)-4# se encontró que la Selección fué así mismo efectiva en cambiar el rendimiento de 3.740 en la variedad original a 5.197 en el X ciclo, demostrado en el Cuadro 2. El aumento de rendimiento de la variedad original al VII ciclo, que fué el más alto en la población (Cuba.325 x USA.342)-4# y de la variedad original al X ciclo en (Eto x USA.342)-4#, está de acuerdo con lo encontrado por los investigadores Lonquist (1960), Angeles (1960), Merino (1961), Tapia (1966) entre otros. Pero tal vez en el caso del presente trabajo no todo el aumento conseguido en rendimiento se debe a la bondad del sistema, sino que éste fué ayudado en parte por la aclimatación del material a través de las siembras hechas.

El que el rendimiento del VII ciclo haya sido igual estadísticamente al X ciclo en la población (Cuba.325 x USA.342)-4# pone de manifiesto que quizás al haberse introducido cambios a partir del VII ciclo, para seleccionar no solamente genotipos más rendidores sino también mas tolerantes a acame, plagas y enfermedades; se desecharon algunos genotipos para rendimiento Hallauer and Sears (1967).

De una manera general con los resultados obtenidos y analizados la S.M. realizada en ambas poblaciones fué efectiva para incrementar el rendimiento en diez ciclos.

En lo relacionado con los caracteres floración y altura de mazorca en ambas poblaciones la tendencia de selección como se puede observar en las gráficas 3 y 4 es a aumentar tanto el número de días, como la altura de mazorca conforme avanzan los ciclos.

R E S U M E N

Durante varios años en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, ubicada en Quevedo, Provincia de los Ríos, Ecuador, lugar con medias anuales aproximadas de 2.000 mm de precipitación y 24°C de temperatura, se viene estudiando la eficiencia del método de selección masal para mejorar rendimiento y otras características agronómicas deseables en dos poblaciones introducidas de maíz: (Cuba.325 x USA.342)-4# y (Eto x USA.342)-4#.

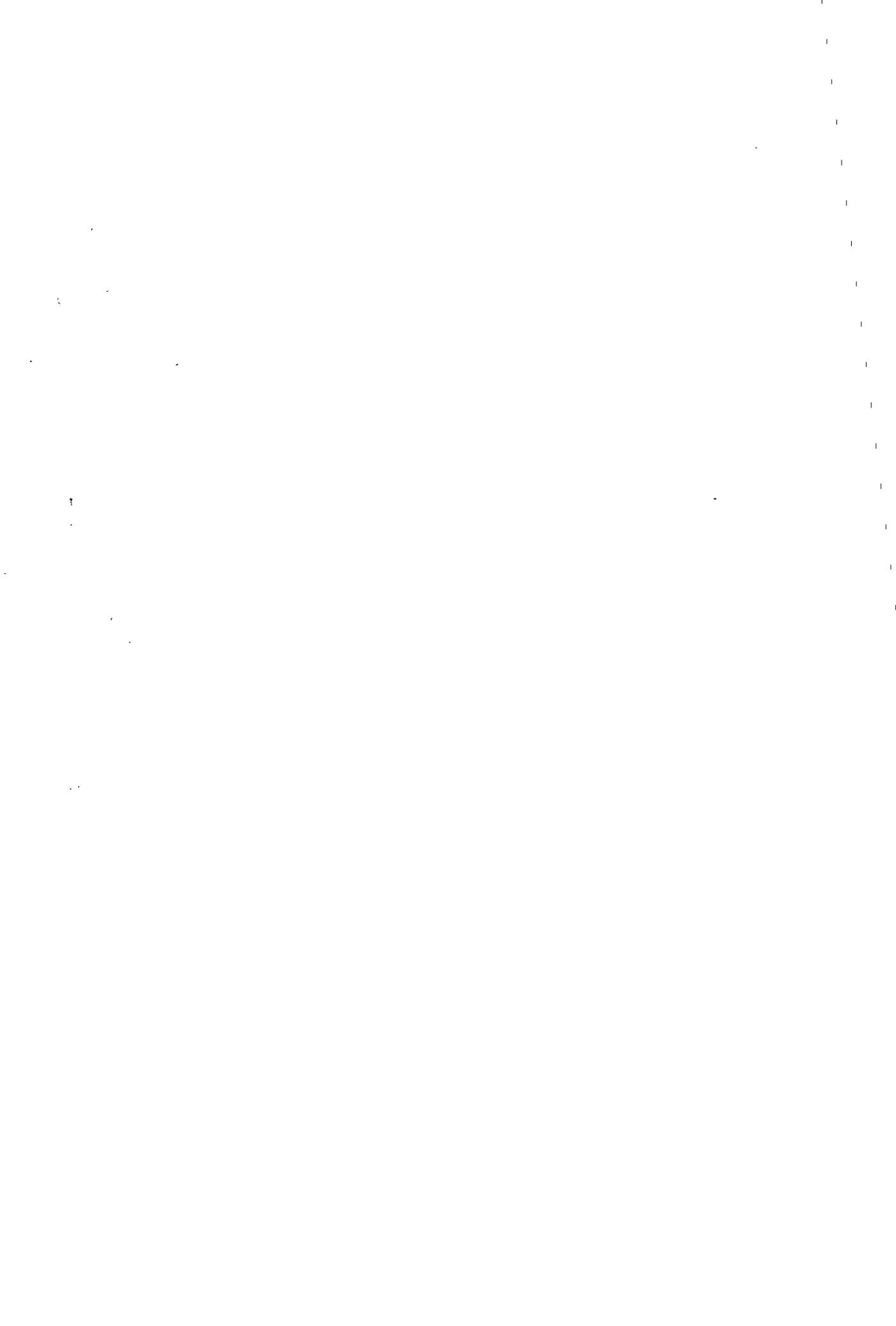
El procedimiento de selección masal seguido fué el explicado detalladamente por los investigadores Lonquist (1960) y Angeles (1961), pero se consideraron ciertas innovaciones al procedimiento general, como un mayor número de plantas, una presión de selección por genotipos superiores para rendimiento, se desecharon también por selección, plantas muy susceptibles a plagas, enfermedades y acame.

En cuanto al carácter rendimiento, en la población (Cuba.325 x USA.342)-4# se consiguió un aumento de 2.482 Kg/Ha. de grano al 12% de humedad entre la variedad original y el VII ciclo, diferencia que resultó altamente significativa (1%). En la población (Eto x USA.342)-4# la diferencia de 1.457 Kg/Ha entre variedad original y X ciclo de selección fué también altamente significativa.

En lo pertinente con las características de floración y altura de mazorcas, los resultados obtenidos indican de una manera general que estas aumentan conforme avanzan los ciclos.

LITERATURA REVISADA

- ANGELES, H. H. 1961. Comentarios sobre la selección masal en el pasado y sus posibilidades en los programas de mejoramiento de maíz. Tegucigalpa, Honduras PCCMM. 7:18 - 25.
- CISNEROS, J. 1965. Selección masal en el maíz. Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y Trigo. (CIMMYT). México. Sin publicar.
- COVARRUBIAS, R. 1965. Cuatro ciclos de selección masal para rendimiento en una variedad de la raza Chalqueño. Colegio de Posgraduados, E.N.A. Chapingo, México. Sin publicar.
- HALLAUER, A. R. y SEARS, J. H. 1967. Mass selection for yield in two varieties of maize. Crop Sci. 9:47 - 50.
- JOHNSON, E. C. 1963. Efecto de la selección masal sobre el rendimiento de una variedad tropical de maíz. San Salvador, El Salvador. PCCMM. 9:56 - 57.
- LONNQUIST, H. J. 1960. El mejoramiento de las poblaciones de maíz. Managua, Nicaragua. PCCMM. 6:14 - 22.
- MERINO, H. J. 1961. Descripción de los métodos de mejoramiento usados en el Salvador para obtener variedades mejoradas de maíz. Tegucigalpa, Honduras. PCCMM. 7:37 - 38.
- REYES, P. y GUTIERREZ, M. 1965. Efectividad de la selección masal. Escuela Nacional Agricultura y Ganadería. Monterrey, Nuevo León. Copia Mimeografiada. Sin publicar.
- TAPIA, F. H. 1966. Efecto de la selección masal en dos variedades de maíz. Tesis. Colegio de Postgraduados, E.N.A., Chapingo, México.



EVALUACION DE CUATRO GENERACIONES DE SELECCION MAZORCA-HILERA
MODIFICADA EN UNA POBLACION DE MAIZ DE LA SIERRA DEL PERU

Ricardo Sevilla Panizo 1/

La modificación de la selección mazorca-hilera sugerida por Lonnquist (1), está siendo usada en el Perú para el mejoramiento de varias poblaciones de maíz. La selección de variedades nativas está orientada principalmente a incrementar el rendimiento. Sin embargo no se pueden descuidar otras características importantes como aspecto de la mazorca, sanidad de la mazorca y precocidad. Debido a que el método citado es una combinación de selección de familias en base al rendimiento de progenies de mazorcas y selección masal, es que es aparente para seleccionar por varias características a la vez, lo que fué una de las razones para iniciar la aplicación del método en la Sierra del Perú.

REVISION DE LITERATURA

El método de selección Mazorca-hilera modificado ha sido ya probado con éxito en varios países. Webely E Lonnquist (5), mostraron una ganancia de 9.94% por generación en cuatro generaciones en la variedad Hays Golden en Nebraska. En Brasil, Paterniani (2), ha reportado una ganancia promedio por ciclo de 13.6 en la variedad Paulista Dent en tres ciclos de selección Romero (3), logró en Honduras, una ganancia promedio por ciclo de 10.3% en tres ciclos de selección en el Compuesto Tuxpeño. En todos esos casos la selección se basó en el rendimiento de progenies de mazorcas, en promedio de varias localidades y la selección dentro de la progenie fué también por rendimiento.

MATERIALES Y METODOS

La población de maíz que está siendo seleccionada es el compuesto PMC-561. Este ha sido formado por la unión de líneas de primera autofecundación de maíces de granos blancos, blandos o semicristalinos. El compuesto había mostrado ser de muy alto rendimiento en pruebas previas al inicio de la selección, pero mostraba una amplia variabilidad en forma de mazorca y grano por lo que se seleccionó originalmente por aspecto de mazorca. De la cosecha de un campo sembrado en el año 1965 en Ayacucho se escogieron 190 mazorcas para iniciar la selección. Para seleccionar por rendimiento, se probaron las 190 familias provenientes de las progenies de cada una de las mazorcas en un látice triple 14 x 14, junto con la población formada por la mezcla de las 190 mazorcas que se denominará población original (C.O). Cada repetición se sembró en una localidad diferente. En una de ellas se sembró en forma intercalada un polinizador compuesto por la mez-

1/ Ing. Agr. M.S., Profesor Principal del Departamento de Fitotecnia, Programa Académico de Agronomía, Genetista del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Universidad Nacional Agraria - La Molina, Lima Perú.

cia de las 190 mazorcas. La selección entre familias se hizo en base al rendimiento promedio de dos localidades y la selección dentro de las familias se hizo por sanidad, escogiendo las cuatro mazorcas más sanas dentro de la parcela. En los ciclos posteriores, el macho que se utilizaba como polinizador fué una mezcla de las mejores mazorcas seleccionadas el año anterior.

En el Cuadro 1 se presentan las características de los experimentos en que se probaron las progenies de las mazorcas, en la generación original y las cuatro generaciones sucesivas. En los dos primeros años, la selección se realizó en el departamento de Ayacucho y los tres años siguientes en el departamento de Ancash. Dentro de las progenies, la selección fué por sanidad en el año 1966; por sanidad y aspecto en los años 1967, 1968 y 1970; y por precocidad en el año 1969. Los meses de siembra del lote de despanojamiento donde se realizó la selección masal dentro de la progenie fueron: Noviembre en el año 1966, Octubre en 1968 y Diciembre en todos los demás años.

En el año 1970 en los ensayos en que se probaron las progenies de las mazorcas, se incluyeron la población original y las 4 generaciones de selección en 4 látices simples de 64 tratamientos cada uno. Dos repeticiones se sembraron en la localidad de Yungay y dos en Carhuáz en el mes de Diciembre. En total cada población se evaluó en 16 parcelas de un surco de 6 golpes de 3 plantas cada surco. A la cosecha se pesó el rendimiento de cada parcela; se corrigió por fallas y por humedad del grano. La evaluación de la efectividad de la selección se hizo calculando la regresión de rendimientos de cada generación expresado en porcentaje de la población original en generaciones de selección.

En el año 1971 se sembraron todas la generaciones de selección junto con la población original en dos experimentos dispuestos en bloques completos randomizados con 8 repeticiones. Un experimento se sembró en el mes de Octubre y el otro en el mes de Diciembre para probar si la ganancia encontrada en las evaluaciones hechas en base a siembras tardías se lograban también en condiciones de siembras tempranas.

RESULTADOS

La distribución de frecuencia de rendimientos de las familias expresados en porcentaje de la población original, de la 1ª, 2ª y 4ª generación de selección y de la población original se presentan en la Figura 1. La población original se caracteriza por la presencia de muchas familias de muy pobre rendimiento. Después de la primera generación de selección desaparecen las familias cuyos rendimientos están debajo del 60% de la población original. A medida que pasan las generaciones de selección hay un aumento gradual del promedio de las familias y un desplazamiento de la población a la derecha de la línea que representa la población original. Hasta la 2ª generación no se presentan genotipos superiores al original en más del 40%, pero en la 4ª generación se observan algunos genotipos con valores mayores de 40%.

En la Figura 2 se muestra la regresión de rendimiento en generaciones de selección. La regresión indica que por cada generación de selección se obtiene una ganancia de 4.57% sobre la población original. La primera generación muestra un aumento de 7.7%; la 2ª un aumento de sólo 6.9% sobre la población original, indicando que la selección hecha en Ayacucho no ha sido efectiva en aumentar el

QUADRO 1 CARACTERISTICAS DE LOS EXPERIMENTOS DE PRUEBA DE FAMILIAS.

GENERACION	Localidad (m.s.n.m.)	N° de Repeticio- nes por locali- dad	Mes de siembra	N° de Mazor- cas probadas	N° de familias Séleccióna- das	N° de ma- zorcas Se- lecciónadas dentro de la parcela	Selección dentro de la parcela.
C.0	Ayacucho (2,800) * San Miguel (2,300)	1 1	Diciembre Noviembre	176	48	4	Sanidad
C.1	Ayacucho (2,800) * Ayacucho (2,800) San Miguel (2,300)	1 1 1	Octubre Diciembre Diciembre	191	38	5	Aspecto, Sanidad
C.2	*Carhuaz (2,500)	3	Octubre	190	38	5	Aspecto, Sanidad
C.3	*Carhuaz (2,500) Anta (2,500)	2 1	Noviembre Octubre	167	38	6	Precocidad
C.4	*Yungay (2,400) Carhuaz (2,500)	2 2	Noviembre Noviembre	228	80	3	Aspecto y Sanidad

* Localidades donde se sembró el lote de despanojamiento y se hizo la selección dentro de la parcela.

lera modificada y coeficiente genético de variación ($\sigma_g / \bar{X} \times 100$) en cada generación.

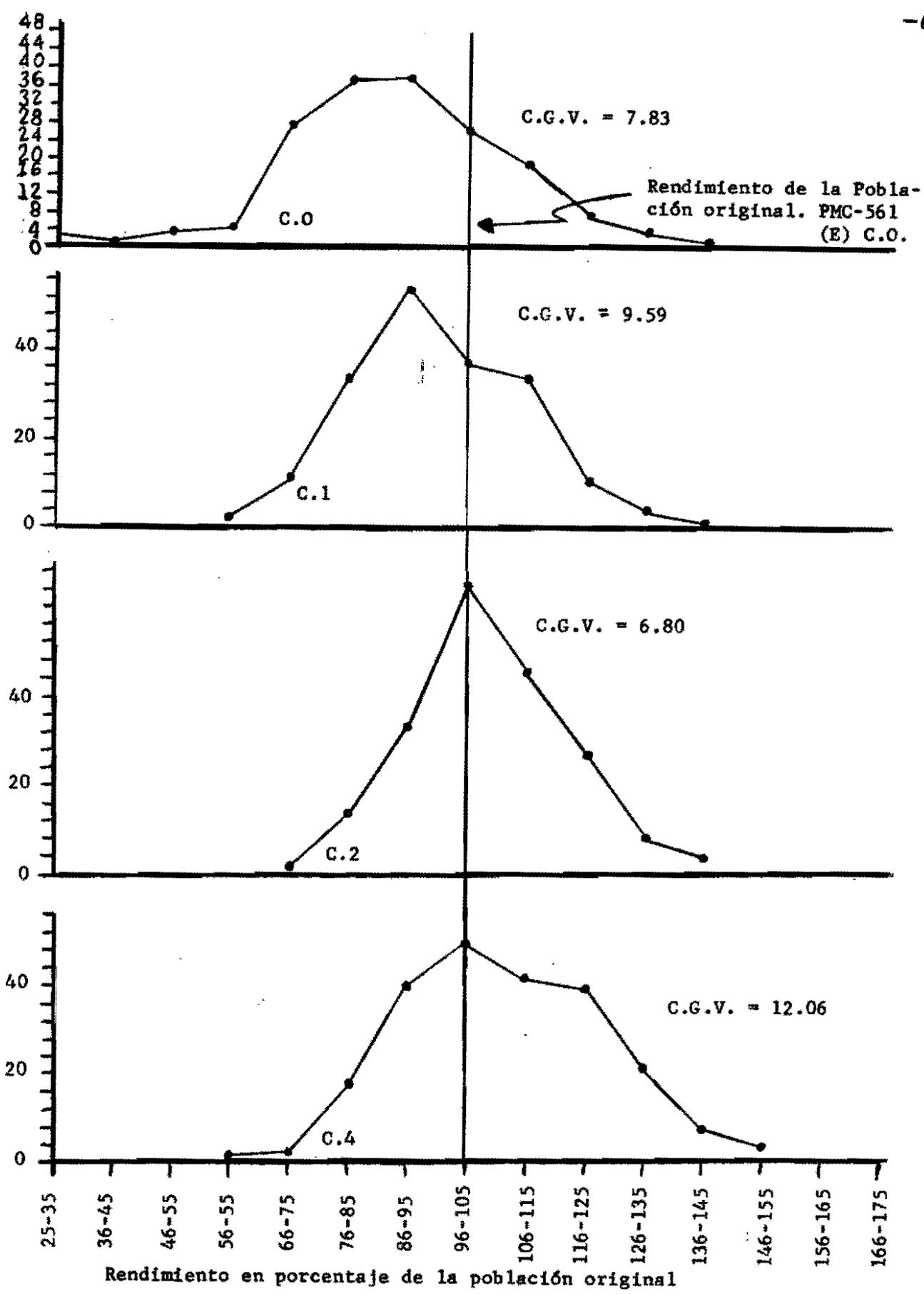
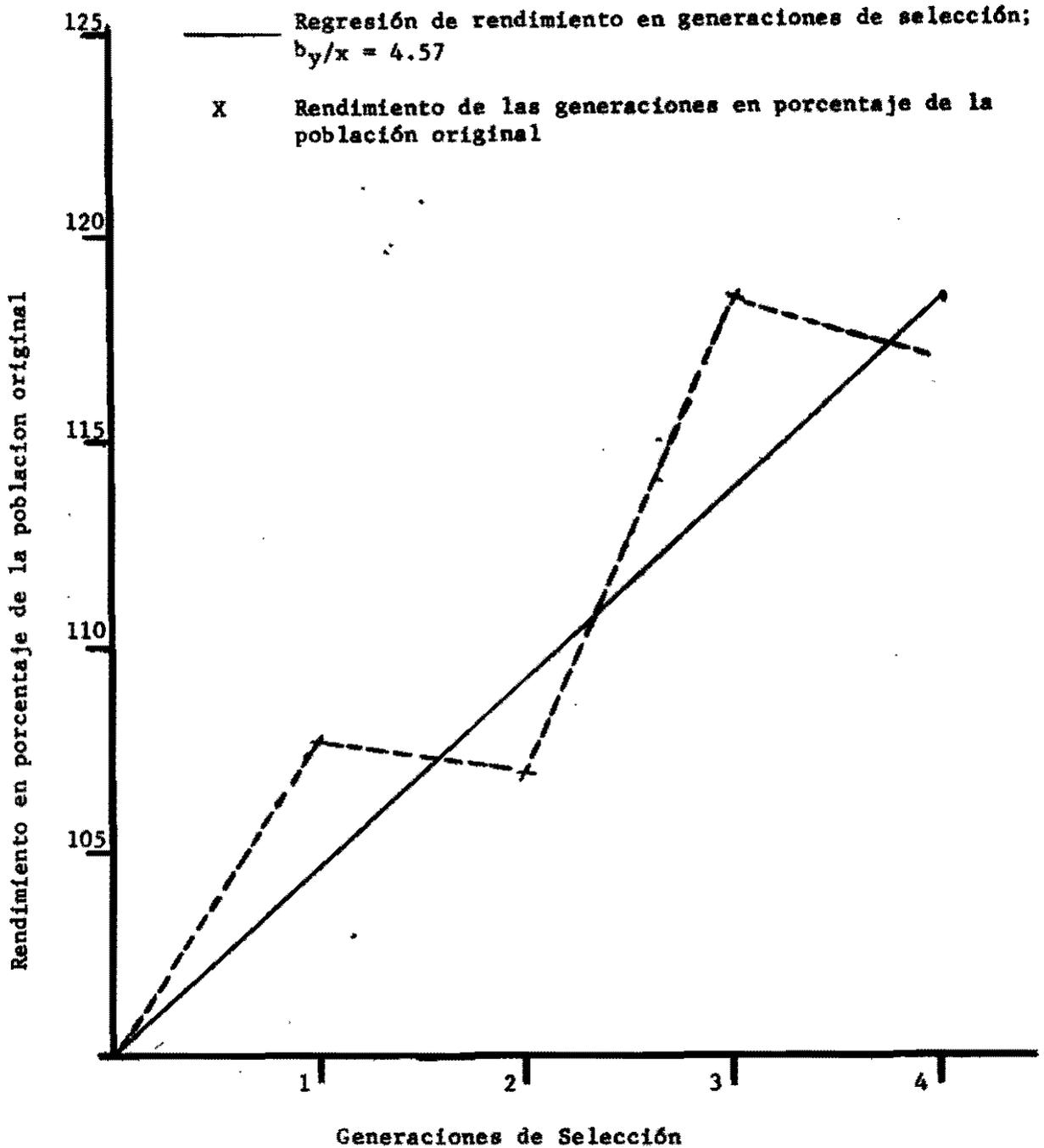


Figura 2



Resultados de 4 generaciones de selección mazorca-hilera para rendimiento en el Compuesto PMC-561. Datos de cuatro ensayos con 2 repeticiones en 2 localidades de Carhuaz. La 1° y 2° generación de selección se hizo en Ayacucho y la 3° y 4° en Carhuaz.

rendimiento en las condiciones de Carhuaz, donde se probaron las generaciones. La 3° generación que se realizó en Carhuaz produjo un aumento de 18.4% sobre población original y 11.5% sobre la generación anterior. La 4° generación aunque mantiene el aumento de la tercera, no muestra ninguna ganancia sobre ésta, reflejando que la selección por precocidad dentro de las familias en el año anterior no ha permitido una ganancia adicional en rendimiento.

En el Cuadro 2 se muestran los valores de porcentaje de humedad a la cosecha, aspecto y sanidad de la mazorca de las poblaciones probadas. Los valores de porcentaje de humedad que son un índice de precocidad, indican que las poblaciones mejoradas no se han hecho más tardías. Aunque sólo se seleccionó por precocidad en la 4° generación, la selección dentro de la progenie se hizo bajo condiciones de siembras tardías en todos los ciclos excepto el 3°.

La 4° generación, mostró ser la más precoz aunque las diferencias con las otras poblaciones no fueron significativas. En aspecto y sanidad las poblaciones parecen ir mejorando progresivamente cuando la selección se hacía con esos criterios.

Los rendimientos expresados en porcentaje de la población original de los ensayos sembrados en Octubre y Diciembre en el año 1970, se muestran en el Cuadro 3. Los datos indican que la selección no es efectiva cuando las generaciones se prueban en siembras hechas en Octubre. La regresión de rendimiento en generaciones de selección es -2, 1 la cual no es significativa. En la siembra de Diciembre hay un incremento creciente desde la generación original hasta la 3° generación de selección. La 4° generación de selección muestra también en esta prueba un decrecimiento en relación a la tercera generación. La regresión es de + 7.54 la cual es altamente significativa.

En el experimento sembrado en Diciembre se tomó la fecha de floración masculina a todas las poblaciones en las 8 repeticiones. Los resultados se muestran en el Cuadro 4. La diferencia entre las poblaciones es altamente significativa siendo esta diferencia sólo al 4° ciclo el cual es 6 días más precoz que la población original.

CUADRO 2 PORCENTAJE DE HUMEDAD, ASPECTO Y SANIDAD DE LAS PROGENIES DE MAZORCAS DE LA POBLACION ORIGINAL Y LAS 4 GENERACIONES DE SELECCION MAZORCA-HILERA (PROMEDIO DE 8 REPETICIONES, EN 2 LOCALIDADES DE CARHUAZ, 1970)

Generación	% Humedad	Aspecto (5 = muy bueno) (1 = muy malo)	Sanidad (5 = muy sano) (1 = muy podrido)	Selección dentro de la parcela en la campaña anterior
C.0	21.5	2.81	2.56	
C.1	21.0	2.87	2.69	Sanidad
C.2	22.6	2.94	2.81	Aspecto y Sanidad
C.3	20.8	3.19	2.87	Aspecto y Sanidad
C.4	20.6	2.87	2.87	Precocidad

CUADRO 3: RENDIMIENTO EXPRESADO EN PORCENTAJE DE LA POBLACION ORIGINAL DE LAS GENERACIONES DE SELECCION DEL PMC-561 SEMBRADAS EN OCTUBRE Y DICIEMBRE, Y REGRESION DE RENDIMIENTO (Y) EN GENERACIONES DE SELECCION (X)

Siembra: Octubre			Siembra: Diciembre		
Orden Mérito	Generación	% Original	Orden Mérito	Generación	% Original
1°	C.0	100.0	5°	C.0	100.0
4°	C.1	94.6	4°	C.1	109.9
2°	C.2	96.4	3°	C.2	121.5
3°	C.3	94.6	1°	C.3	138.1
5°	C.4	89.5	2°	C.4	123.6

F = 0.3618

byx = -2.1 no significativo

F = 2.065

byx = + 7.54 altamente significativo

CUADRO 4 DIAS DE SIEMBRA A FLORACION MASCULINA DE LA POBLACION ORIGINAL Y LAS 4 GENERACIONES DE SELECCION. PROMEDIO DE 8 REPETICIONES. SIEMBRA: DICIEMBRE EN CARHUAZ. AÑO 1970

<u>GENERACIONES</u>	<u>DIAS A LA FLORACION</u>
C.0	123
C.1	120
C.2	123
C.3	121
C.4	117

F = 8.21 Altamente significativo

C. V. = 2.23%

DISCUSION

La ganancia debida a selección en el presente trabajo no es comparable a las obtenidas en los casos reportados en la literatura. En éstos, la selección ha sido por rendimiento tanto entre familias como dentro de las familias. Webel y Lonnquist (5) han calculado la ganancia teórica que puede ser atribuida a la selección entre familias como el 54% de la ganancia total. Aún Así, el valor de 4.57% de ganancia por generación es bajo comparado con el de otros investigadores. La razón puede ser consecuencia de varios factores, discutidos a continuación.

La selección por aspecto de mazorca en el material seleccionado no necesariamente está acompañado de una mejora en el rendimiento de la progenie de la mazorca. La selección por aspecto se hace tomando en cuenta algunas características como forma de la mazorca y del grano y textura del grano, eliminándose por ejemplo las mazorcas que presentan granos de textura más cristalina que probablemente son los que más pesan. Además, Sevilla (4) trabajando con este mismo compuesto no encontró ninguna correlación entre las características de la mazorca y el rendimiento de su progenie.

El cambio de localidad en donde se llevó a cabo la selección ha contribuido también a conseguir una ganancia por selección más baja que la esperada. Las condiciones de Ayacucho son diferentes a las de Carhuaz, por lo que la selección hecha en la primera localidad ha mantenido genotipos que posiblemente no se adaptaban a las condiciones de la segunda. La escasa ganancia obtenida en la 2° generación, que se realizó en Ayacucho y se probó en Carhuaz es una evidencia de esta situación. Aunque la primera generación fué seleccionada y probada en las mismas condiciones, la ganancia obtenida es una consecuencia de la desaparición de la población de los peores genotipos que seguramente hubiesen sido descartados también en las condiciones de Carhuaz.

La selección por precocidad ha contribuido también a bajar el valor obtenido por selección. Cuando la selección dentro de las familias se hizo por precocidad no se obtuvo ninguna ganancia en rendimiento, como lo muestran los resultados de la 4° generación de selección.

Los resultados obtenidos cuando se siembra las pruebas de las generaciones en condiciones de siembra tardías y siembras tempranas, indican que es muy importante considerar el ambiente donde se realiza la selección. La selección dentro de las familias se ha hecho generalmente en condiciones de siembras tardías y la selección entre familias se hizo en base al rendimiento promedio de las familias, habiendo por lo menos una repetición sembradas en los meses de Noviembre o Diciembre. En esas condiciones se ha seleccionado no necesariamente los mejores genotipos sino los que podían soportar las bajas temperaturas que son frecuentes en la Sierra del Perú en los meses de Mayo, Junio y Julio. En los casos en que se han calculado correlaciones entre rendimiento y días de siembra a floración masculina en condiciones de siembras tardías, éstas han sido negativas y en todos los casos significativas, indicando que las plantas más precoces eran las que más rendían. Así, en el año de 1969 la correlación obtenida midiendo más o menos un total de 400 plantas provenientes de 20 diferentes familias fué de -0.53. En el año 1971, se midió el rendimiento de la planta y los días de siembra a floración de todas las plantas de los 4 experimentos donde se probaban las familias sembradas en Diciembre. Los resultados de las correlaciones para cada uno de los experimentos son los siguientes: -0.16; -0.10+0.07 y -0.18.

Los coeficientes genéticos de variación, obtenidos en base a las pruebas de las familias, que se muestran en la Figura 1, indican que la variabilidad no ha crecido como podía esperarse. Las observaciones hechas en el campo son también una evidencia de que hay mucha variabilidad presente actualmente en la población seleccionada, debido a que las diferencias entre familias en forma de la mazorca es notable. La alta variabilidad genética es debida a la posibilidad que ofrece el método de utilizar al máximo la recombinación de los mejores genotipos, a que año tras año, las mazorcas seleccionadas son mezcladas y sirven como polinizador para todas las familias probadas.

En la práctica, el método ha mostrado ser de mucha utilidad para la obtención de semilla mejorada que es preciso entregar a los agricultores semilleros año tras año. La cosecha de la población que es utilizada como polinizador en los campos donde se obtienen las mazorcas seleccionadas para el siguiente ciclo, y que a su vez está formada por las mejores mazorcas del ciclo anterior permite contar con una cantidad apreciable de semilla mejorada todos los años.

RESUMEN

Cuatro ciclos de selección Mazorca-Hilera Modificada, realizados los dos primeros en Ayacucho y los otros dos en Carhuaz, localidades de la Sierra del Perú, han sido evaluados en las condiciones de Carhuaz en el año 1970, 1971. La selección entre familias fué en todos los casos por rendimiento y dentro de familias fué por aspecto de mazorca, sanidad de mazorca y precocidad, siendo parte de la selección por rendimiento llevado a cabo bajo condiciones de siembras tardías así como la selección por las otras características. La evaluación hecha en Carhuaz en 1970 en condiciones de siembras tardías, en 1970 dió como resultado un aumento por generación de 4.57%, y un mejoramiento pequeño pero constante en aspecto y sanidad de la Mazorca. La evaluación realizada en 1971 bajo condiciones de siembras tempranas y tardías dió resultados contradictorios. En siembras tempranas, no hubo ninguna ganancia y en siembras tardías la evaluación mostró una ganancia de 7.54% por generación. En el experimento de siembras tardías se determinó que la selección por precocidad había sido efectiva en disminuir el número de días de la siembra a la floración masculina.

BIBLIOGRAFIA

1. LONNQUIST, J.H. 1964. A modification of the Ear-to-Row Procedure for the Improvement of Maize Populations. Crop Science 4: 227-228.
2. PATERNIANI, E. 1967. Selection among and within Half-sib families in a Brazilian Population of Maize (Zea Mays L.) Crop Sci. 3: 212-216.
3. ROMERO FRANCO J. 1968. Selección Mazorca por hilera en Maíz. Honduras, C.A. Informe de la Secretaría de Recursos Naturales.
4. SEVILLA, R. 1968. Selección Mazorca-hilera en el compuesto PMC-561. III Reunión de la Zona Andina. Lima, Perú.
5. WEBEL, O.D. and LONNQUIST, J.H. 1967. An evaluation of Modified Ear-to-Row Selection in a population of Corn (Zea Mays L.) Crop Sci, 6: 651-655.



Selección recurrente recíproca en maíces latinoamericanos de clima frío.

II. Resultados preliminares del primer ciclo en dos variedades de variada precocidad.

Manuel Torregroza C. ^{1/}

Enrique Arias F. ^{2/}

La selección recurrente recíproca se ha diseñado como un método de mejoramiento, no sólo para modificar simultáneamente el comportamiento agronómico promedio de dos recursos germoplásmicos, genéticamente variables, sino también para alterar su capacidad de combinación específica. A pesar de este método haberse propuesto hace más de 4 lustros, no se tiene aún suficiente información de su valor en maíz.

El Programa Nacional de Maíz y Sorgo del Instituto Colombiano Agropecuario -ICA- comenzó a partir de 1956, en el C.N.L.A. Tibaitatá, (Bogotá, Colombia), una serie de proyectos para evaluar la eficiencia de la selección recurrente recíproca en maíces latinoamericanos de clima frío. Hasta la fecha se han estudiado 3 grupos diversos de recursos germoplásmicos, uno de los cuales lo forma la variedad precoz Cundinamarca 431, de la raza colombiana Sabanero y el Compuesto Sintético, (Mezcla C.L.V. Ecuador 573 x Blanco Rubí ₁ Sin. 2) ₁ Sin. 6. Este compuesto se originó de la mezcla de igual número de semillas de 7 cruza-mientos línea x variedad de líneas S₁ de Ecuador 573, combinadas con Blanco Rubí ₁ Sin. 2, como probador y seleccionados por su alta capacidad de combinación general de un total de 18, los cuales se ensayaron en Tibaitatá durante 2 años seguidos (1959-1960). Referente a las variedades que constituyen tal compuesto, Ecuador 573 pertenece a la raza Montaña Ecuatoriana. Esta variedad posee las mazorcas más largas y delgadas que se hayan observado hasta la fecha en Tibaitatá; sus granos son blancos y de textura fina. Se caracteriza además por su extremado período vegetativo, el cual de siembra a floración femenina toma aproximadamente unos 210 días. Blanco Rubí ₁ Sin. 2 es una variedad sintética, resultante del primer ciclo de selección recurrente por habilidad combinatoria general, aplicada en la variedad criolla colombiana de la raza Sabanero, Blanco Rubí. Dicha sintética tiene mazorcas cónicas de tamaño mediano y de granos blancos finos. Florece más o menos a los 140 días de siembra.

Las mazorcas del Compuesto Sintético son largas, gruesas, ligeramente cónicas y de granos blancos finos. Su período vegetativo hasta la floración femenina es de casi unos 160 días (Tabla 1).

-
- ^{1/} Contribución del Departamento de Agronomía, Programa Nacional de Maíz y Sorgo del Instituto Colombiano Agropecuario -ICA-
- ^{2/} Director de la División de Extensión Rural e Ingeniero Agrónomo II-9 del Programa Nacional de Maíz y Sorgo, respectivamente, Apartado Aéreo 5813, Bogotá, D.E., Colombia, S.A.

Tabla 1. Principales características agronómicas usadas en el estudio de la selección recurrente recíproca.

<u>Características</u>	<u>Ecuador</u> 573	<u>Cundinamarca</u> 431	<u>(Mezcla C.L.V. Ecuador 573 y Blanco Rubí Sin.2) Sin.6</u>
1. Raza	Montaña Ecuatoriana	Sabanero	- -
2. Adaptación en metros sobre el nivel del mar.	2.200 - 2.800	2.200 - 2.800	2.200 - 2.800
3. Período vegetativo (días siembra-cosecha)	370	260	315
4. Rendimiento (kilos/hectárea)	4.000	2.800	5.800
5. Mazorcas			
Forma	Cónica	Cónica	Cónica
Tamaño	Muy larga	Corta	Larga
Hileras	Regulares	Irregulares	Irregulares
6. Granos			
Textura	Fina	Fina	Fina
Color	Blanco	Blanco	Blanco
Forma	Redonda	Redonda	Redonda
Tamaño	Mediano	Pequeño	Mediano

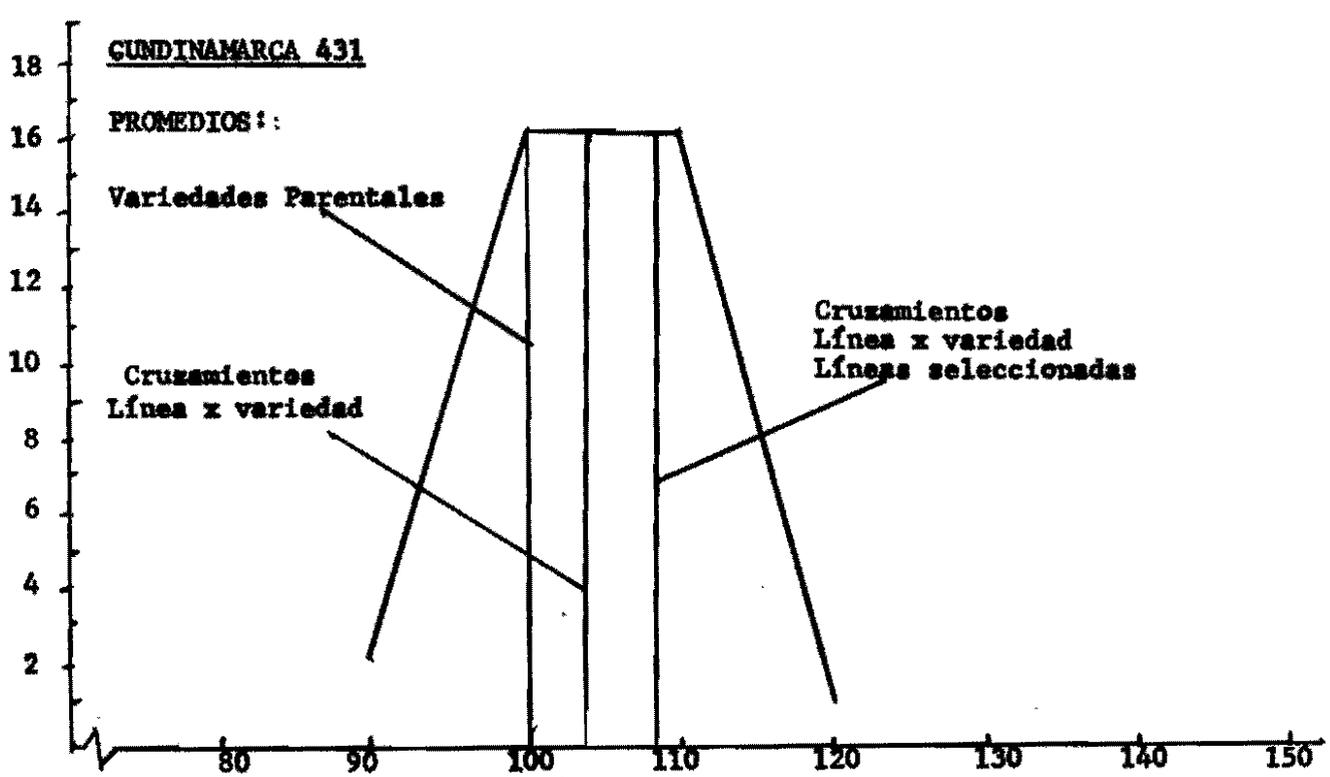
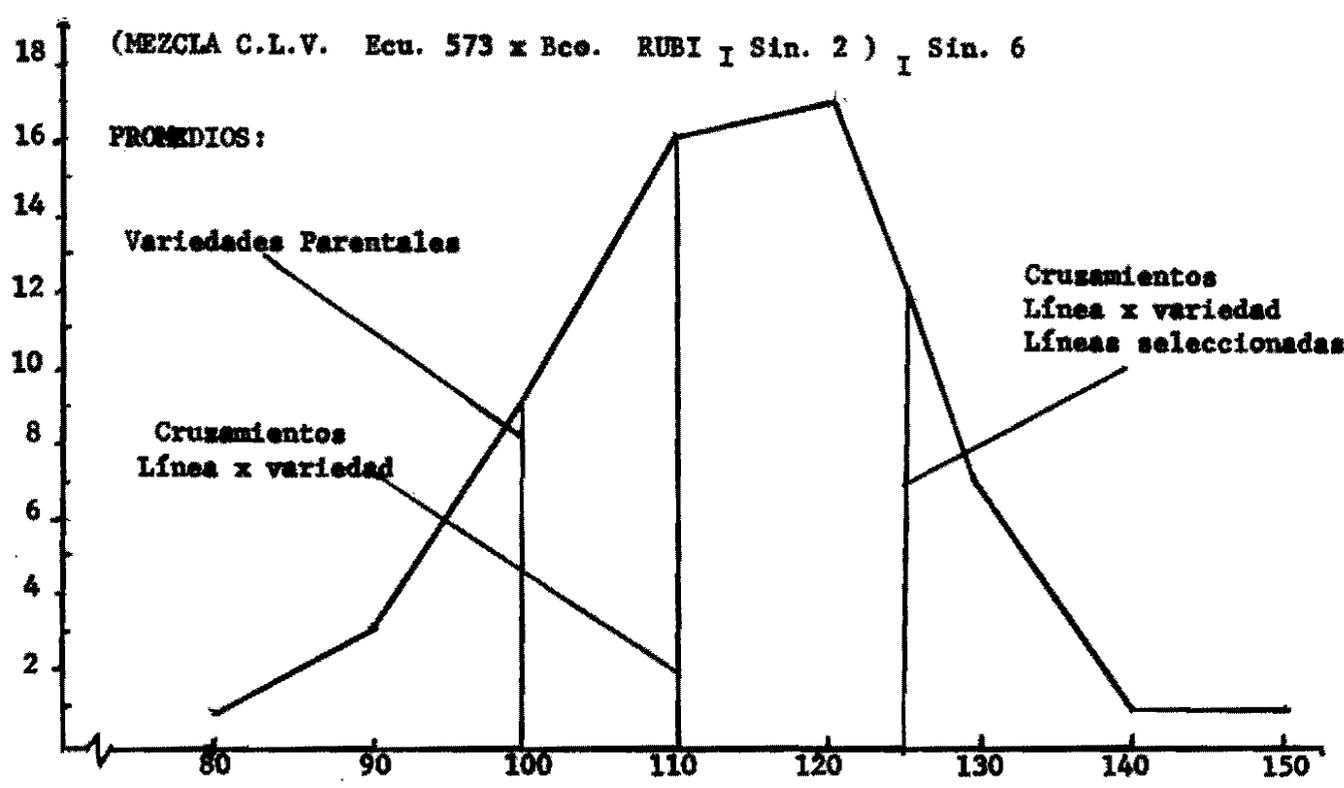
El propósito de este informe preliminar es el de presentar los resultados del primer ciclo de selección recurrente recíproca, usada en una variedad precoz (Cundinamarca 431) y un compuesto sintético de mediana precocidad. Este proyecto se inició en Tibaitatá en 1967.

Se autofecundaron 70 plantas S_0 del Compuesto Sintético. El polen de cada una de las plantas autofecundadas se usó para polinizar 4 a 6 mazorcas de la otra variedad, Cundinamarca 431, originándose así los correspondientes cruzamientos línea x variedad de dicho material experimental. Igual procedimiento se siguió para obtener las líneas S_1 y los respectivos cruzamientos línea x variedad de Cundinamarca 431. En este caso, sólo se autofecundaron 50 plantas S_0 de tal variedad. De los cruzamientos línea x variedad obtenidos, se escogieron 50 del Compuesto Sintético y 35 de la segunda variedad, los cuales se ensayaron en un diseño de bloques completos al azar de 88 tratamientos y 4 repeticiones, en donde se incluyeron además como testigos, las 2 variedades parentales y Ecuador 573. Este ensayo de rendimiento se sembró en Tibaitatá y Surbatá en 1968. En base al rendimiento promedio de los cruzamientos línea x variedad comparados en dichas localidades, se seleccionaron 10 líneas S_1 de cada uno de los 2 recursos. Este material se utilizó para producir las 2 correspondientes variedades sintéticas, [(Mezcla C.L.V. Ecuador 573 x Blanco Rubí S_1 Sin.2) S_1 Sin. 6] S_1 Sin.1 y Cundinamarca 431 S_1 Sin.1.

Los rendimientos promedios de los cruzamientos línea x variedad, expresados en porcentaje de las 2 variedades parentales, variaron de 80 a 145 para los del Compuesto Sintético de Ecuador 573 y Blanco Rubí S_1 Sin.2 y de 90 a 118 por ciento, para los de Cundinamarca 431. Los respectivos promedios de dichos cruzamientos línea x variedad fueron en su orden 110 y 102, comparados con 124 y 109 por ciento, correspondientes a los de las plantas S_0 , las cuales originaron las líneas S_1 , seleccionadas (Figura 1). A pesar del número limitado de cruzamientos línea x variedad usados, los datos muestran la heterosis resultante al combinar estas 2 clases de germoplasma. Se desconoce la razón por la cual tal valor fue mayor al usarse el compuesto sintético, como padre femenino, que en el caso contrario.

Al subdividir en el análisis combinado de variancias, los grados libres correspondientes a los dos grupos de cruzamientos línea x variedad, se encontró que la variancia resultante de aquellos de Cundinamarca 431 fué estadísticamente no significativa. En cambio, la de los del Compuesto Sintético fue significativa al nivel de probabilidad del 1 por ciento. El cuadrado medio de tales cruzamientos línea x variedad mostró ser 4 veces mayor que el relativo a los de Cundinamarca 431 (Tabla 2). Aparentemente este último recurso germoplásmico posee tan poca variabilidad genética como para haber sido muestreada en las plantas S_0 , usadas en el cruzamiento con el Compuesto Sintético de Ecuador 573 y Blanco Rubí S_1 Sin.2.

Las dos variedades sintéticas y sus respectivas variedades parentales, se compararon en un diseño de bloques completos al azar de 6 tratamientos y 10 repeticiones, en 2 localidades en 1970. Este ensayo se completó con Blanco Rubí y un compuesto sintético, [(Mezcla C.L.V. Ecuador 573 x Blanco Rubí S_1 Sin.2) y Cundinamarca 431] S_1 Sin.1. formado de la mezcla de igual número de semillas de los 20 cruzamientos línea x variedad, los cuales dieron origen a la selección de los 2 grupos de líneas S_1 mencionadas anteriormente. Las parcelas experimentales utilizadas en este ensayo, eran de 18,40 metros cuadrados de superficie. Se utilizó el sistema de siembra del metro en cuadro, en donde se echaron 5 granos por sitio para dejar, luego del entresaque o raleo, 3 plantas. Esto equivale a mantener una población de aproximadamente 39 mil plantas por hectárea.



Rendimiento relativo promedio variedades parentales.

Figura 1. Distribución de frecuencia de los cruzamientos línea x variedad del ciclo inicial de las dos poblaciones Cundinamarca 431 y [(Mezcla C.L.V. Ecuador 573 x Blanco Rubí I Sin. 2) I Sin. 6] utilizadas en un proyecto de selección recurrente recíproca.

Tabla 2. Análisis combinado de variancias correspondientes a los cruzamientos línea x variedad de las 2 poblaciones originales usadas en un estudio de selección recurrente recíproca.

<u>Recursos de variación</u>	<u>G. L.</u>	<u>Cuadrados Medios</u>
Localidades (L)	1	192,09 **
Tratamientos (T)	87	2,03 **
C.L.V. de Cun. 431	34	0,45
C.L.V. del Compuesto Sintético	49	1,74 **
Restante	4	19,32 **
L x T	87	0,59 **
Error	522	0,33
Coeficiente de variación (%)		13,43
Promedio, kilos/parcela		4,30

** Significativo al 1% nivel de probabilidad

Los datos de Tibaitatá indicaron que Cundinamarca 431 \bar{I} Sin.1 rindió 14,0 por ciento más que su variedad parental; en cambio en Surbatá, el rendimiento de esta variedad excedió en 1,2 por ciento al de la variedad sintética. En relación al Compuesto Sintético, en ambas localidades el primer ciclo de selección produjo mucho más que su respectiva variedad parental. Al promediarse los resultados de las 2 localidades, se encontró una diferencia en el rendimiento (2.880 versus 3.043 kilos/hectárea, para Cundinamarca 431 y su sintética, respectivamente y 5.815 versus 6.630 kilos/hectárea, para el Compuesto Sintético y su sintética, en su orden), equivalente respectivamente al 6,1 y 14,4 ciento, en favor del primer ciclo de selección de los 2 respectivos recursos (Tablas 3 y 4). El análisis combinado de variancias mostró que la diferencia correspondiente al 14,4 por ciento fue estadísticamente significativa al nivel de probabilidad del 1 por ciento; no así la relativa al 6,1 por ciento (Tabla 5). En cuanto al Compuesto Sintético con plasma germinal de Ecuador 573, Blanco Rubí \bar{I} Sin.2 y Cundinamarca 431, rindió 3,9 por ciento más que el promedio del material básico de tal compuesto (Tablas 3 y 4).

En relación al porcentaje de humedad de los granos al cosechar (Tabla 6), se observó que la recombinación de germoplasma de Ecuador 573 con Blanco Rubí \bar{I} Sin.2 y Cundinamarca 431, ha originado compuestos mucho más precoces que dicha variedad ecuatoriana. Se nota además que las variedades sintéticas obtenidas tienden a ser algo más tardías que sus respectivas variedades parentales.

En conclusión, los datos de rendimiento analizados han indicado que el primer ciclo de selección recurrente recíproca modificó el comportamiento promedio de las 2 variedades usadas en este estudio, habiendo sido esta alteración mucho mayor en el Compuesto Sintético de Ecuador 573 y Blanco Rubí \bar{I} Sin.2 de mediana precocidad que en la variedad sabanera precoz, Cundinamarca 431.

RESUMEN

A partir de 1956, se inició en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Tibaitatá (Bogotá, Colombia), una serie de proyectos para evaluar la eficiencia de la selección recurrente recíproca en maíces latinoamericanos de clima frío. En este informe preliminar se discuten los resultados obtenidos con la variedad precoz de la raza Sabanero, Cundinamarca 431 y un compuesto sintético formado de la combinación de 7 cruzamientos línea x variedad de líneas S_1 de Ecuador 573 cruzadas con Blanco Rubí \bar{I} Sin 2, como probador común y seleccionados, de un total de 18, por su alta capacidad de combinación.

El material básico los constituyeron 70 plantas S_0 del Compuesto Sintético y 50 de Cundinamarca 431, de las cuales se obtuvieron las correspondientes líneas S_1 y los respectivos cruzamientos línea x variedad de tales plantas. De dichos cruzamientos, se escogieron 50 del Compuesto Sintético y 35 de la segunda variedad, los que se ensayaron en un diseño de bloques completos al azar de 88 tratamientos y 4 repeticiones, sembrado en 2 localidades durante 1968. Se incluyeron como testigos las 2 variedades parentales y Ecuador 573. El análisis combinado de dicho ensayo de rendimiento, sirvió para seleccionar las 10 mejores líneas S_1 de cada uno de los 2 recursos y de cuyas respectivas recombinaciones se originaron 2 variedades sintéticas. La evaluación de éstas y sus correspondientes variedades parentales se realizó en un bloque completo al azar de 6 tratamientos y 10 repeticiones, plantado en 2 localidades durante 1970. Este experimento se completó con Blanco Rubí y un compuesto sintético, [(Mezcla C.L.V. Ecuador 573 x Bco. Rubí \bar{I} Sin. 2) y Cundina-

Tabla 3. Rendimiento en granos (kilos/hectárea al 15% de humedad) de las poblaciones parentales y sus respectivas variedades sintéticas del primer ciclo de selección recurrente recíproca.

<u>Genealogía</u>	<u>Tibaitatá</u>	<u>Surbatá</u> ^{1/}	<u>Promedios</u>
Cundinamarca 431	2.717	3.043	2.880
Cun. 431 I Sin. 1	3.097	2.989	3.043
(Mezcla C.L.V. ^{2/} Ecuador 573 y B.R. I Sin.2) I Sin.6	6.195	5.435	5.815
[(Mezcla C.L.V. Ecuador 573 y Eco. Rubf I Sin.2) I Sin.6] I Sin.1	6.739	6.521	6.630
[(Mezcla C.L.V. Ecuador 573 y Eco. Rubf I Sin.2) I Sin.6 y Cun. 431] I Sin 1	4.294	4.674	4.484

1/ Promedios de 10 repeticiones en un año.

2/ C.L.V. = Cruzamientos línea x variedad.

Tabla 4. Comportamiento relativo del rendimiento, expresado en por ciento, del material resultante del primer ciclo de selección recurrente recíproca.

<u>Genealogía</u>	<u>Tibaitatá</u>	<u>Surbatá</u>	<u>Promedios</u>
1. Cundinamarca 431	100,0	100,0	100,0
2. Cun. 431 I Sin.1	114,0	98,2	106,1
3. (Mezcla C.L.V. ^{1/} Ecuador 573 y Bco. Rubí I Sin.2) I Sin.6	100,0	100,0	100,0
4. [(Mezcla C.L.V. Ecuador 573 y Bco. Rubí I Sin.6)] I Sin. 1	108,8	120,0	114,0
5. [(Mezcla C.L.V. Ecuador 573 y Bco. Rubí I Sin.2) I Sin.6 y Cun. 431] I Sin.1	97,5 ^{2/}	110,3 ^{2/}	103,9

1/ C.L.V. = Cruzamientos línea x variedad

2/ En base promedio variedades parentales (1 y 3)

Tabla 5. Análisis combinado de variancias y división no-ortogonal de la suma de cuadrados correspondientes al rendimiento de las variedades parentales y sus respectivas sintéticas del primer ciclo de selección recíproca.

<u>Recursos de variación</u>	<u>G.</u>	<u>L.</u>	<u>Cuadrados Medios</u>
Localidades (L)	1		1,80
Tratamientos (T)	5		150,06 **
<u>Cun. 431</u>			
Ciclo 0 vs. Ciclo 1		1	1,86
<u>Compuesto Sintético</u>			
Ciclo 0 vs. Ciclo 1		1	45,60 **
Restante		3	234,28 **
L x T	5		3,24
Error	90		1,77
<hr/>			
Coefficiente de variación (%)			15,70
Promedio, kilos/hectárea			8,50

** Significativo al 1% nivel de probabilidad

Tabla 6. Valores promedios del porcentaje de humedad de los granos al cosechar de las poblaciones usadas en el estudio de selección recurrente recíproca.

<u>Genealogía</u>	<u>Humedad de los granos al cosechar</u> %
Ecuador 573	27,73
Blanco Rubí I Sin. 2	19,89
(Mezcla C.L.V. Ecuador 573 y Bco. Rubí I Sin.2) I Sin.6	20,73
[(Mezcla C.L.V. Ecuador 573 y Bco. Rubí I Sin.2) I Sin.6] I Sin.1	21,37
Cundinamarca 431	17,46
Cun. 431 I Sin.1	17,92
[(Mezcla C.L.V. Ecuador 573 y Bco. Rubí I Sin.2) I Sin.6 y Cun. 431] I Sin 1	19,35

marca 431] I Sin. 1. De los resultados de tal análisis combinado se encontró lo siguiente:

1. El comportamiento promedio de las 2 variedades sintéticas fue superior al de las respectivas variedades parentales.
2. Cundinamarca 431 I Sin.1 rindió 6,1 por ciento más que su recurso básico.
3. (Mezcla C.L.V. Ecuador 573 y Blanco Rubí I Sin.2) I Sin.1 excedió en 14,4 por ciento el rendimiento de su variedad padre.
4. El análisis combinado de variancias indicó que la diferencia en rendimiento encontrada en el Compuesto Sintético fue significativa al nivel de probabilidad del 1 por ciento, no así la relativa al 6,1 por ciento.
5. En cuanto al Compuesto Sintético con plasma germinal de Ecuador 573, Blanco Rubí I Sin.2 y Cundinamarca 431, rindió 3,9 por ciento más que el promedio del material básico de tal compuesto.
6. Al involucrar germoplasma de Blanco Rubí I Sin.2 y de Cundinamarca 431 a la variedad tardía Ecuador 573, se han obtenido compuestos más precoces que tal variedad ecuatoriana.
7. En las variedades sintéticas, el porcentaje de humedad de los granos al cosechar fue ligeramente superior al de sus correspondientes variedades parentales.
8. En conclusión, los datos de rendimiento analizados han indicado que el primer ciclo de selección recurrente recíproca modificó el comportamiento promedio de las 2 variedades usadas en este estudio, habiendo sido esta alteración mucho mayor en el Compuesto Sintético de Ecuador 573 y Blanco Rubí I Sin.2 de mediana precocidad que en la variedad sabanera precoz, Cundinamarca 431.

Elmer C. Johnson 1/

La mayor parte de los esfuerzos del Programa de Mejoramiento del Maíz en CIMMYT está orientada hacia el desarrollo de materiales mejorados más bien que hacia la comparación entre métodos de mejoramiento. Se considera que el CIMMYT puede contribuir más en el mejoramiento de la producción en los trópicos y sub-trópicos del mundo, más que ampliando detalles en los procedimientos de mejoramiento que ya han sido probados. La necesidad más inmediata la constituyen materiales mejorados y el CIMMYT posee ventajas únicas en su capacidad para responder a esta necesidad.

La existencia de características deseables o variabilidad son necesidades básicas para el mejoramiento genético. La identificación y evaluación en el germoplasma de maíz valioso en significación agronómica o calidad, tiene y tendrá alta prioridad. Conforme a los materiales no identificados con respecto a características en cualquier parte del mundo, debieran ser incorporados a los programas de mejoramiento, bien en las estaciones del CIMMYT o en otras instituciones indicadas para manejar materiales particulares. Obviamente, no todo se puede hacer en las estaciones experimentales del programa central del CIMMYT. El mejoramiento en lo que se relaciona a problemas particulares (tal como tolerancia al downy mildew) para lo cual no hay materiales ni facilidades disponibles en CIMMYT, tendrán necesariamente que realizarse en alguna otra parte con la cooperación y asistencia que el CIMMYT pueda ofrecer. La colaboración y cooperación informales deberán desarrollarse donde sea posible.

El primer paso en un programa de mejoramiento es definir lo que se intenta lograr, conforme se identifican los atributos valiosos en las plantas, se definen entonces las metas con respecto a las características que tendrán las variedades "mejoradas" que estamos formando. Una vez que se han definido los objetivos y se identifican los rasgos varietales deseados, entonces se combinan los materiales.

1/ Genetista. CIMMYT, Apdo. Postal 6-641, México 6, D. F., México.

Esto significa una búsqueda, una colección y una incorporación continuas de los rasgos superiores como una parte regular del programa. Uno de los caracteres más importantes en las variedades, es la variación genética. El CIMMYT no se propone "crear" nueva variabilidad mediante irradiaciones u otros esfuerzos mutagénicos como parte de su programa con la tremenda variabilidad actualmente disponible. Primero usemos lo que tenemos y no nos distraigamos de los objetivos que nos hemos propuesto.

El procedimiento de mejoramiento a seguir en un caso dado, depende del objetivo específico y el germoplasma involucrado. Conforme evolucione el desarrollo del material los procedimientos deben alterarse para corresponder a los cambios en el material. La meta es materiales mejorados y no la comparación de métodos.

Tratar de explicar en una sesión cómo se usan las varias técnicas de mejoramiento en el CIMMYT es un tema demasiado amplio para poder ser examinado en detalle. Debido a esto, se propone considerar separadamente las diferentes actividades que se realizan actualmente y revisarlas más de una vez, tanto en el campo como en grupos de discusión o seminarios. Para esto, ideas preliminares deben anotarse antes de que discutamos la primera.

Se supone que muchas características agronómicas del maíz son determinadas por muchos genes, o son poligénicas por naturaleza. La literatura tiene numerosos artículos indicando varios procedimientos para modificar una o más de dichas características. Los datos en general indican que es factible modificar las características, y que aparentemente muchas son cuantitativas y aditivas.

Considerando que en zonas tropicales las condiciones ecológicas son propicias para el desarrollo de enfermedades y de las plagas del maíz, es importante tener variedades de maíz que sean tolerantes en tales condiciones ambientales. Frente a la necesidad de formar variedades con resistencia a las principales enfermedades e insectos, al acame, y que tengan además un buen rendimiento y amplia adaptación

se ha establecido un procedimiento básico en el Programa de Mejoramiento del CIMMYT.

Se toma como punto de partida la idea de que las características agronómicas más importantes son en la mayoría aditiva y cuantitativa genéticamente. Se supone que los factores genéticos están diluidos pero ampliamente distribuidos en la misma variedad. Para concentrar dichos genes es necesario aplicar los medios adecuados para reconocer diferencias en reacción y lograr cruzar plantas superiores. Para lograr un nivel satisfactorio de resistencia genética, de altura de planta, o cualquier otra característica, probablemente se necesitarán varios ciclos de selección. Entre más características se tomen en cuenta simultáneamente, más lento y laborioso será el proceso de mejorar el nivel de cualquiera de ellos. Como punto de vista práctico, no es posible considerar todas las enfermedades y características posibles simultáneamente sino escoger aquellas consideradas como más importantes y trabajarlas. En algunos casos lo más indicado es concentrar primero los esfuerzos dirigidos a cambiar la característica más urgente y luego, por etapas, mejorar las otras.

En cualquier caso, es indispensable usar un número suficiente grande de plantas en cada ciclo de selección. El resultado de no usar un buen número de plantas en cada ciclo es el agotar la variabilidad rápidamente y reducir el progreso posible. El número óptimo no se sabe, pero se supone que "unos cientos de plantas" es suficiente.

Tomando como base lo anterior, el esfuerzo principal en el programa central del CIMMYT está dirigido hacia el desarrollo de materiales de menor altura de plantas, resistencia a barrenadores del tallo, gusanos cogolleros y eloteros y resistencia a pudriciones del tallo y de la mazorca, así como buen rendimiento y amplia adaptación.

PROCEDIMIENTOS COMBINADOS DE MEJORAMIENTO VARIETAL

Una vez que hemos reunido en una "variedad" o "población" todos los atribu-

tos que decidimos son necesarios, queremos mejorar su nivel de expresión de varios caracteres, de tal manera como para realmente producir nuestra variedad "superior". Si se han combinado materiales muy diversos debemos realizar por lo menos dos o tres generaciones de mezcla antes de aplicar una presión de selección alta.

Una alta presión de selección inicial es posible para lograr una o más características (entre más caracteres, menos presión por carácter) usando una versión del método de "full sib". Se producen familias de hermanos y se siembran en hileras de 5 metros inoculadas con pudriciones de tallo y de mazorcas, e infestadas con plagas (se espera hacer infestaciones artificiales). Se practica selección de familias por surco usando la mitad (1/2) de los surcos. Dentro de cada surco seleccionado se seleccionan por planta las mejores, tomando en cuenta los factores de selección. En la floración son visibles diferencias de daño de insectos a las plantas y la altura de plantas. Estos son factores principales; por supuesto también lo son la fecha de floración y la presencia de algunas enfermedades foliares cuando son demasiado obvias. La importancia de cuáles factores se toman en cuenta debe ser definida y practicada en el campo al hacer las polinizaciones. Para seleccionar por altura de planta, daño de insectos, resistencia a pudriciones del tallo y mazorca, se sugiere que se hagan 5 cruza P. a P. en cada surco seleccionado; cada cruza P. a P. con una planta de otro surco (cada surco seleccionado será cruzado así con 5 otros surcos). Hay que seleccionar cuidadosamente todas las plantas usadas como polinizador y como hembras.

Al haber hecho 5 polinizaciones por surco seleccionado, es factible desechar los surcos y las cruza de surcos que se encuentren dañados de pudrición del tallo y de mazorca en la cosecha. Se desecha un número de surcos y polinizaciones suficientes para hacer la siguiente siembra con aproximadamente el mismo número de familias. También se desechan aquellos surcos que son los más

dañados por enfermedades foliares (roya, Helminthosporium maydis, H. turcicum, Physoderma, etc.) y se desechan surcos muy acamados, o de muy bajo rendimiento (estimados por ojo en la cosecha).

Tal vez en la cosecha se encontrarán unos surcos muy superiores en rendimiento o en resistencia a pudrición de tallo y/o de mazorca. En tal caso, se apunta el número de surco y se incluirá en el siguiente ciclo usando semilla de la reserva.

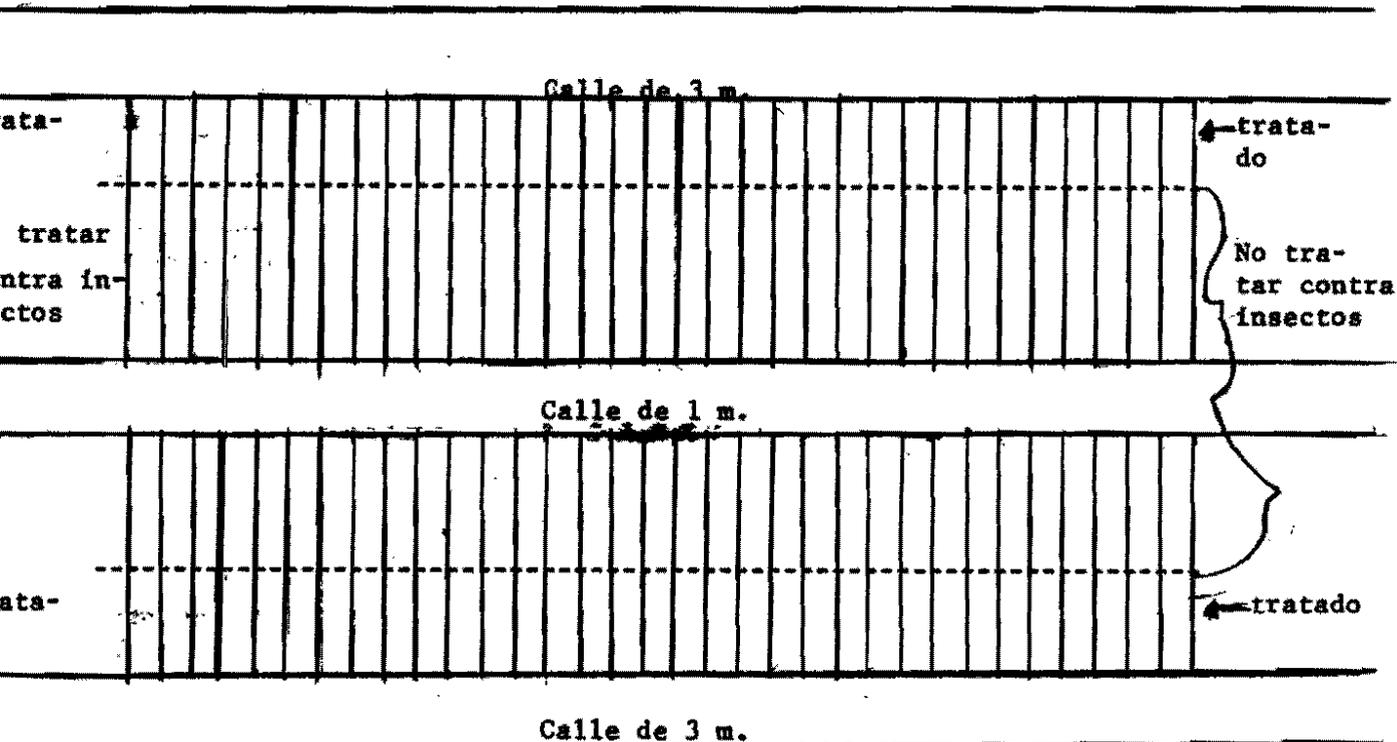
Resumiendo, el mecanismo de selección se lleva a cabo en la forma descrita anteriormente. Para aprovechar la flexibilidad del sistema, es posible sembrar lotes de observación, en varios lugares (o de ensayos de parcelas de un surco en dos repeticiones). Los lugares bien pueden ser dentro de un solo país o región o en cualquier parte del mundo. En cualquier parte en donde se siembre, inmediatamente se puede hacer aumento de cualquier familia que se vea sobresaliente (dentro de cada surco). Este método de selección, en cualquier sitio nos permite identificar la familia para uso subsecuente (regresando a semilla de reserva). Al recopilar datos de varios lugares es posible volver a incluir familias que no fueron incluidas en las polinizaciones - si así lo deseamos.

Se incluyen unos dibujos para ilustrar el proceso.

RESISTENCIA A LOS INSECTOS

Bosquejo de procedimiento para tratar de incorporar resistencia a los insectos como parte del criterio de selección en lotes de líneas.

1. Se tratará solamente 1,5 a 2 metros de cada surco con insecticida (Ver diagrama).

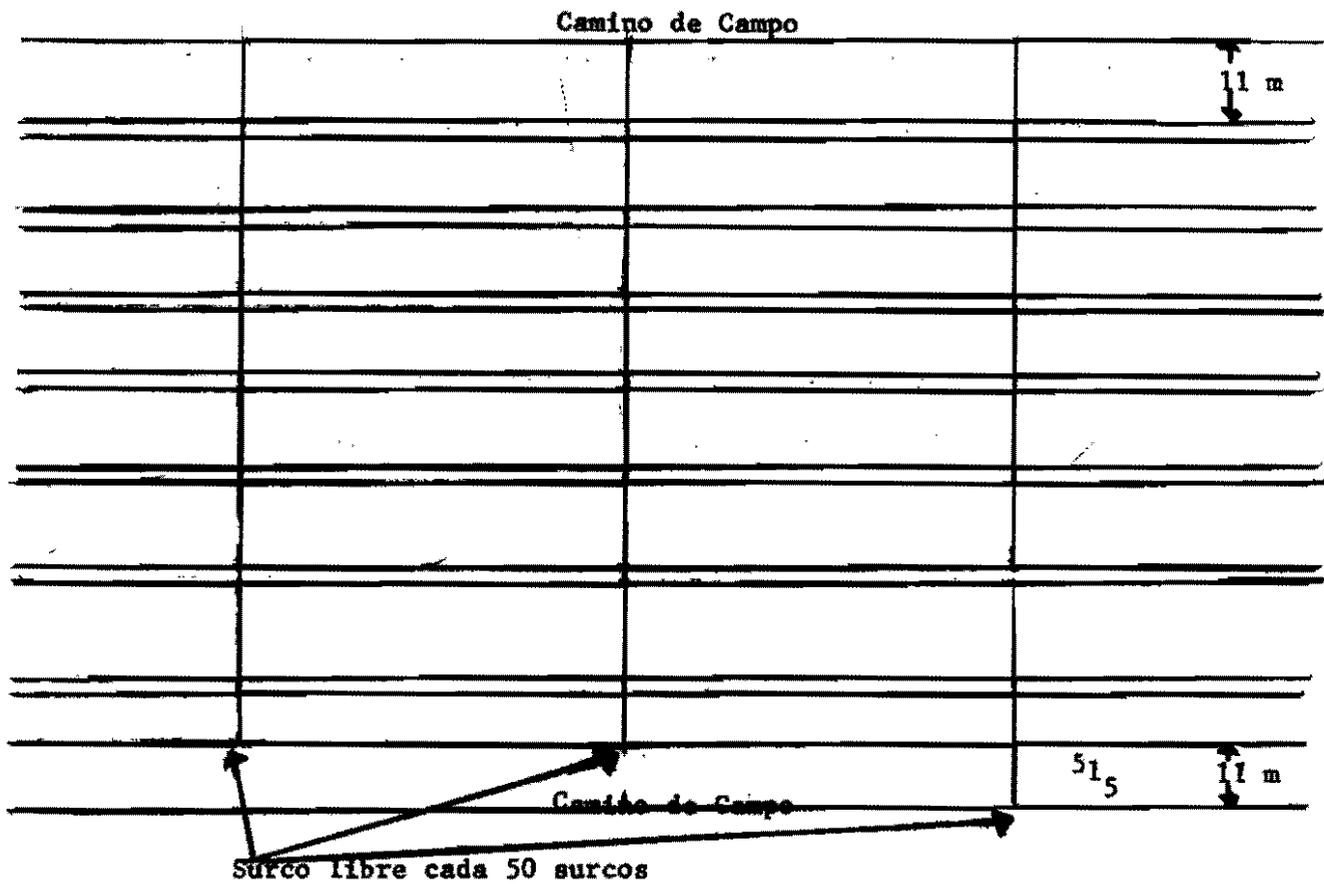


2. Se requiere gente entrenada para hacer tratamientos de insecticida (usar granulados)
3. La idea es dejar la mayor parte del material sin tratar para poder distinguir cuáles surcos son más resistentes a los insectos - hacer cruza P-a-P de plantas seleccionadas. En la mayoría de los casos las cruza P-a-P serán también surco a surco. Solamente en casos donde queremos aumentar y mantener un surco. Normalmente se cruzará cada surco seleccionado con otros surcos igualmente seleccionados (la idea es la misma que ha sido usada para bajar la altura de plantas en selecciones de planta baja - ahora vamos a tratar de hacer los maíces resistentes a los insectos también. (Ver notas de pudriciones adelante).

4. La idea de tratar una parte de cada surco con insecticida es para tener desarrollo normal con respecto a las demás características de altura, precocidad, enfermedades, etc. y para no perder parcelas enteras - son muchas características que debemos tomar en cuenta, además de resistencia a los insectos.

5. Cruzas P-a-P bien pueden ser de plantas no tratadas tanto como de plantas tratadas con insecticida. De preferencia, usar plantas no tratadas, pero no necesariamente. Usar la mitad (1/2) de los surcos: ejemplo: seleccionar 100 de cada 200 surcos.
 - a) Numerar surcos dentro de poblaciones así trabajadas
 - b) Marcar bolsas al polinizar para identificar qué surco fué cruzado con cual otro.

LOTES DE LINEAS
Normas de Manejo



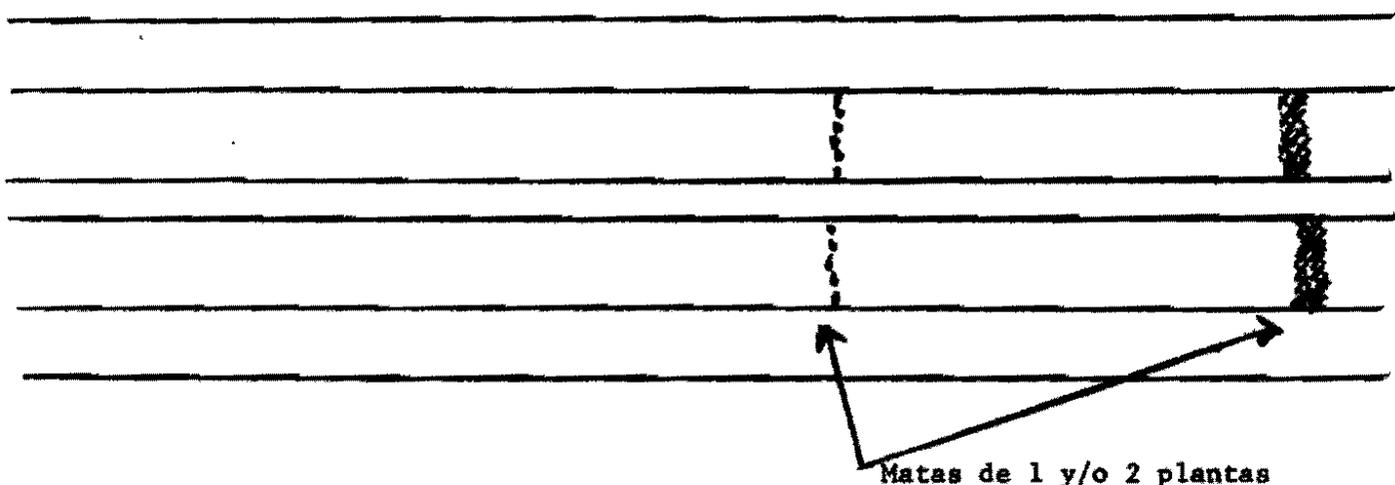
1. Se harán siembras de líneas en escalafón para evitar que todo el trabajo de polinizaciones se haga en una sola fecha.
 - a) Hasta que sea posible, se sembrarán materiales precoces primero y materiales tardíos después (con las excepciones en donde es necesario hacer fechas de siembra para lograr coincidir polinizaciones).
 - b) El lote de líneas tendrá un surco libre cada 50 surcos para definir "bloque de siembra" en el campo.
 - c) Todo un "bloque de siembra" debe ser sembrado en una sola fecha para facilitar trabajos de riego, cultivo, etc.

d) Normalmente no se siembra más de 2 "bloques de siembra" en una fecha (son 800 surcos de 5 metros por bloque).

2. La densidad de siembra normal es de 2 plantas cada 50 cm. En algunos casos el libro de campo podrá incluir otras instrucciones correspondientes a trabajos especiales. Las matas pueden ser de una o de dos plantas - La manera de sembrar y la densidad de acuerdo con el equipo y semilla disponible.

RESISTENCIA A PUDRICION DEL TALLO Y DE LA MAZORCA

Bosquejo de procedimiento para incluir resistencia a pudriciones como parte del criterio de selección en lotes de líneas.



1. Además de la selección para resistencia a los insectos, trataremos de incluir resistencia a pudriciones del tallo y de la mazorca.
2. En lotes de líneas (vea Normas de manejo y Resistencia a los insectos) se inocularán las plantas de cada surco con hongos (palillos en el segundo internudo del tallo y aspersión en los estigmas. Inocular un mínimo de 6 plantas en cada surco empezando en la calle ancha hacia adentro. Inocular unos 10 días después de la floración.
3. Al incluir resistencia a pudriciones, hacer 4 o 5 polinizaciones de cada surco seleccionado (Vea Resistencia a los Insectos) para dar mayor oportunidad de selección.
4. No inocular estigmas de mazorcas polinizadas, pero sí los tallos

5. Se harán selecciones en la cosecha tomando en cuenta todos los factores.
6. Al polinizar: usar la mitad (1/2) de los surcos. Unas polinizaciones se pierden por razones varias; unas se eliminan por daño de insectos, otras por pudrición del tallo o de la mazorca, etc. La idea de hacer 4 o 5 polinizaciones con cada surco seleccionado (cada uno con otro surco diferente - o sea otros 4 o 5 surcos) es permitir sembrar el siguiente ciclo con más o menos el mismo número de surcos (familias).

SELECCION RECURRENTE PARA CONTENIDO DE ACEITE Y PROTEINA

EN MAIZ

Antonio Manrique 1/

Federico Scheuch 2/

INTRODUCCION

El maíz es uno de los granos mayormente utilizados en la alimentación humana y animal como fuente de carbohidratos. A pesar de ser susceptible a selección para alto contenido de proteína, ésta es en el maíz normal de baja calidad, por la ausencia de los aminoácidos esenciales lisina y triptófano.

El descubrimiento de los genes opaco-2 y harinoso-2 que elevan el contenido, en la proteína de maíz, de los 2 aminoácidos esenciales mencionados anteriormente, hace posible considerar al maíz como fuente proteica en la alimentación, además de sus cualidades energéticas.

El contenido de aceite también es susceptible de modificación por selección, pudiendo desarrollarse variedades ricas en aceite mediante métodos apropiados.

REVISION DE LITERATURA

Hopkins en Illinois en 1896 empezó un programa de mejoramiento para alto contenido de proteína y aceite en la variedad Burr's White, después de 68 generaciones de selección, se ha logrado poblaciones con alto contenido en proteínas 19.45% y alto contenido en aceite 15.36%. Jugenheimer y Woodworth, 1958, en Illinois, formaron híbridos con líneas de alto contenido en proteína así como híbridos con líneas de alto contenido de aceite, con resultados poco satisfactorios. Miller y Brimhall 1951, Brimhall y Sprague 1951 obtuvieron resultados igualmente poco satisfactorios en la selección para alto contenido en aceite; y correlacionando estos resultados, encontraron una correlación muy baja en proteína - aceite pero con grandes posibilidades de incrementar el contenido de aceite.

Mayor información sobre la baja correlación entre proteína - aceite se obtuvo en 1200 determinaciones en la variedad sintética PMS-263 por Castillo, así como la posibilidad de poder incrementar dentro de esta población el contenido de proteína y aceite, Manrique, Scheuch y Alexander (1).

1/ Ing. Agr. M.S. Profesor Principal del Departamento de Fitotecnia, Programa Académico de Agronomía. Genetista del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Universidad Nacional Agraria - La Molina, Lima, Perú.

2/ Ing. Agr. M.S. Profesor Principal del Departamento de Fitotecnia, Programa Académico de Agronomía. Director del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Universidad Nacional Agraria - La Molina, Lima, Perú.

MATERIALES Y METODOS

Partiendo de la variedad sintética PMS-263, se seleccionaron por aspecto y sanidad 1200 mazorcas en 1966. De cada mazorca se tomaron dos muestras A y B de 35 granos cada una, para comenzar una selección recurrente para aceite y otra para proteína. La muestra A fué remitida al Laboratorio NMR de la Universidad de Illinois, para su análisis de contenido de aceite, grano a grano en cada mazorca. La muestra B fué remitida a los Laboratorios de Química de la Universidad Nacional Agraria- La Molina, para la determinación del contenido de proteínas total de una muestra de cada mazorca, según el método del Micro-Keljdal. De los resultados obtenidos en la muestra A, se seleccionaron las 196 mazorcas, de mayor contenido en aceite.

El primer ciclo se sembró en 1967, mazorca-hilera, constituyendo los cinco granos de mayor contenido de aceite una parcela. El lote de 196 parcelas a libre polinización se mantuvo aislado.

En la antesis se eliminaron todas las plantas que presentaban malas conformaciones y susceptibilidad a enfermedades; y a la cosecha se quedaron 345 mazorcas, 35 granos de cada mazorca fueron remitidas al Laboratorio NMR de Illinois para determinación del contenido de aceite.

El segundo ciclo se inició con 188 mazorcas seleccionadas por contenido de aceite y se siguió en la misma forma que el primer ciclo. Está planeado seguir este esquema por varios ciclos hasta agotar el diferencial de selección; estando al momento de la presentación los datos en el cuarto ciclo.

La muestra B, formada para seleccionar alto contenido en proteína, siguió un esquema similar. Se tomaron 389 mazorcas seleccionadas por proteína para iniciar la selección recurrente. De cada mazorca se tomó una muestra de 30 semillas y luego se formó una mezcla balanceada, la cual se sembró en 1968 en una parcela aislada y se dejó a libre polinización. A la antesis se despanojaron todas aquellas plantas que presentaron malas conformaciones o susceptibilidad a enfermedades. En la cosecha se obtuvieron 399 mazorcas seleccionadas, las cuales fueron analizadas en contenido de proteína y luego se siguió el mismo esquema de S.R. de la muestra A.

Con el fin de probar la falta de correlación entre proteína y aceite, de las 1200 mazorcas analizadas para contenido en aceite y proteína, se seleccionaron 46 por alto contenido en aceite y alto contenido de proteína simultáneos, con estas mazorcas se siguió una S.R. para ambas características. Se sembraron en 1968, en lote aislado a libre polinización. En la cosecha se seleccionaron 119 mazorcas y se hicieron las determinaciones para contenido de aceite y proteína. Con las mazorcas de alto contenido simultáneo en aceite y proteína se iniciará un segundo ciclo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores sobre contenido en proteína y aceite en la población original, están expresados en el Cuadro 1, donde encontramos porcentajes de proteína y aceite, así como la amplitud del rango de variación y las desviaciones standard y coeficiente de variación.

Las curvas de distribución de frecuencias para contenido de proteína y aceite expresadas en las Figuras 1 y 2 de las 1200 determinaciones caen dentro de una

distribución normal, indicándonos que éstas características dependen posiblemente de efectos poligénicos y por lo tanto, afectados por el medio ambiente.

CUADRO 1. CONTENIDO DE PROTEINA Y ACEITE EN GRANO DE MAIZ EN LA VARIEDAD SINTETICA PMS-263.

	Proteína	Aceite
	%	%
Población Original:		
Promedio de 1200 familias	9.58	5.71
Rango de Variación	6.25 - 12.25	4.30 - 7.60
Desviación standard:	± 0.92	± 0.58
Coefficiente de variación	9.55	10.16

La amplitud del rango de variación medida en términos de desviaciones standard ± 0.92 para proteína y ± 0.58 para aceite, nos indican la posibilidad de obtener resultados satisfactorios por selección.

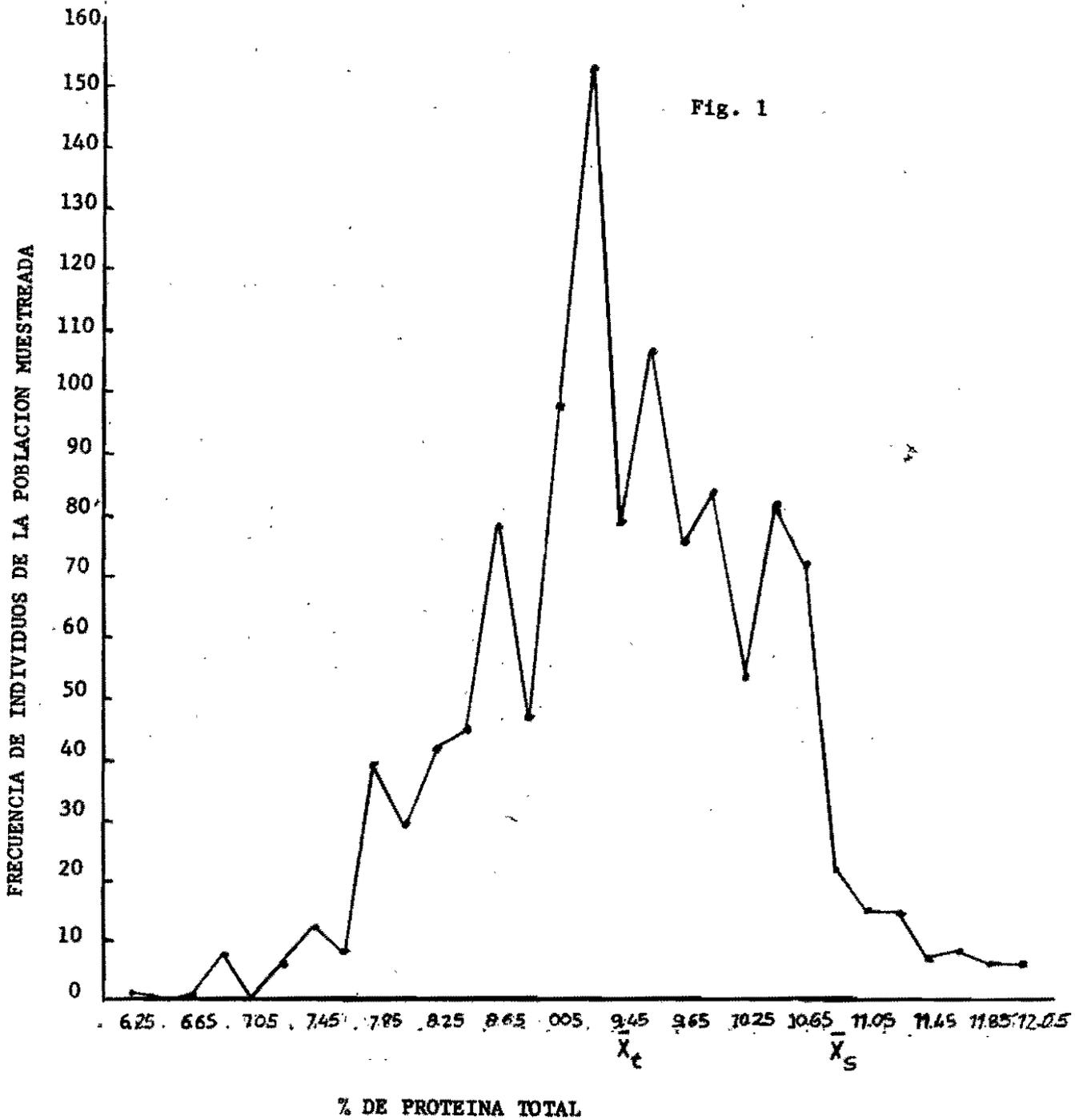
En el Cuadro 2, se presenta el promedio del primer ciclo de selección para contenido de proteína de 10.64% para las 389 mazorcas cosechadas, obteniéndose una ganancia de 1.06% sobre el promedio de la variedad original. Las 65 familias que superaron la media más una desviación standard ($\bar{x} + s_{\bar{x}}$) fueron seleccionadas, promediando un 11.71%, el cual nos permite esperar una ganancia teórica sobre el primer ciclo de 1.07%.

CUADRO 2. CICLOS DE SELECCION RECURRENTE PARA CONTENIDO DE PROTEINA EN LA VARIEDAD SINTETICO PMS-263.

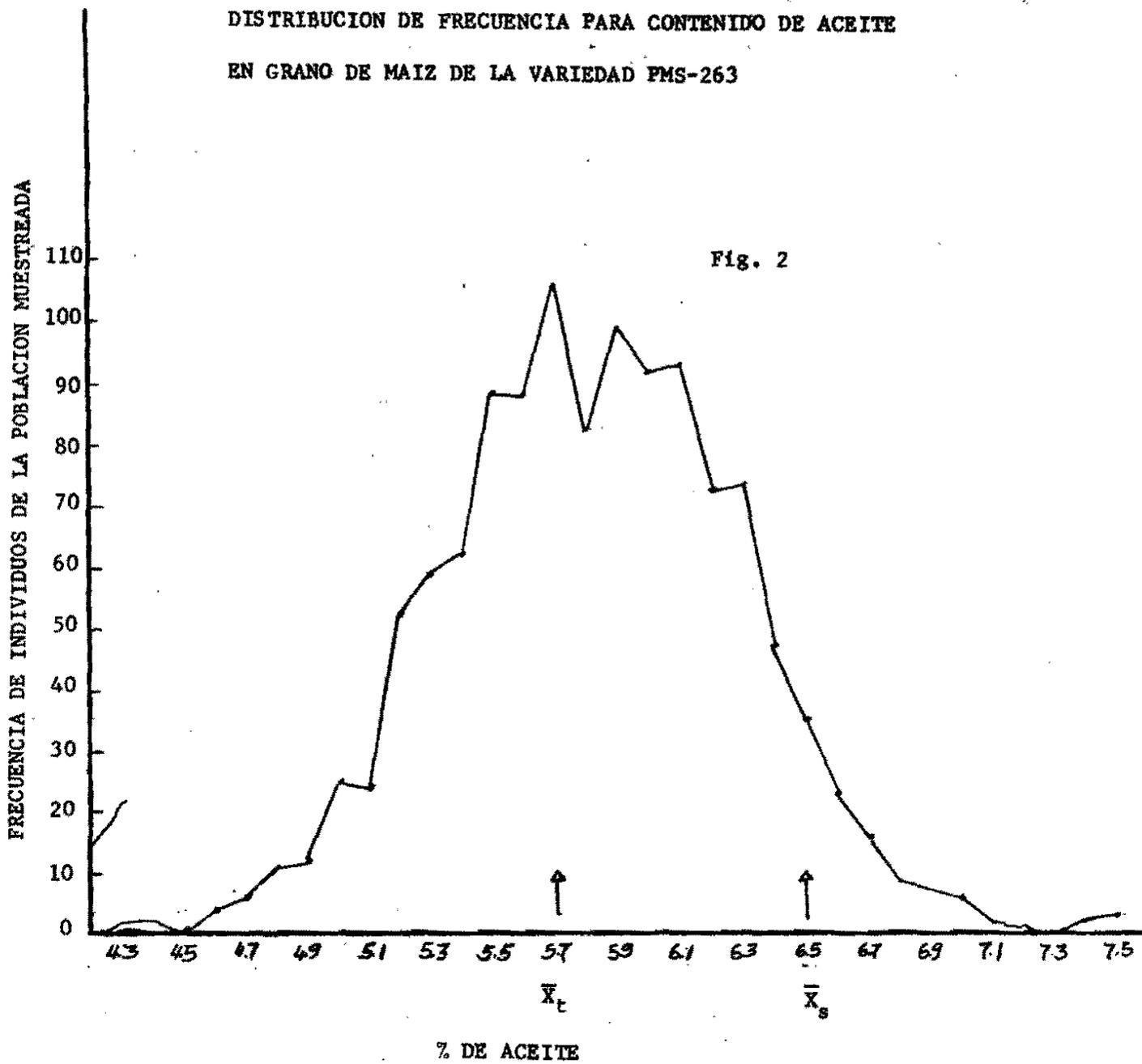
Población	% Proteínas	Ganancia
Original		
Promedio 1200 mazorcas	9.58	
I Ciclo 196 Fam. Sel O.	10.95*	
389 Maz. Cosech.	10.64	1.06
II Ciclo 65 Fam. Sel I C.	11.71*	1.07

* Valores esperados de las familias seleccionadas

DISTRIBUCION DE FRECUENCIA PARA CONTENIDO DE PROTEINA
TOTAL EN GRANO DE MAIZ DE LA VARIEDAD PMS-263.



DISTRIBUCION DE FRECUENCIA PARA CONTENIDO DE ACEITE
EN GRANO DE MAIZ DE LA VARIEDAD FMS-263



En el Cuadro 3 se presentan los promedios de tres ciclos de selección para el contenido de aceite y se observa que la mayor ganancia comparada con la variedad original (5.71%) estuvo en el primer ciclo con 0.88%, mientras en el segundo ciclo fué de 0.22% y en el tercer ciclo este aumento se anuló prácticamente con un -0.02%. Los valores encontrados en el primer y segundo ciclo van de acuerdo a los valores esperados en las familias seleccionadas (6.60%, 6.57% en el primer ciclo; 6.78 y 6.79% en el segundo ciclo) mientras en el tercer ciclo, el valor esperado fué de 7.41% y el valor encontrado solamente fué de 6.77%. Este valor tal vez se deba a que en este ciclo se practicó una fuerte selección de plantas más conformadas y enfermas, así como las mazorcas deformadas y con alto grado de pudrición, características altamente correlacionadas con plantas que producen mazorcas con granos de alto contenido en aceite. Para el cuarto ciclo, el promedio del contenido en aceite de las 123 familias seleccionadas es de 7.05%, y es posible que este valor se mantenga ya que el rango de variación sí se ha movido de 4.10 - 8.35 en el segundo ciclo a 5.57 - 8.37 en el tercer ciclo como se puede ver en el Cuadro 5.

CUADRO 3. CICLO DE SELECCION RECURRENTE PARA CONTENIDO DE ACEITE SEGUN EL METODO DE ILLINOIS. EN LA VARIEDAD SINTETICO PMS-263.

Población	% Proteína	Ganancia
Original		
Promedio de 1200 mazorcas	5.71	
I Ciclo: 196 Fam. Selc. P.	6.60*	
345 Maz. Cosech.	6.57	0.88
II Ciclo: 188 Fam. Selec. I C.	6.78*	
301 Maz. Cosech.	6.79	.22
III Ciclo: 132 Fam. Selec. II C.	7.41*	
186 Maz. Cosech.	6.77	-0.02
IV Ciclo: 123 Fam. Selec. IIIC.	7.05*	.28*
162 Maz. Cosech.		

* Valores esperados de las familias Seleccionadas en el ciclo anterior.

En el Cuadro 4, se exponen los resultados de la selección recurrente para proteína más aceite simultáneamente. En él se puede observar que el primer ciclo de selección para contenido de proteína y aceite simultáneamente, solamente el contenido de proteína pasó de 9.58% a 10.94% indicándonos una ganancia de 1.44% mientras que el contenido de aceite pasó de 5.71% a 5.84%, dando una ganancia de 0.13%. Estos valores nos confirman a los encontrados por Miller y Brimhall, Brimhall y Sprague donde se pone de manifiesto la falta de correlación entre éstas dos características, y corroborando con el valor encontrado en 1200 mazorcas de $r = 0.051$, en la Variedad Sintético PMS-263. Este valor en las 46 mazorcas

seleccionadas para valores altos en contenido de proteína y aceite simultáneas pasó a $r = -0.244$, indicándonos que no necesariamente las mazorcas con alto contenido de proteína son las que tienen alto contenido de aceite o viceversa. El valor del coeficiente de correlación en el primer ciclo de selección pasó a $r = 0.156$, probablemente como consecuencia de una mejor recombinación de estos genotipos. Por lo tanto, estos resultados nos vienen evidenciando que la selección para dos características cuantitativas tales como rendimiento en contenido de aceite y proteína con manifiesta falta de correlación, las ganancias esperadas como resultado de la selección será poco satisfactoria.

CUADRO 4. CICLOS DE SELECCION RECURRENTE PARA CONTENIDO EN PROTEINA MAS ACEITE EN FORMA SIMULTANEA EN LA VARIEDAD SINTETICO PMS-263.

Población	% Proteína	Ganancia	% Aceite	Ganancia
Original	9.58		5.71	
(1200 M) Rango	6.25-12.25		4.30-7.60	
I Ciclo 46 x Fam. Sel/. O. Rango.	10.97 10.50-12.01		6.55 6.35-7.06	
119 Maz. Cosech. Rango.	10.94 7.66-14.49	1.44	5.84 4.42-7.20	0.13
II Ciclo				

CUADRO 5. COMPARACION DE RANGOS EN LA SELECCION RECURRENTE SEGUIDA PARA CONTENIDO DE ACEITE, PROTEINA Y ACEITE + PROTEINA.

Población	Aceite	Proteína	Aceite + Proteína
Original:	4.30-7.60	6.25-12.25	
I Ciclo	3.27-8.07	6.56-14.22	4.42-7.20
II Ciclo	4.10-8.35		7.66-14.44
III Ciclo	5.57-8.37		

BIBLIOGRAFIA

- CASTILLOS HOYOS, C.E., 1967. Relación Proteína - Aceite en el Grano de Maíz. Tesis para Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria - La Molina.
- JUGENHEIMER, R.W. Hybrid Maize Breeding and Seed Production (FAO Agr. Div. Paper No. 62, 1958) p. 155-156.
- MANRIQUE CH., A, SCHEUCH H., F. y ALEXANDER, D.E. Selección Recurrente para contenido de aceite en maíz mediante el Espectroscopio de Resonancia Núcleo Magnética.
- MILLER, P.A. and BRIMHALL, R. Factors Influencing Oil and Protein Content of Corn Grain. Agron. Jour. 43: 305-311. 1951.
- ALEXANDER, D.E., SILVELA, L., COLLINS, F.C., and RODGERS, R.C. Analysis of Oil Content of Maize by Wide-Line NMR. Jour. Am. Oil Chem. Soc.
- SANCHEZ C., HUGO. El Maíz: Composición Química y su Utilización. Agosto 1966. Boletín s/n. del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Lima, Perú.
- SILVELA, L. Effects of Population Size, Selection Intensity and Linkage on Response to Selection for Oil in Maize. Ph.D. Thesis, University of Illinois. 1966.
- BRINHALL, B. y SPRAGUE G., F. Unsaturation of Corn Oil Inheritance and Maturity Studies. 1951. Cereal Chemistry. Num. 28.

MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE PROTEINAS DEL MAIZ

EN VENEZUELA^{1/}

P. Obregón ^{2/}

INTRODUCCION

El consumo humano de maíz en Venezuela es elevado principalmente en las clases más desposeídas. Con la aparición desde 1964 de las harinas precocidas, este uso se ha incrementado. Igualmente es creciente el consumo en la preparación de alimentos concentrados para animales. Se espera que para el año 2000 la población nacional sea casi el triple que la actual, todo lo cual viene indicando que la creación de un maíz de alta calidad proteica es prácticamente una necesidad. Podría ofrecer la gran oportunidad para reducir las deficiencias de proteínas en los niños, sobre todo en la población venezolana rural y en la urbana de bajos ingresos.

En este sentido desde 1965, en la Sección de Fitotecnia del Centro de Investigaciones Agronómicas de Maracay - MAC, se viene trabajando en la incorporación del gen opaco-2 en los maíces mejorados venezolanos. Ultimamente se viene seleccionando hacia maíces opaco-2 de endospermo cristalino.

Trabajos realizados.

La fuente original de opaco-2 fué suministrada por el Dr. O.E. Nelson, Jr., de la Universidad de Purdue, Indiana, U.S.A. en 1965, por gestiones efectuadas por el Dr. Ricardo Ramírez de la Sección de Fitotecnia CIA-MAC, para esa época en estudios de postgrado en Purdue. Consistió en pocos granos de la línea 540 opaco-2 de endosperma amarillo y de la F₁ del cruzamiento de esta línea por una fuente de Tuxpeño.

Luego de 9 generaciones de cruzamientos, retrocruzamientos, autofecundaciones y selecciones, podemos informar:

1. Introducción del gen opaco-2 en las variedades:
Venezuela-1 con 6 retrocruzas
Tunapuy con 7 retrocruzas
Sicarigua Mejorado con 7 retrocruzas
Simeto con 7 retrocruzas
Foremaíz-1 con 7 retrocruzas
Pajimaca con 6 retrocruzas
Mínita precoz con 6 retrocruzas

De todas estas variedades en opaco-2 existe la semilla de Plantel. La primera que se ha aumentado fué Venezuela-1 opaco-2, por ser cien por ciento de gra-

^{1/} Informe presentado en IV Conferencia de Maíz en la Zona Andina. Palmira, Colombia 2-5 Nov. 1971.

^{2/} Ing. Agr. Jefe Sección Fitotecnia y Coordinador Programa Nacional de Cereales. CIA-MAC Maracay, Venezuela.
Profesor Cereales y Leguminosas. F.A. - UCV Maracay, Venezuela.

nos amarillos.

2. Introducción del gen opaco-2, con 6 y 7 retrocruzas, en las líneas de los híbridos:

Mara
FM-4
FM-6
Obregón
Arichuna

De todas estas líneas en opaco-2 ya existe la semilla de Plantel. El primero que se está aumentando comercialmente, es el híbrido Arichuna, aún segregando granos blancos y amarillos, puesto que el primer uso de este maíz en Venezuela se espera sea en alimentación animal.

3. En la marcha del trabajo de introducción del gen opaco-2 en líneas de maíz de grano cristalino y en la variedad Venezuela-1, se observaron granos opaco-2 menos amiláceos. Esta observación y el hecho de que el grano cristalino es el utilizado en el consumo humano en nuestro país, llevó a la formación de dos compuestos para futura selección: "Compuesto opaco-2 N° 1" a base de líneas de endospermo cristalino en las primeras retrocruzas y "compuesto opaco-2 N° 2" a base de líneas de endospermo semidentado, también en las primeras retrocruzas (cuadros 1 y 2).

Ambos compuestos tienen ya cinco generaciones de recombinación genética.

4. A base de los granos con endosperma cristalino que aparecen en los Compuestos opaco-2 N° 1 y N° 2, se inició el trabajo tendiente a la consecución de un maíz opaco-2 de endospermo duro, rico en lisina y triptófano. El maíz de endosperma duro es el "pilado" por el método tradicional usado para la confección de la arepa, el pan nacional. Se ha completado ya el segundo ciclo de esta selección, siendo el Compuesto opaco-2 N° 1 el que mejor ha progresado en este sentido. En esta segunda selección masal hacia grano cristalino, el Compuesto opaco-2 N° 1 tiene un rendimiento entre 50-55 por ciento de endospermo cristalino en el pilón común.

Los cuadros 3 y 4 han sido confeccionados con datos suministrados por el Dr. José Félix Chávez, Jefe del Servicio de Laboratorio del Instituto Nacional de Nutrición. En ellos se nota la superioridad de la calidad proteica del maíz opaco-2 harinoso y del maíz opaco-2 semicristalino, en grano entero, en grano pilado y en arepas, en comparación con el maíz cristalino normal.

CUADRO 1

Formación del "Compuesto opaco-2 N° 1":
Mezcla de 20 granos opacos de autofecundaciones de:

R₁ (540 o₂ x Etob-2053)

R₂ (540 o₂ x Etobc-244)

R₁ (540 o₂ # o₂ x Desc.-2-#-29)
~~Tuxpeno~~

R₁ (540 o₂ x ETO-280-#-2)
Tuxpeno

R₂ (540 o₂ x 50-v. 1-43)

R₁ (540 o₂ x Camp-483)

CUADRO 2

Formación del "compuesto opaco-2 N^o 2":
Mezcla de 20 granos opacos de autofecundaciones de:

R₁ (540 o₂ x 48-S-28)

R₂ (540 o₂ x 48-S-38)

R₂ (540 o₂ x 48-S-74)

R₂ (540 o₂ x Llera III-50)

R₂ (540 o₂ x Capitain 63-6-1)

R₂ (540 o₂ x Llera III-53)

R₁ (540 o₂ # o₂ x Tuxp-1020)
Tuxpeño

R₁ (540 o₂ # o₂ x 50Cha-124b)
Tuxpeño

CUADRO 3

Contenido proteína total, lisina y triptófano en Compuesto opaco-2 N° 1 sin selección en 5ª generación de recombinación (grano entero), en Compuesto opaco-2 N° 1 segunda selección hacia grano cristalino (grano pilado) y en maíz blanco corriente (grano pilado).

	Proteína% (N x 6,25)	Lisina g/16 g.N	Triptófano g/16 g.N
Compuesto opaco-2N°1 original y grano entero	9,6	3,6	0,91
Compuesto opaco-2 N° 1 en segunda selección hacia grano cristalino (pilado)	9,4	3,4	0,78
Maíz blanco corriente (pilado).....	9,7	1,5	0,43

Fuente: Dr. J.F. Chávez, Instituto Nacional de Nutrición.-

CUADRO 4

Contenido protefna total y lisina en Compuesto opaco-2 N° 1 original y en maiz corriente; en grano entero, en grano pilado y en arepas.-

	Compuesto opaco-2 N° 1			Maiz corriente		
	Grano entero	Grano pilado	Arepa	Grano entero	Grano pilado	Arepa
Proteínas % (N x 6,25)	10,1	8,2	7,7	8,9	8,3	8,8
Lisina (g/16 g.N)	4,6	3,4	3,4	2,7	1,9	1,7

Fuente: Dr. J.F. Chávez, Instituto Nacional de Nutrición.

PROBLEMAS EN LA INTRODUCCION DEL GENE OPACO-2 EN MAICES HARINOSOS

Y UNA POSIBLE SOLUCION UTILIZANDO GENES CRISTALINOS.

Luis Beingoles P. 1/
Ricardo Sevilla P. 2/

El uso del maíz en el Perú puede agruparse de acuerdo a su textura; los maíces cristalinos destinados casi íntegramente para la alimentación animal y los maíces harinosos usados casi en su totalidad para el consumo humano.

La importancia de la introducción del gene opaco-2 en los maíces cristalinos se ve disminuida por el uso de la harina de pescado como fuente proteica de los alimentos balanceados para animales; en cambio la importancia de la introducción del gene opaco-2 en los maíces harinosos se ve magnificada por el hecho de que el consumo de estos maíces es la base de la alimentación del poblador de la Sierra del Perú, zona en donde el déficit de proteínas es una condición determinante del estado actual de subalimentación de sus pobladores.

En la introducción del gene opaco-2 en nuestros maíces harinosos existen dos grandes problemas:

1. La imposibilidad de poder diferenciar sin un análisis bioquímico o biológico la presencia del gene opaco-2.
2. La imposibilidad de lograr mantener la semilla de variedades con opaco-2 libre de la contaminación del polen de las variedades locales; ocasionando la pérdida de las propiedades de calidad de la proteína.

El presente esquema pretende solucionar estos dos graves problemas utilizando los genes cristalinos de la fuente de opaco-2.

Base Genética.-

Creo conveniente recordar una premisa en el comportamiento de las características de textura del endospermo; la cual es que "la característica endospermo harinoso encubre la expresión de la característica endosperma cristalino", premisa que no necesita mayor aclaración; ya que si ésta no se cumpliera no se habrían podido detectar los mutantes que afectan la característica de textura del endospermo.

1/ Ing. Agr. Profesor Auxiliar del Departamento de Fitotecnia, Programa Académico de Agronomía. Genetista del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Universidad Nacional Agraria - La Molina, Lima, Perú.

2/ Ing. Agr. Profesor Principal del Departamento de Fitotecnia, Programa Académico de Agronomía. Genetista del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Universidad Nacional Agraria - La Molina, Lima, Perú.

Esta premisa no se refiere a las relaciones intra loci (dominancia y recesividad).

Los genes más notables que gobiernan la característica de textura del endospermo en maíz son:

- floury 1.- (fl_1) En este gene se presenta efecto de dosis, ocurriendo que: $Fl_1 Fl_1/Fl_1$ determina endosperma cristalino y $fl_1 fl_1/Fl_1$ determina endosperma harinoso.
- floury 2.- (fl_2) Este gene se comporta como dominante, presentando Xenia de harinoso sobre cristalino y ocurriendo un efecto pleiotrópico de la condición harinoso en el incremento de lisina.
- opaco 1.- (o_1) Este gene presenta Xenia de cristalino sobre harinoso, encontrándose que: $o_1 o_1/O_1$ determina endosperma cristalino y $o_1 o_1/o_1$ determina endosperma harinoso.
- opaco 2.- (o_2) Este gene presenta Xenia de cristalino sobre harinoso: $o_2 o_2/O_2 =$ cristalino y $o_2 o_2/o_2 =$ harinoso. La condición harinosa tiene un efecto pleiotrópico sobre la calidad de proteína, produciendo un alto contenido de lisina.

La constitución genética de los maíces norteamericanos opacos es como sigue:

O_1 / O_1 o_2/o_2 Fl_1/Fl_1 Fl_2/Fl_2

Esto debido a que provienen de la introducción del gene opaco-2 en una variedad cristalina por el método de retrocruzas.

La constitución genética más probable de los maíces harinosos locales es la siguiente:

O_1/O_1 O_2/O_2 fl_1/fl_1 Fl_2/Fl_2

asumiendo que la condición de harinoso está originada por uno solo de los loci, veamos la posibilidad de cada loci:

- fl_2 .- La posibilidad de que la condición harinosa en los maíces peruanos esté dada por el locus fl_2 es muy remota; debido a que tendría que existir un mutante que cumpliera la condición de ser recesivo y no tener efecto sobre el contenido de lisina y si así fuese el esquema para la utilización, de los genes cristalinos en la introducción de gene opaco no se vería afectada mayormente. 1/
- O_2 .- No es posible que el gene O_2 sea el responsable de la condición harinosa, debido a que si así fuese no se encontrarían segregantes cristalinos en cruzamiento de la fuente opaca norteamericana x variedad harinosa local, como ya se han encontrado.
- O_1 .- Vamos a considerar que el gene opaco 1 no es el responsable de la condición harinosa; pero si así fuese no se afectaría mayormente el esquema propuesto. 1/

Resumiendo, sólo se tomará en cuenta 2 loci para el presente esquema, el locus opaco-2 y el floury-1.

Al cruzar la fuente norteamericana de opaco-2 como hembra, por una variedad local harinosa como macho:

$o_2/o_2 \quad Fl_1/Fl_1 \quad \times \quad O_2/O_2 \quad fl_1/fl_1$
se tendrá una F_1 totalmente cristalina.

$o_2 \quad o_2/O_2 \quad Fl_1 \quad Fl_1/fl_1 = \text{cristalino } 2/$

debido a que la textura del endosperma estaría dada por el locus floury-1, en donde hay efecto de dosis.

La RC_1 utilizando progenitor recurrente como polinizador será 1/2 harinoso y 1/2 cristalino; siendo los genotipos los siguientes:

$1/4 \quad o_2o_2/O_2 \quad Fl_1Fl_1/fl_1 = \text{cristalino}$
 $1/4 \quad O_2O_2/O_2 \quad Fl_1Fl_1/fl_1 = \text{cristalino}$

 $1/4 \quad o_2o_2/O_2 \quad fl_1fl_1/fl_1 = \text{harinoso}$
 $1/4 \quad O_2O_2/O_2 \quad fl_1fl_1/fl_1 = \text{harinoso}$

Para los efectos del presente esquema sólo se utilizarán los fenotipos cristalinos; ya que los harinosos no acarrean los genes cristalinos de la fuente norteamericana de opaco-2.

La autofecundación de estos 2 genotipos cristalinos es como sigue:

a) La del portador del gene opaco-2 para alta lisina.

	$1/4 \quad Fl_1Fl_1/Fl_1$	Todos harinosos	
	$1/4 \quad Fl_1Fl_1/fl_1$	por ser homocigo	
$1/4 \quad o_2o_2/o_2$	$1/4 \quad fl_1fl_1/Fl_1$	tas para el gene	$=4/16 \text{ harinosos}$
	$1/4 \quad fl_1fl_1/fl_1$	o_2	
	$1/4 \quad Fl_1Fl_1/Fl_1$	cristalinos por efecto de dosis	$= 4/16 \text{ cristalino}$
$1/4 \quad o_2o_2/O_2$	$1/4 \quad Fl_1Fl_1/fl_1$	del gene Fl_1	
$2/4$	$1/4 \quad O_2O_2/o_2$	$1/4 \quad fl_1fl_1/Fl_1$	harinosos por efecto de dosis $= 4/16 \text{ harinoso}$
		$1/4 \quad fl_1fl_1/fl_1$	de fl_1

1/ Posteriormente se expondrá la modificación que ocurriría en el esquema si la condición harinosa fuera dada por el locus opaco 1 ó floury 2.

2/ Siendo el endosperma de constitución $3n$, para facilitar la nomenclatura, se incluirá el aporte del gameto femenino siempre sobre la línea del quebrado y el aporte masculino debajo.

1/4 O ₂ O ₂ /O ₂	1/4 F ₁ F ₁ /F ₁	cristalinos	= 2/16 cristalino
	1/4 F ₁ F ₁ /f ₁	efecto de dosis	
	1/4 f ₁ f ₁ /F ₁	harinosos	= 2/16 harinoso
	1/4 f ₁ f ₁ /f ₁	efecto de dosis	

10 Harinosos : 6 cristalinos

b) La autofecundación del genotipo que no es portador del gene para alta lisina.

4/4 O ₂	1/4 F ₁ F ₁ /F ₁	cristalinos	= 8/16
	1/4 F ₁ F ₁ /f ₁		
	1/4 f ₁ f ₁ /F ₁	harinosos	= 8/16
	1/4 f ₁ f ₁ /f ₁		

Segregación = 1 Harinoso : 1 Cristalino

Esta diferencia en la segregación de estos dos genotipos, nos permitirán identificar al portador del gene opaco-2 al estado heterocigota.

Basado en lo anteriormente expuesto el esquema para la incorporación del gene opaco-2 en maíces harinosos peruanos sería como sigue:

1. Se efectúa al cruzamiento de la fuente de opaco, por la variedad local harinosa.
2. Se efectúa la RC₁ usando la F₁ como hembra y el progenitor recurrente como padre polinizador, obteniéndose una RC₁ en que la segregación será 1 : cristalino : 1 harinoso.
3. Para efectuar la RC₂ se tomarán sólo los granos cristalinos de la RC₁ y se procederá en la siguiente forma al momento de la floración.

En cada planta se efectuará una autofecundación y con el remanente de polen se cruzará el progenitor recurrente para realizar la RC₂.

— A la cosecha:

- a) Todas las mazorcas de la RC₂ serán totalmente harinosas, debido al efecto de dosis del gene f₁.
- b) Se identificarán todas las plantas de la RC₁ que son heterocigotas para el gene opaco, por presentar la segregación 10 H: 6 C en la autofecundación. (Si consideramos heterocigotas aquellas plantas que en la autofecundación segregan por lo menos 10 Harinosos:6 Cristalinos tendríamos una probabilidad de 15.87% de cometer el error de aceptar una planta que segregue 1:1; y se aceptásemos solamente aquellas que tengan por lo menos 11/16 de granos harinosos, disminuiríamos nuestra probabilidad de error a 6.68%).

- c) Del total de mazorcas de la RC₂ se utilizarán sólo aquellas que hayan recibido polen de plantas, que a la autofecundación segreguen 10 H.:6C.
4. Para realizar la RC₃ se utilizará el mismo procedimiento que para la RC₂; pero teniendo en cuenta que debido a que los cuatro genotipos de la RC₂ son de apariencia harinosa; por efecto de dosis del gene fl₁; debiendo hacerse por lo menos el doble de autofecundaciones que en el caso del RC₂.
 5. Para cualquier RC posterior se procederá exactamente igual que para el RC₃.
 6. Para recuperar la variedad homocigota para genes opaco-2 y el cristalino Fl₁ se procederá como sigue:
 - Autofecundación de un gran número de plantas de la última retrocruza.
 - En aquellas mazorcas en que la segregación es 10:6 se separan los granos harinosos de los duros.
 - Con los granos harinosos se procede a sembrar parcelas individuales de cada mazorca.
 - Se autofecundan las plantas de cada parcela (un mínimo de 30).
 - Aquellas autofecundaciones que produzcan mazorcas totalmente amiláceas se desgranarán por separado, para sembrar un lote de cruzamiento en el que se utilizará como polinizador la variedad recurrente y se despanojarán todas las parcelas de las líneas en prueba.
 - A la cosecha del lote de despanojamiento se procederá a identificar las líneas que presenten mazorcas totalmente cristalinas, lo cual nos indicará que el genotipo es o₂/o₂ Fl₁/Fl₁, por lo que con el remanente de semilla de las líneas se procederá a reconstituir la variedad.
 - La nueva variedad reconstituida de esta forma será del genotipo:

o₂/o₂ Fl₁/Fl₁

que tiene la particularidad de expresar como granos cristalinos, cualquier contaminación con polen de variedades harinosas locales:

o₂/o₂ Fl₁/Fl₁ x O₂/O₂ fl₁/fl₁
F₁ = o₂O₂/o₂ Fl₁Fl₁/fl₁ = cristalino

Modificación para el caso de que no fuese el locus fl₁ el responsable de la condición harinosa.-

En el caso de que la condición harinosa estuviese dada por cualquiera de los locus opaco-1 ó harinoso-2, el cambio que ocurriría en el presente esquema sería que la segregación del genotipo heterocigota para el gene opaco-2 cambiaría de 10:6 harinosos:cristalinos a 9:7 cristalino:harinoso; y la segregación del genotipo no portador del gene opaco-2 para alta lisina cambiaría de 1:1 a 3:1 cristalino:harinoso, por lo que la diferenciación entre ambos genotipos sería también posible.

ORIENTACIONES PARA LA APLICACION DE VALORES DE PROTEINA EN EL MEJORAMIENTO

INTEGRAL DEL MAIZ

Por: Federico R. Poey.^{1/}

INTRODUCCION

El mejoramiento del valor nutritivo del grano de maíz adquirió nueva vigencia con el descubrimiento del valor biológico de la proteína del endospermo ocasionado por los genes opaco-2 (o_2) y harinos-2 (fl_2). En la mayoría de los países latinoamericanos los fitomejoradores están incorporando estos genes a líneas y variedades adaptadas, utilizando métodos convencionales de retrocruzamiento y selección fenotípica. Algunos de estos países disponen ya de semillas mejoradas de maíz opaco en escala comercial. Cabe destacar el gran esfuerzo coordinado que se viene realizando en Colombia por empresas oficiales y privadas para la introducción y utilización de este nuevo maíz.

Sin embargo, para lograr nuevos progresos en el mejoramiento de la proteína del maíz se tendrán que eliminar algunos obstáculos serios. Dos problemas de similar importancia merecen especial consideración.

Primero, la estructura amilácea del endospermo asociado al gene o_2 limita, o al menos frena, la más rápida aceptación de estos nuevos maíces. Esto es de particular importancia en los mercados acostumbrados a fenotipos con alta proporción de endospermo córneo.

Segundo, la necesidad de utilizar parámetros indirectos y de costosa obtención para medir el valor nutritivo de las muestras seleccionadas, dificulta su mejoramiento nutricional.

En la medida que se conozcan los efectos genéticos y ambientales que influyen en la síntesis de proteína del grano, podrán los fitomejoradores realizar el objetivo de aumentar simultáneamente el valor nutritivo de maíz y su rendimiento de campo.

En los últimos años se han realizado numerosos estudios que, poco a poco, están estableciendo las bases para lograr nuevos progresos en este campo. Con el objeto de presentar alguna de esta información, y derivar utilización práctica de ella, se presentará una hipótesis de trabajo que está fundamentada en muy poca evidencia pero que en ningún caso pretende ser concluyente o definitiva. Muy por el contrario, sólo deberá servir de marco para la confrontación de ideas que permita acelerar el logro del objetivo ya señalado.

Conviene discutir, antes, algunos de los criterios que serán utilizados, y cuya apropiada interpretación es necesaria.

A diferencia del mejoramiento de rendimiento de campo, donde se usan uni-

^{1/} Genetista, Semillas Poey, S.A., México.

dades absolutas, los valores de proteína se miden generalmente en unidades relativas, es decir en porcentos. Este criterio lleva implícito la variabilidad de otros componentes, de tal suerte que la variable medida puede quedar sesgada. Así por ejemplo, un alto porcentaje de proteína puede ser consecuencia de un bajo contenido de carbohidratos, lo cual es menos concluyente que una medida absoluta.

También conviene distinguir los criterios de cantidad y calidad de proteína, ya que ambos son importantes y de gran utilidad para estudios de nutrición. La cantidad de proteína se reporta generalmente como porcentaje de la muestra y se calcula multiplicando el contenido de nitrógeno de la muestra por 6.25 (se supone que la proteína del maíz contiene 16% de nitrógeno).

La calidad de la proteína se reporta como función de algún amino ácido esencial, generalmente lisina o triptófano.

Otro criterio muy usado es el porcentaje de lisina o triptófano de la muestra, que aunque no describe específicamente la calidad de la proteína, sí es un buen índice de la calidad de muestra analizada.

Estos índices tienen un significado lógico desde el punto de vista nutricional o químico, pero como parámetro genético son inadecuados. Un buen parámetro genético deberá reunir ciertos requisitos entre los que destacan, control de efectos ambientales, facilidad de clasificación fenotípica y ser fiel indicador de la característica que describe. Estos requisitos faltan en los índices relativos antes señalados, pero a falta de otros, también se usan como parámetros genéticos. Sus limitaciones, sin embargo, deben tenerse presente en su aplicación.

Por último, la proteína puede ser analizada en el grano entero, o sólo en el endospermo, dependiendo del objetivo que se persigue y que más adelante se discute.

HIPOTESIS DE TRABAJO

A continuación se plantea la hipótesis de trabajo que más adelante se discute en detalle:

"El rendimiento de grano de maíz y su calidad y cantidad de proteína pueden incrementarse simultáneamente. La proteína del grano entero está determinada por el endospermo en el cual el contenido de triptófano se hereda independientemente de la proteína total además de estar influenciado por efectos genético-aditivos aún después de incorporado el mutante o_2 . Otras características genéticas de o_2 consiste en aumentar el tamaño del embrión y permitir modificaciones estructurales en el endospermo amiláceo que son independientes del control de la proteína".

Esta hipótesis se discutirá en ocho proposiciones distintas razonando las evidencias y criterios que las apoyan.

1.- En el grano entero, la mayor proporción de endospermo y su mayor susceptibilidad a cambios bioquímicos por causas genéticas y/o ambientales hacen que sea éste el factor determinante en la calidad y cantidad total de proteína.

El endospermo contribuye con el 75-85% de la proteína total del grano, sien-

do característicamente alto su contenido en zeína. Puesto que, la zeína corresponde a la fracción de proteína más deficiente en amino ácidos esenciales, la calidad nutritiva del endospermo es considerada muy pobre.

Los genes o_2 y fl_2 modifican la proteína del endospermo precisamente inhibiendo la síntesis de esta proteína y aumentando la proporción de las de mejor calidad, es decir las albuminas, globulinas y glutelinas (Mertz, et al., 1964 y Nelson, et al., 1965). Por otro lado, la proteína del embrión es alta en albumina y globulina y por lo tanto, de excelente calidad. Además, su composición es muy constante, ya que son principalmente proteínas de función protoplasmáticas y por esa razón poco variables. Cambios drásticos en estas proteínas ocasionan aberraciones o mutaciones letales. Las proteínas del endospermo, sin embargo, son consideradas de reserva y su composición puede ser mas variable sin que esto afecte drásticamente el desarrollo vegetativo de la futura planta.

Se comprende entonces que la calidad de la proteína dependerá de la proporción relativa de endospermo en el grano entero.

Por otro lado, el endospermo está expuesto a efectos ambientales en mayor grado que el germen. La razón es que los carbohidratos del grano son más afectados por causas externas que las proteínas y que en este tejido se encuentra la casi totalidad de los carbohidratos del grano. Por lo tanto, el contenido de proteína se afecta en relación al mayor o menor contenido final de almidones (East y Jones, 1920).

Con esta premisa puede explicarse también el mayor contenido relativo de proteínas en granos chicos, en mazorcas autofecundadas o secadas prematuramente por efectos de sequía o enfermedad de la planta. En todos estos casos coincide la menor acumulación de carbohidratos. (East y Jones, 1920, Genter et al., 1948).

Contrariamente, el vigor híbrido y las variedades de grano grande, permitirán, por lo general, mayor acumulación de carbohidratos, resultando, esto en un mejor porcentaje de la proteína total.

El efecto determinante del endospermo en la proteína del maíz se ha manifestado en forma histórica en los Estados Unidos.

Al aumentarse los rendimientos a través de los años, se ha reducido la cantidad de proteína del grano como consecuencia principal de mayor proporción de almidones. Los análisis bromatológicos de Morrison reportaban, en 1911, un promedio de 10.3% de proteína en el grano de maíz US # 2. En 1956, este índice bajó a 8.6%, mientras que en el mismo período los rendimientos de campo por área se duplicaron. (Zuber, et al., 1954, Morrison, 1956 y USDA Ag. St., 1956).

Lo contrario a esto: alto contenido de proteína y bajo rendimiento de grano fue un resultado del clásico experimento realizado en Illinois seleccionando alto contenido de proteína durante más de 60 años. La proteína, sin embargo, fue de mala calidad debido a un aumento notable de la zeína. (Woodworth y Jugenheimer, 1949). En cuanto a la disminución de rendimiento, Nelson, 1969, la explica como consecuencia de una selección indirecta de bajo contenido de almidones en el grano.

2.- La relación rendimiento y cantidad de proteína puede ser positiva.

Los ejemplos anteriores sugieren que el rendimiento y el contenido de proteína están inversamente correlacionados, pero se puede argumentar que en estos casos no hubo selección deliberada para aumentar estas dos variables simultáneamente.

Datos sin publicar observados en estudios de correlación entre peso de grano y por ciento de proteína, demostraron valores altamente significativos, aunque de baja magnitud. Lo que permite seleccionar estas dos variables en forma simultánea.

Un requisito previo para lograr este objetivo consiste en poder separar los efectos ambientales de los genéticos en estas dos variables, ya que se sabe que ambas variables son altamente influenciadas por el medio ambiente.

3.- En el endospermo, la herencia de contenido de triptófano no es dependiente de la herencia de proteína total.

El concepto de proteína está basado en propiedades químicas donde quedan incluidos varios compuestos, principalmente los amino ácidos. De éstos interesan en primer término, los esenciales. La proporción de lisina, por ejemplo, puede fluctuar en la proteína del endospermo de 1.5% en maíces normales a 5.0% en opacos, y en triptófanos de 0.3 a 1.2, respectivamente. Estas proporciones son tan pequeñas que cualquier variabilidad de otros elementos de la proteína influirá en forma determinante en el concepto por ciento de amino ácido de la proteína.

Para comprender mejor esta relación, se puede comparar a la proteína y a un amino ácido esencial con un edificio y el cemento utilizado en su construcción, respectivamente. Aunque es evidente que mientras mayor sea el edificio más cemento habrá requerido, la proporción específica del peso del edificio con el cemento puede ser muy diferente. Si el edificio es de paredes de concreto, por ejemplo, su contenido de cemento será mayor que si fuera de ladrillo y cemento.

Así, los factores genéticos determinantes del contenido de amino ácidos deben ser diferentes, al menos parcialmente, de los que determinan el contenido total de proteína.

Apoyando esta hipótesis, Bressani y Conde, 1961, reportan que la síntesis de los amino ácidos esenciales siguen tendencias diferentes en su formación durante la maduración del grano. Su concentración final está fuertemente influenciada por la posterior síntesis de zeína, que aumenta en forma lineal según se madura el grano.

Este comportamiento sugiere asociación relativa en contenido final pero no justifica un mecanismo hereditario común. En otro estudio, Ingle, et al, 1965, sugieren que metabólicamente las proteínas se van formando en el endospermo a expensas de amino ácidos, nitrógeno soluble y Acido Ribonucleico (ARN), que reducen su máxima proporción alcanzada a partir de 28 días después de polinizado el grano. El mecanismo genético que determina esta secuencia

debe ser realmente complejo, siendo la síntesis de amino ácidos, en el mejor de los casos, un elemento pequeño de este gran mecanismo.

Los efectos en la proteína de los mutantes o_2 y fl_2 apoyan la independencia genética de la formación de lisina y triptófano en el endospermo.

Por lo tanto, el criterio de porcentaje de triptófano de la muestra, por ejemplo, parece más confiable como parámetro genético que porcentaje de triptófano de la proteína. Además, el primer criterio parece menos influenciado por el medio ambiente que el segundo, ya que éste depende a su vez del porcentaje de proteína, que es otra variable fuertemente influenciada por el medio ambiente.

4.- En el endospermo, los efectos aditivos persisten en la herencia del triptófano en maíces opaco-2 y harinoso-2

La variabilidad presente en el porcentaje de triptófano en muestras de endospermo con estos mutantes sugiere la posibilidad de seguir mejorando estos valores. En la Gráfica 1 se aprecian la frecuencia de esta variable en 69 muestras de mazorcas autofecundadas de materiales homocigotos o_2o_2 , fl_2fl_2 y normal, aunque no necesariamente así en el resto del genotipo.*

Suponiendo que no todo el efecto es ambiental, la selección de valores altos de triptófano en la muestra, debe conducir a materiales de alto contenido de proteína y/o alta calidad de proteína. Asociando este valor con el de porcentaje de proteína se permitirá separar los de alta proteína que además tengan alto contenido de triptófano en la proteína.

5.- Los efectos mayores de o_2 , en aumentar la lisina y el triptófano, son cualitativos.

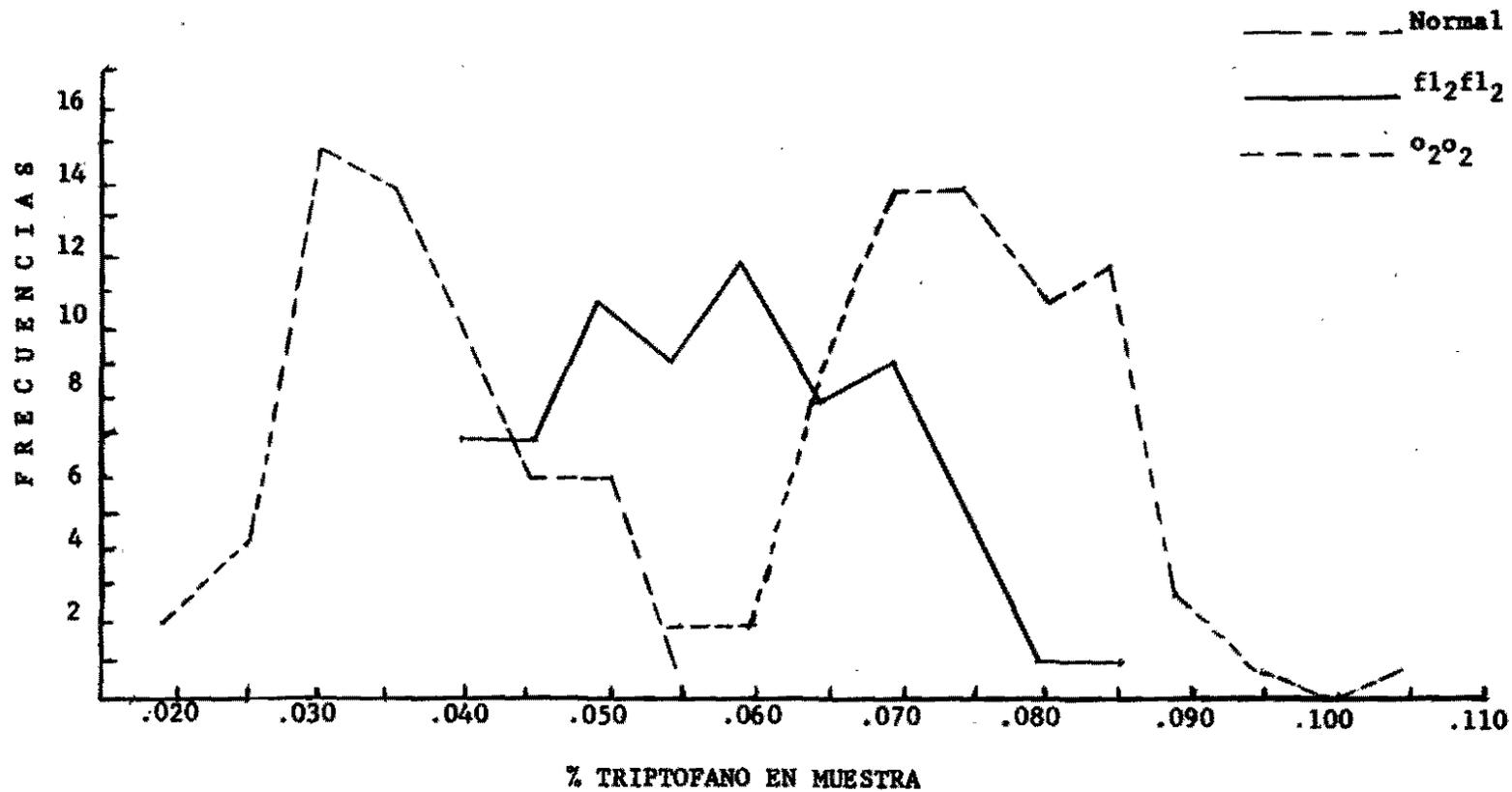
Feist y Patterson, 1968, reportaron que el número de generaciones de retrocruzas no alteró el contenido de lisina de grano entero en granos o_2o_2 cuando se comparó con segregantes normales.

Esto implica que el número de retrocruzas deberá estar determinado por la recuperación del fenotipo de planta y mazorca que se pretende, y no por razones de mejorar la proteína.

6.- Los genes o_2 y fl_2 ocasionan también aumentos relativos en el peso del germen.

Sreeramulu, et al, 1970, reportaron que el peso del germen de ambos mutantes, al cruzarse fraternalmente entre sí, fue superior al de los correspondientes genotipos normales. Asimismo reportaron efectos de heterosis en peso de germen en maíces no emparentados pero con los genes o_2 y normal respectivamente. El peso del endospermo se aumentó en cruza de maíces normales, o_2g y fl_2 respectivamente.

* Trabajo no publicado en *Chattanooga* 1966.



GRAFICA 1. Frecuencias acumuladas en % triptófano en la muestra de endospermo en 69 mazorcas autofecundadas de materiales +/+, fl₂fl₂ y o₂o₂.

En forma indirecta se aprecia el efecto de mayor peso del germen en maíces o_2 al comparar resultados de análisis de endospermo con los de grano entero en materiales homocigotos o_2 . Los análisis de endospermo en estos maíces han demostrado una disminución² consistente en el contenido de proteína. (Poey y Villegas, 1969). Sin embargo, en estudios comparables utilizando grano entero, esta disminución no se hace evidente. Esta diferencia de comportamiento puede atribuirse a un aumento relativo del germen que pudo compensar la disminución de la proteína del endospermo, ya que el contenido de proteína total del germen es prácticamente el doble de la del endospermo.

7.- El carácter de la estructura amilácea modificada del endospermo de maíces o_2o_2 es de naturaleza cuantitativa.

Se ha observado que la selección de fenotipos modificados aumenta en intensidad de proporción córnea así como en número de granos modificados en la mazorca en cada generación de selección.

Por otro lado, cruza recíprocas entre fenotipos modificados y totalmente amiláceo producen fenotipos modificados en ambos sentidos. La intensidad de endospermo córneo y proporción de granos modificados en las mazorcas amiláceas (cuando se usan como hembra) es menor que en el caso recíproco. Esta observación apoya la posibilidad de efectos aditivos de estos genes en la manifestación del tipo modificado.

8.- El fenotipo modificado del endospermo es independiente del efecto en la proteína.

El fenotipo modificado es aparente también en genotipos heterocigotos o_2 . En estos casos, los valores de triptófano del endospermo son comparables al de tipo normal. (Poey y Villegas, 1970).

En el Cuadro 1 se aprecian estos valores en fenotipos amiláceo, modificado y normal, segregantes en mazorcas heterocigotas, comparadas con fenotipos amiláceo y modificado en mazorcas homocigotas.

En otras palabras, es necesario tener seguridad de genotipos homocigotos o_2 para mantener los valores altos de lisina y triptófano esperados en los fenotipos modificados.

	AMILACEO			MODIFICADO			NORMAL		
	% PROT.	TRIPTOFANO		% PROT.	TRIPTOFANO		% PROT.	TRIPTOFANO	
		%/M	%/P		%/M	%/P		%/M	%/P
		1/	2/						
segregantes de o ₂ /o ₂	8.86	.080	.92	10.02	.078	.80			
segregantes de o ₂ /+	6.71	.064	.96	7.96	.043	.53	8.27	.039	.48

CUADRO 1. Promedios de los contenidos de proteína y triptófano en 30 y 7 mazorcas segregantes de fenotipos amiláceos, modificados y normales de muestras de endospermo provenientes de genotipos homocigotos y heterocigotos o respectivamente. (Poey y Villegas. 1970).

1/ % M = Por ciento en muestra.

2/ % P = Por ciento en proteína.

RECOMENDACIONES

Las hipótesis planteadas sirven de fundamento a las siguientes recomendaciones. Estas pretenden derivar mayor eficiencia en la cooperación entre los genetistas y bioquímicos, limitando en lo posible el número de análisis de proteínas y amino ácidos. También pretenden contribuir al mejoramiento de rendimiento y calidad y cantidad de proteína en forma simultánea.

Suponiendo que se dispone de material variable homocigoto o, ó fl₂, procedería hacer una preselección de mazorcas de valor superior en rendimiento y en proteína, para luego someter éstas a recombinaciones y/o formación de líneas puras. Las siguientes sugerencias parecen apropiadas para aplicación en programas de selección masal y/o formación de híbridos.

1. Escoger las plantas más rendidoras con igual competencia y mazorcas bien fecundas.
2. Hacer análisis de por ciento de triptófano en muestra de endospermo de las seleccionadas, de acuerdo a la presión de selección establecida. (Este criterio incluirá las mazorcas con alto contenido de proteína o con proteína de alto contenido de triptófano. Ambas posibilidades son positivas y en el programa de preselección no parece necesario separarlas).
3. En el siguiente ciclo, sembrar en surco por mazorca con repeticiones y basado en las medias de cada progenie, seleccionar las más altas para someter éstas nuevamente a análisis de triptófano de la muestra del endospermo. (Las repeticiones y comparación de medias tienden a minimizar los efectos ambientales).
4. En los siguientes ciclos repetir selección familiar recurrente con la misma jerarquización de criterios de selección, pero analizando triptófano en grano entero. (Esto permite considerar la influencia de o₂ en el germen).

5. El análisis de proteína total en las selecciones de alto triptófano permitirá separar las de alto rendimiento, alto contenido de proteína y alto contenido de triptófano.
6. Repetir la recombinación, el análisis de grano entero y la selección.
7. Para la búsqueda de líneas superiores de genotipos no emparentados pero homocigotos o_2 ó fl_2 , parece apropiada la utilización de un probador homocigoto o_2 ó fl_2 , según el caso, de bajo rendimiento y bajo contenido de proteína, lisina y/o triptófano. Este probador "bajo" deberá permitir, al evaluar las cruzas probadoras, la manifestación de los efectos genéticos en las variables estudiadas.
El ciclo de la formación de la crua no requiere análisis de proteína. De la misma evaluación del rendimiento de las cruzas probadoras, se pueden tomar las muestras para hacer análisis de grano entero. También aquí se debe analizar primero triptófano de la muestra de los cruces más rendidores y en éstos analizar proteína total.
8. El número de retrocruzas para incorporar o_2 ó fl_2 dependerá del tipo de programa. Para formación de variedades, 1² o 2 retrocruzas serán suficientes si después se simbran poblaciones grandes que propicien la selección de plantas típicas. Es preferible escoger plantas y mazorcas con criterio agronómico independientemente de si tienen o no granos amiláceos (homocigotos o_2 ó o_2). Una baja frecuencia de granos amiláceos garantizará su presencia² en el ciclo siguiente, a la vez que permite mayor recombinación entre los sectores de cromosomas más cerca al locus o_2 . En el momento que se considere la variedad agronómicamente aceptable bastará con seleccionar los granos amiláceos e incrementarlos. Para programas de formación de híbridos será necesario continuar 4-5 generaciones de retrocruza para recuperar el genotipo de la línea recurrente.
Aquí también se debe permitir una buena frecuencia de granos normales con el mismo objetivo que ya se explicó.
9. La elaboración de un índice de selección que considere una puntuación específica para rendimiento y calidad y cantidad de proteína tendrá un gran valor práctico. Sin embargo, los actuales sistemas de determinación de proteína y amino ácidos hacen necesario métodos de mejoramiento que reduzcan al máximo la dependencia en esos análisis.
10. La búsqueda de fenotipos modificados debe hacerse en poblaciones de líneas o materiales homocigotos o_2 suficientemente grandes. Una vez logrados algunos granos modificados, su recombinación y selección en generaciones sucesivas permitirá obtener los fenotipos más "normales".

CONCLUSION

Las hipótesis de trabajo y recomendaciones planteadas representan algunos puntos de vista que parecen relevantes para aquellos interesados en el mejoramiento integral del maíz. Ellas pretenden invitar a su refutación o confirmación con la esperanza de que su confrontación logrará nuevos conocimientos.

De su discusión resalta la necesidad de una colaboración más estrecha entre Genetistas y Bioquímicos. Para el Genetista es evidente que debe conocer y comprender las relaciones bioquímicas existentes en el grano de maíz, así como los efectos genéticos y ambientales que la modifican. Para los Bioquímicos es importante que conozcan los métodos, problemas y objetivos del Genetista. La búsqueda de nuevos conocimientos y técnicas permitirán mejorar el maíz en forma integral a los niveles que exige la creciente población del Mundo.

El autor agradece la colaboración del CIMMYT y Colegio de Postgraduados en Chapingo y en particular a la Dra. Evangelina Villegas y Dr. Fidel Márquez de cada Institución respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

- BRESSANI, R., and R. CONDE. 1961. Changes in the chemical composition and distribution of nitrogen of maize at different stages of development. *Cereal chemistry* 38: 76.
- EAST, E.M. and A.F. JONES. 1920. Genetic studies on the protein content of maize. *Genetics* 5: 543-60
- FEIST W.A. and E.B. PATTERSON. 1968. Evaluation of Six Inbred Lines of Zea Mays during conversion to opaque. *Agronomy Abstracts. A.S.A.,* 60.
- GENTER, C.F., J.F. EHEART and W.N. LINKONS. 1948. Effect of location, hybrid, fertilizer, and rate of planting on oil and protein contents of corn grain. *Agronomy Journal* 48: 63-67.
- MERTZ, E.T., L.S. BATES and O.E. NELSON. 1964. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. *Science* 145: 279-280.
- MORRISON, F.B. 1956. *Alimentos y Alimentación del ganado. Traducción de edición 21. Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana.*
- NELSON, O.E., E.T. MERTZ and L.S. BATES. 1965. Second mutant gene affecting the amino acid pattern of maize endosperm proteins. *Science* 150: 1469.
- POEY F.R. y E. VILLEGAS. 1969. Effects of o₂ and Fl₂ mutants on endosperm protein and tryptophan content of tropical maize. *Agronomy Abstracts. A.S.A.* 61.
- POEY F.R. y E. VILLEGAS. 1970. Variaciones en el fenotipo de maíz opaco-2. ALAF, Bogotá. En Prensa.
- SREERAMULU, C., L.F. BAUMAN and G. ROCH, 1970. Effect of outcrossing on protein quality, kernel weight and related characters in opaque-2 and floury-2 maize (Zea Mays L.) *Crop Science* 10.
- USDA. *Agricultural Statistics.* 1956.
- WOODWORTH. C.M. and JUGENHEIMER, R.W. 1948. Breeding and Genetics of high protein corn. *Proceedings of the third hybrid seed corn industry-research conference. American Seed Trade Ass.* 3: 75-83.
- ZUBER, M.S., G.E. SMITH and C.W. CEHRKE. 1954. Crude protein of corn grain and stover as influenced by different hybrids, plant population, and nitrogen levels. *Agronomy Journal* 46: 257-261.
- INGLE, J., A. BEITZ and R.H. HAGEMAN. 1965. Change in composition during development and maturation of maize seeds. *Plant Physiol.* 40: 835.

CHAPTER II

The first part of the chapter discusses the general principles of the law of contract, and the second part discusses the law of tort. The law of contract is a branch of law that deals with the legal obligations that arise from the agreement between two or more parties. The law of tort is a branch of law that deals with the legal liability that arises from the wrongful act or omission of a person that causes harm to another person.

The law of contract is based on the principle of freedom of contract, which means that parties are free to enter into any agreement that they wish, provided that the agreement is not illegal, immoral, or against public policy. The law of tort is based on the principle of negligence, which means that a person is liable for the harm that they cause to another person if they fail to exercise the duty of care that is required of them.

The law of contract and the law of tort are two of the most important branches of law, and they are closely related. The law of contract is concerned with the legal obligations that arise from the agreement between two or more parties, and the law of tort is concerned with the legal liability that arises from the wrongful act or omission of a person that causes harm to another person.

The law of contract is a branch of law that deals with the legal obligations that arise from the agreement between two or more parties. The law of tort is a branch of law that deals with the legal liability that arises from the wrongful act or omission of a person that causes harm to another person.

The law of contract is based on the principle of freedom of contract, which means that parties are free to enter into any agreement that they wish, provided that the agreement is not illegal, immoral, or against public policy. The law of tort is based on the principle of negligence, which means that a person is liable for the harm that they cause to another person if they fail to exercise the duty of care that is required of them.

The law of contract and the law of tort are two of the most important branches of law, and they are closely related. The law of contract is concerned with the legal obligations that arise from the agreement between two or more parties, and the law of tort is concerned with the legal liability that arises from the wrongful act or omission of a person that causes harm to another person.

The law of contract is a branch of law that deals with the legal obligations that arise from the agreement between two or more parties. The law of tort is a branch of law that deals with the legal liability that arises from the wrongful act or omission of a person that causes harm to another person.

The law of contract is based on the principle of freedom of contract, which means that parties are free to enter into any agreement that they wish, provided that the agreement is not illegal, immoral, or against public policy. The law of tort is based on the principle of negligence, which means that a person is liable for the harm that they cause to another person if they fail to exercise the duty of care that is required of them.

The law of contract and the law of tort are two of the most important branches of law, and they are closely related. The law of contract is concerned with the legal obligations that arise from the agreement between two or more parties, and the law of tort is concerned with the legal liability that arises from the wrongful act or omission of a person that causes harm to another person.

The law of contract is a branch of law that deals with the legal obligations that arise from the agreement between two or more parties. The law of tort is a branch of law that deals with the legal liability that arises from the wrongful act or omission of a person that causes harm to another person.

The law of contract is based on the principle of freedom of contract, which means that parties are free to enter into any agreement that they wish, provided that the agreement is not illegal, immoral, or against public policy. The law of tort is based on the principle of negligence, which means that a person is liable for the harm that they cause to another person if they fail to exercise the duty of care that is required of them.

The law of contract and the law of tort are two of the most important branches of law, and they are closely related. The law of contract is concerned with the legal obligations that arise from the agreement between two or more parties, and the law of tort is concerned with the legal liability that arises from the wrongful act or omission of a person that causes harm to another person.

EFECTOS DE FOTOPERIODO Y TEMPERATURA EN EL DESARROLLO DEL MAIZ

Nora Elssy D'Croz y Charles A. Francis^{1/}

INTRODUCCION

Desde hace tres años se han venido estudiando los efectos de fotoperíodo en el crecimiento y desarrollo del maíz. El objetivo de este programa es el de estudiar y comprender el proceso del fotoperiodismo en la planta de maíz, y escoger líneas o variedades que no presenten sensibilidad.

La reacción fotoperiódica en el maíz es un factor limitante en la distribución geográfica de un híbrido o una variedad, especialmente en diferentes latitudes y diferentes fotoperíodos naturales. Se confía en la existencia de una posibilidad para identificar y recombinar varias fuentes de insensibilidad para luego utilizarlas como variedades de amplia adaptación o como fuente para convertir otras variedades.

REVISION DE LITERATURA

En el estudio del fotoperiodismo se ha venido trabajando en diferentes lugares, es así como en Illinois, el Dr. Arnold ha observado sensibilidad en variedades de maíz dulce (Arnold, 1, 2).

Recientemente, un estudiante de la Universidad de Missouri, terminó su tesis de Ph. D. basada en trabajos con maíz bajo distintas temperaturas, en varias localidades y diferentes fechas de siembra (Zuber, M.S. Sin publicar).

En Guelph, (Canadá) y en Carolina del Norte se han realizado ensayos bajo condiciones controladas en cámaras de crecimiento.

En todos estos ensayos, se han observado variaciones genéticas entre líneas e híbridos de maíz, con relación a la influencia fotoperiódica y a la importancia de la temperatura.

Otra buena contribución en la investigación de un rango mejor de adaptación se está llevando a cabo en el CIMMYT, con ensayos de siembra en varias localidades y diferentes épocas.

Esta serie de estudios se inició mediante un ensayo en las Cámaras de Crecimiento en la Universidad de Cornell, (Francis, Grogan y Sperling, 4), continuadas posteriormente en Colombia, específicamente en Medellín y Palmira donde se encontraron algunas líneas de la Zona Caribe y de Estados Unidos sin sensibilidad al largo del día (Francis et al, 5, 6).

En los últimos dos ciclos del ensayo en el campo, se han cruzado líneas sensibles e insensibles para estudiar la herencia de la reacción fotoperiódica.

Para ampliar los resultados e incluir la variable temperatura se han dispuesto en colaboración con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) dos en-

^{1/} Asistente de Investigación y Especialista de Maíz, Programa de Maíz. CIAT. Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

sayos en el campo con instalaciones de luz artificial, en Turipaná a 40 m.s.n.m. (Montería) y en Tibaitatá a 26⁰⁰ m.s.n.m. (Bogotá).

En el presente informe, se tratarán los resultados de un ciclo en el campo realizados en CIAT, Palmira y el primer ciclo de Turipaná

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Se llevaron a cabo siembras en Palmira (Octubre de 1970) y en Turipaná (Julio de 1971) de varios genotipos colombianos y de otros países.

Las pruebas realizadas en 1970 estaban formadas por material sensible, insensible y el cruce de ambos, con el fin de observar el comportamiento de la F₁ con relación a los padres y el grado de sensibilidad heredado.

En el diagrama se puede observar la complejidad de la herencia a la sensibilidad, ya que se presentan casos extremos en cruces de Sensible x insensible, donde aparece en unos como dominante el insensible y en otros como recesivo. En sensible x sensible, lo mismo que en insensible x insensible, se puede observar que presenta sus respectivas características. Es posible por otra parte, que aparezcan casos intermedios de sensibilidad en casos de sensible x insensible con ligera tendencia a insensibilidad.

En el primer semestre de 1971 se llevaron a cabo en Palmira los posibles cruces de este material que tuviera alguna fuente de insensibilidad, para comprobar en el segundo semestre el comportamiento de ellos en el campo mediante instalaciones de luz artificial (300 watts) y a diferentes distancias de la fuente de luz, y observar el grado de sensibilidad heredado. A la vez que se realiza este experimento se aumentará en otro lote su población, para mezclar estos cruces posteriormente, con la idea de formar un compuesto y seleccionar dentro de él, los genotipos más insensibles y de mejor adaptación.

Para determinar la influencia del fotoperíodo, la temperatura y la interacción entre estos dos factores, y poder obtener datos más concretos, se planearon ensayos en el campo, mediante instalación de luz artificial, con 15 genotipos en Turipaná, Tibaitatá y Palmira (1971), contándose en el momento solo con los datos obtenidos en Turipaná, para relacionarlos con los de Palmira del segundo semestre de 1970, Tabla No. 1) ya que no se tienen resultados en Tibaitatá porque la edad del material no ha permitido tomar los datos (diseciones, altura de planta, número de hojas, etc.), y en Palmira, porque la siembra está para llevarse a cabo.

En esta tabla se nota claramente que en la zona de más alta temperatura como lo es Turipaná (Costa Atlántica) no hay respuesta al tratamiento de luz (prolongación del día) y los genotipos muestran en general la misma respuesta de sensibilidad, siendo posible entonces que la temperatura influya más sobre las plantas de maíz en esta zona, que la duración del día.

Se instalará nuevamente este ensayo para 1972, en las 3 localidades para comparar otra vez los genotipos bajo las 3 temperaturas ambientales, con el fin de obtener una conclusión más precisa.

Otro ensayo que se llevó a cabo en Palmira (CIAT, 1970) fué el de "Determinaciones críticas en longitudes de día para reacciones de sensibilidad en fotoperíodo del maíz". Se utilizaron 5 genotipos solamente, (sensibles e insensibles) sometidos a longitudes de día de 14, 15, 16, 17 y 24 horas,

HERENCIA DE LA SENSIBILIDAD

Longear Synthetic USA 342 Trojan-D ETO Opaco-2

D.V.351 MEZCLA No. 12 MEZCLA No. 4 BLANCO COMUN ICA H.207 D.H.253

Longear Synthetic (0)

USA. 342 (1)

Trojan -D

Opaco-2 (2)

ETO (7)

D.V. 351 (14)

Blanco Común (19)

ICA H.207 (19)

D.H.253 (22)

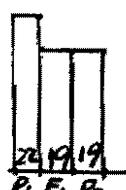
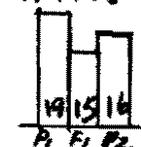
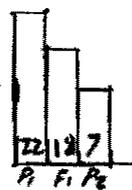
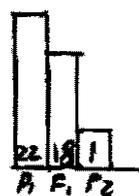
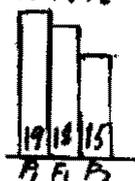
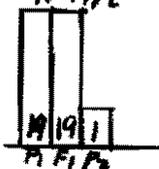
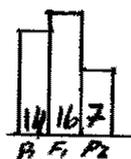
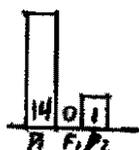
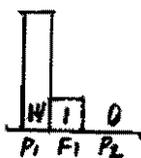
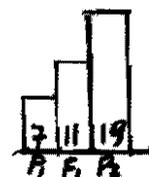
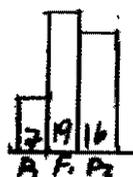
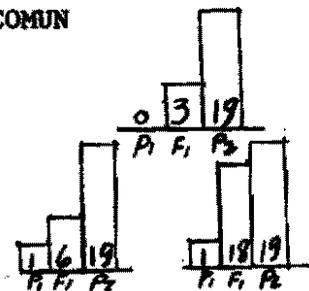
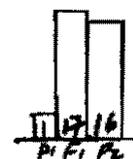
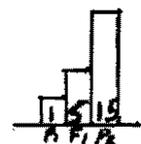


Tabla No. 1. Relación entre los genotipos sensibles e insensibles, en dos localidades de Colombia, reacción al fotoperíodo y a la temperatura.

	<u>PALMIRA</u>			<u>Turipaná</u>		
	<u>Metros de la fuente de luz</u>		<u>Sensi- bilidad</u>	<u>Metros de la fuente de luz</u>		<u>Sensi- bilidad</u>
	<u>2</u>	<u>30</u>		<u>2</u>	<u>30</u>	
Promedio de:						
1. Genotipos Sensibles	36	19	17	28	23	5
2. Genotipos Insensibles	18	16	2	22	19	3

Palmira - 1000 m.s.n.m.

Turipaná - 40 m.s.n.m.

para probar las horas críticas en maíz.

En trabajos realizados por Francis (1970), se tienen como horas críticas entre 14.5 y 16.5, denominándose día corto y largo respectivamente, de 13 a 15 horas para McClelland (1928) y de 16 a 13 horas según Arnold (1969b).

Los resultados de este ciclo en Palmira no fueron muy concluyentes, por lo tanto se hará nuevamente el ensayo en este segundo semestre.

CONCLUSIONES

Como se ve en los resultados presentados, la herencia de la reacción fotoperiódica no está bien definida hasta ahora. Según los cruzamientos analizados en Palmira, hay una ligera tendencia hacia dominancia de insensibilidad, pero no se puede concluir nada todavía. De los resultados obtenidos se puede sugerir que la reacción es compleja y probablemente esté bajo control de factores múltiples.

Se nota en los resultados de los dos ensayos, que la temperatura influya bastante en la reacción fotoperiódica. Parece que la alta temperatura de la costa Atlántica de Colombia (Turipaná) tiene más influencia en la reacción que los tratamientos de luz. Es decir, bajo condiciones de alta temperatura, no se nota la sensibilidad en variedades e híbridos como ETO, H.207 y D.H.253, como se ha observado en Palmira.

Para entender mejor los efectos de temperatura en el campo, y su interacción con fotoperíodo, se ha sembrado una serie de líneas en las tres localidades antes mencionadas. Con el ICA, pensamos estudiar independientemente: (1) fotoperíodo, (2) temperatura, (3) las combinaciones, en el desarrollo de maíz en estos tres centros. Estos datos nos dan la información necesaria para seguir seleccionando y combinando las fuentes insensibles. También, nos ayudan en la planeación de un esquema para endocriar un compuesto, no solamente insensible al largo del día, sino también con un mínimo de sensibilidad a la temperatura. Cuando estén listos estos materiales dentro de 2-3 ciclos, podremos mandar a todo el mundo para sus ensayos bajo varias condiciones naturales. El producto final será un compuesto o variedad con amplia adaptabilidad y mucho valor como fuente de germoplasma nuevo.

BIBLIOGRAFIA

1. Arnold, C. Y. 1969a. Environmentally induced variations of sweet corn characteristics as they relate to the time required for development. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 94: 115-118.
2. Arnold, C.J. 1969b. Sweet corn development as affected by environment and by inherent differences among hybrids. Ill. Res. Winter, 1969.
3. Bonnet, O.T. 1966. Inflorescences of maize, wheat, rye, barley, and oats: their initiation and development. Ill. Agr. Exp. Sta. Bull. 721.
4. Francis, C.A., C.O. Grogan, and D.W. Sperling, 1969. Identification of photoperiod insensitive strains of maize (Zea mays L.) Crop Sci. 9: 675-677.
5. Francis, C.A., D. Sarria V., D.D. Harpstead, and C. Cassalet D. 1970a. El aislamiento de genotipos de maíz insensibles al fotoperíodo. Agricultura Tropical (Colombia) 26(1):9-17.
6. Francis, C.A., D. Sarria V., D.D. Harpstead, and C. Cassalet D. 1970b. Identification of photoperiod insensitive strains of maize (Zea mays L.) II. Field tests in the tropics with artificial lights. Crop Sci. 10:465-468.
7. Kiesselbach, T.A. 1950. Progressive development and seasonal variations of the corn crop. Nebr. Agr. Exp. Sta. Res. Bul. 166.

NIVELES DE HETEROCIGOCIDAD Y SU RESPUESTA AL MEDIO AMBIENTE

Marco Nevado 1/

Antonio Manrique 2/

INTRODUCCION

La interacción Genotipo-Ambiente es de gran importancia para el fitotecnista en el desarrollo de variedades mejoradas, cuando éstas son comparadas sobre una serie de ambientes en los cuales pueden lograr resultados diferentes. Esta interacción está usualmente presente en el caso de: Líneas Puras, Híbridos Símiples o Dobles, Top-Crosses, Líneas S_1 , u otro material con el que se trabaja.

La estratificación de ambientes puede ser usada con eficiencia para reducir esta interacción, y, posteriormente desarrollar variedades que serían usadas en tales ambientes estratificados. Con el propósito de reducir la interacción genotipo-medio ambiente por medio de la estratificación es necesario el conocimiento previo del genotipo, así como su habilidad de comportamiento en diferentes ambientes para determinar su estabilidad. La estabilidad de rendimiento es medida por la habilidad a mostrar un valor mínimo de interacción, lo cual depende de lo genético, por lo tanto es necesario determinar y evaluar genotipos estables. El objetivo del presente artículo es estudiar la interacción Genotipo-Ambiente en diferentes poblaciones con niveles de heterocigocidad diversos.

REVISION DE LITERATURA

El uso de poblaciones de amplia base genética en lugar de líneas puras ha sido sugerido como un medio para reducir la interacción Genotipo-Ambiente. JENSEN (7) establece en tomate que, una variedad multilíneal posee mayor adaptación al medio ambiente y mayor estabilidad de producción que una línea pura. ALLARD and BRADSHAW (2) definen "individuo de gran adaptación" a aquellos que responden favorablemente a ciertos ambientes, y "población de gran adaptación" a aquella que está conformada por los individuos anteriormente mencionados y que en base a ellos responde favorablemente a un mayor rango de ambientes. SPRAGUE and FEDERER (9) estiman la magnitud de las interacciones variedad x localidad y variedad x año; utilizando híbridos símiples y dobles de maíz, llegando a la conclusión de que los híbridos dobles interaccionan menos que los híbridos símiples con el medio ambiente. Estos resultados manifiestan que los híbridos dobles son más estables en rendimiento que los híbridos símiples.

1/ Ing. Agr. Profesor del Departamento de Fitotecnia, Programa Académico de Agronomía. Genetista del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Universidad Nacional Agraria - La Molina, Lima Perú.

2/ Ing. Agr. Profesor Principal del Departamento de Fitotecnia, Programa Académico de Agronomía. Genetista del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Universidad Nacional Agraria - La Molina, Lima Perú.

EBERHART, RUSSELL and PENNY (5) comparando híbridos simples y triples en maíz, establecen que la interacción híbrido x año fué mayor para los simples que para los triples; y, MANRIQUE y NEVADO (8) trabajando en la formación de híbridos dobles en base a generaciones avanzadas de simples, señalan que no hay diferencias significativas entre ellos; pero sí confirman, sus resultados, la superioridad de las F₁ sobre las F₂. EBERHART and RUSSELL (6) presentan un modelo matemático que define la estabilidad y que puede ser usado para describir la respuesta de una variedad a una serie de medio ambientes. TAI (10) en camote, describe un método que permite estudiar la estabilidad genotípica mediante pruebas regionales. El análisis de la interacción genotipo-ambiente depende de dos componentes: el lineal o componente del efecto del medio ambiente - - y la desviación de la respuesta lineal medido por - -.

MATERIALES Y METODOS

El material utilizado en el experimento, estuvo formado por cinco grupos o "poblaciones" de maíz (*Zea mays* L.) que representan cinco niveles de heterocigocidad.

El primer grupo, incluye cuatro líneas de alto grado de endocria:

C₁₀, C₇, C₉, y F₁, las cuales representan el nivel de homogeneidad mas uniforme dentro de la población.

El segundo grupo incluye las F₁ y F₂ de dos híbridos simples: (C₁₀ x C₇) y (C₉ x F₁), simples que representan el segundo nivel de heterocigocidad.

El tercer grupo está formado por las generaciones: F₁, F₂, F₃ y F₄ del híbrido doble (C₁₀ x C₇) (C₉ x F₁) que representan el tercer nivel de heterocigocidad, constituido por la mayor mezcla de genotipos,

El cuarto grupo lo forman tanto las F₁ como las F₂ del híbrido doble formado por híbridos simples de diferentes generaciones:

(C₁₀ x C₇)F₁ x (C₉ x F₁)F₂ F₁

F₂

(C₁₀ x C₇)F₂ x (C₉ x F₁)F₁ F₁

F₂

(C₁₀ x C₇)F₂ x (C₉ x F₁)F₂ F₁

F₂

El quinto grupo lo forman las F₁, F₂ y F₃ de la cruza intersintéticos: PMS-263 x PMS-264, este grupo representa el nivel más amplio de heterocigocidad, dada la gran variabilidad genética existente en cada sintético.

Los cinco grupos fueron probados en ensayos de rendimiento durante tres años sucesivos en diseño de Block Completo Randomizado con 21 tratamientos y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental estaba formada por tres surcos, haciéndose la evaluación de rendimiento sobre el surco central. Los experimentos se condujeron en los años 1968, 1969 y 1970 en los campos experimentales de la Universidad Nacional Agraria (Lima).

RESULTADOS Y DISCUSION

RELACION ENTRE HETEROCIGOCIDAD Y PRODUCTIVIDAD.-

De acuerdo a los diferentes niveles de heterocigocidad y en base a los rendimientos, las comparaciones de mayor interés son: líneas puras vs. híbridos simples y dobles; híbridos simples vs. líneas que forman los simples; y F_1 de híbrido doble vs. híbridos dobles formados por simples de diferentes generaciones. Estos resultados están expresados en los Cuadros 2, 3, 4 y 5. Como los tres grupos contienen igual base germoplásmica, los resultados del Cuadro 1 muestran que, los rendimientos promedio fueron menores en las líneas, mayores en los híbridos simples y superiores en los dobles. Estos valores probablemente se deban a: 1) heterosis asociada con la heterocigocidad presente en las diferentes generaciones, y 2) respuesta de los diferentes genotipos en las diversas generaciones a la ecología de los tres años. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por ALLARD (1).

La comparación entre los híbridos simples con las líneas parentales se muestra en los Cuadros 3 y 5. En ambos casos los híbridos simples tuvieron rendimientos más elevados que la línea de rendimiento superior y lógicamente superior al rendimiento promedio de las líneas progenitoras. Este rendimiento superior del híbrido simple, comparado con el rendimiento de sus líneas, fué marcadamente consistente en los tres años. En cuanto a la F_1 del híbrido doble comparada con híbridos dobles formado por simples de diferentes generaciones, en el Cuadro 4 se puede observar que la F_1 alcanza un rendimiento mayor que los dobles restantes, sin llegar a ser significativamente superior.

De las comparaciones hechas en el Cuadro 5 se puede determinar una superioridad en rendimiento a la F_1 del híbrido simple ($C_9 \times F_1$), la cual se manifiesta en dos de los tres años del experimento.

RELACION ENTRE LOS NIVELES DE HETEROCIGOCIDAD Y ESTABILIDAD.-

La estabilidad de los cinco tipos de poblaciones sobre los diferentes años son evaluadas en términos de: a) consistencia en rendimiento y b) magnitud relativa de las variancias. Cabe anotar que estas dos evaluaciones no necesariamente necesitan medirse al mismo tiempo. La consistencia del rendimiento evalúa la respuesta de una población comparada con otra, cuyas diferencias pueden ocurrir en poblaciones genéticamente superiores o inferiores a otra; mientras que el análisis de variancia mide ambos cambios: en la consistencia y la amplitud de las fluctuaciones de los promedios de la población.

Consistencia en el Rendimiento.- Cada grupo de genotipos o población fué ordenada de acuerdo al rendimiento de cada uno de sus componentes en los tres años de estudio.

CUADRO 1. ANALISIS DE VARIANCIA COMBINADO PARA RENDIMIENTO (Kg/Parc.) EN LOS AÑOS 1968 - 70

Fuentes de Variación	G.L.	C.M.	C.M.E.
Blocks / Años	9		
Años	2	45.20**	
Genotipos	20	7.87**	
Líneas	3	5.12**	0.45
Simples	3	6.24**	0.46
Dobles	3	1.72	0.031
G.A. Doble	5	1.06	0.085
C. Intersintéticos	2	1.29	0.05
Residual	4	27.32	
Genotipo x Año	40	0.69	
Error	180	0.47	
Total	251		

C.V. = 18.28%

CUADRO 2. RENDIMIENTO PROMEDIO ENTRE LINEAS, HIBRIDOS SIMPLES Y DIVERSAS GENERACIONES DE HIBRIDO DOBLE.

Líneas	Híbridos Simples	G. Híbrido Doble
C7 = 2.44	C ₁₀ x C ₇ F ₁ = 3.27	(C ₁₀ xC ₇) (C ₉ xF ₁)F ₁ = 4.36
C ₉ = 3.04	C ₁₀ x C ₇ F ₂ = 2.94	F ₂ = 3.66
C ₁₀ = 1.99	C ₉ x F ₁ F ₁ = 4.61	F ₃ = 3.54
F ₁ = 3.48	C ₉ x F ₁ F ₂ = 3.62	F ₄ = 3.45
PROMEDIO: 2.74	3.61	3.75

CUADRO 3. RENDIMIENTO DE HIBRIDOS SIMPLES COMPARADOS CON LINEAS PARENTALES

	Línea de Rend. Superior	Prom. de Líneas	Línea de Rend. Inferior
$(C_{10} \times C_7) = 3.27$	$C_7 = 2.44$	2.22	$C_{10} = 1.99$
$(C_9 \times F_1) = 4.61$	$F_1 = 3.48$	3.26	$C_9 = 3.04$

CUADRO 4. RENDIMIENTO PROMEDIO DE GENERACIONES AVANZADAS DEL HIBRIDO DOBLE
E HIBRIDOS DOBLES FORMADO POR SIMPLES DE DIFERENTES GENERACIONES.

$(C_{10} \times C_7) F_1 \times (C_9 \times F_1) F_1$	$F_1 = 4.36$	$(C_{10} \times C_7) \times (C_9 \times F_1) F_1$	$F_1 = 4.36$
	$F_2 = 3.66$		$F_2 = 3.66$
			$F_3 = 3.54$
$(C_{10} \times C_7) F_1 \times (C_9 \times F_1) F_2$	$F_1 = 4.11$		$F_4 = 3.61$
	$F_2 = 3.74$		
$(C_{10} \times C_7) F_2 \times (C_9 \times F_1) F_2$	$F_1 = 4.15$		
	$F_2 = 3.55$		
$(C_{10} \times C_7) F_2 \times (C_9 \times F_1) F_2$	$F_1 = 4.01$		
	$F_2 = 3.44$		

La respuesta de las líneas graficadas en la Figura 1 es similar a la de los simples; indicando la uniformidad genética de ambas poblaciones lo cual hace que la acción del medio ambiente afecte mayormente su rendimiento. A diferencia de las líneas y simples; las generaciones del híbrido doble, los dobles formados por simples de generaciones avanzadas y las diferentes generaciones del cruce intersintéticos muestran mayor adaptación a los diferentes ambientes y por lo tanto una mayor consistencia en el rendimiento.

La estabilidad en el orden de rendimiento sobre los tres años es analizado en la figura 6; comparando las medias de una y otra población en los diferentes ambientes se anota que el orden en estabilidad sería: en primer término las generaciones de la cruce intersintéticos, luego las diferentes generaciones del híbrido doble, seguido de los híbridos simples y finalmente las líneas.

Magnitud relativa de las variancias.- La habilidad de las diferentes poblaciones a adaptarse a diversos ambientes dependen básicamente de la mayor o menor amplitud de composición genética. Estimado de la variancia de años nos da una medida de la variancia atribuida a los medio ambientes específicos y la variancia del error o variancia de las repeticiones dentro de años, se considera que estima la variancia asociada con las diferencias micro-ambientales entre repeticiones.

El valor del componente genético de líneas (0.45) es muy similar al de híbridos simples (0.46) y ambos superiores al de: Generaciones Avanzadas del híbrido doble (0.085), híbrido doble, formado por simples de diferentes generaciones (0.031) y de la cruce intersintéticos (0.05). Los componentes de variancia indican la diferencia de afectación de estas poblaciones por el medio ambiente. Como en este trabajo no se han considerado las localidades, es posible que las estimaciones de los componentes de variación estén influenciados por este efecto.

CONCLUSIONES

Los resultados establecen que, en general, las poblaciones genéticamente diversas son más estables y consistentes que las poblaciones genéticamente uniformes.

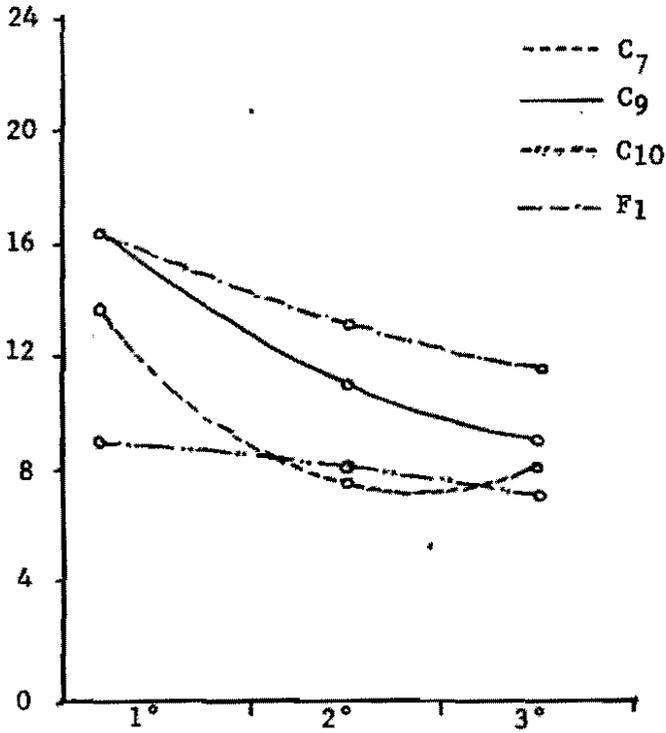


Fig 1.- RENDIMIENTO EN KG./PARCELA DE LINEAS EN LOS TRES AÑOS.

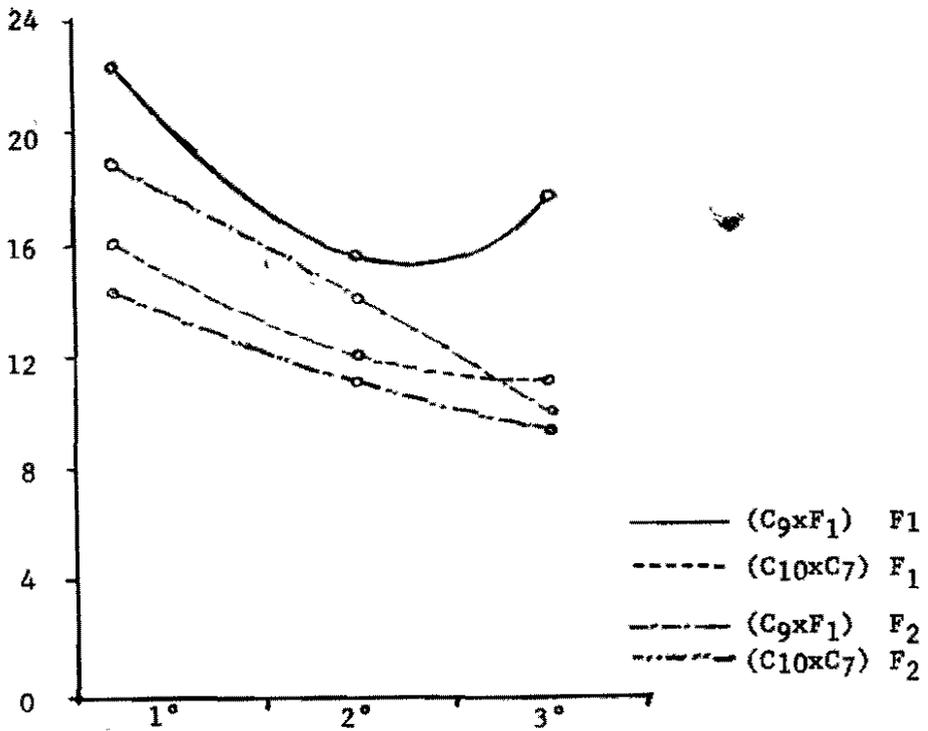


Fig 2.- RENDIMIENTO EN KG./PARCELA DE F1 Y F2 DE HIBRIDOS SIMPLES.

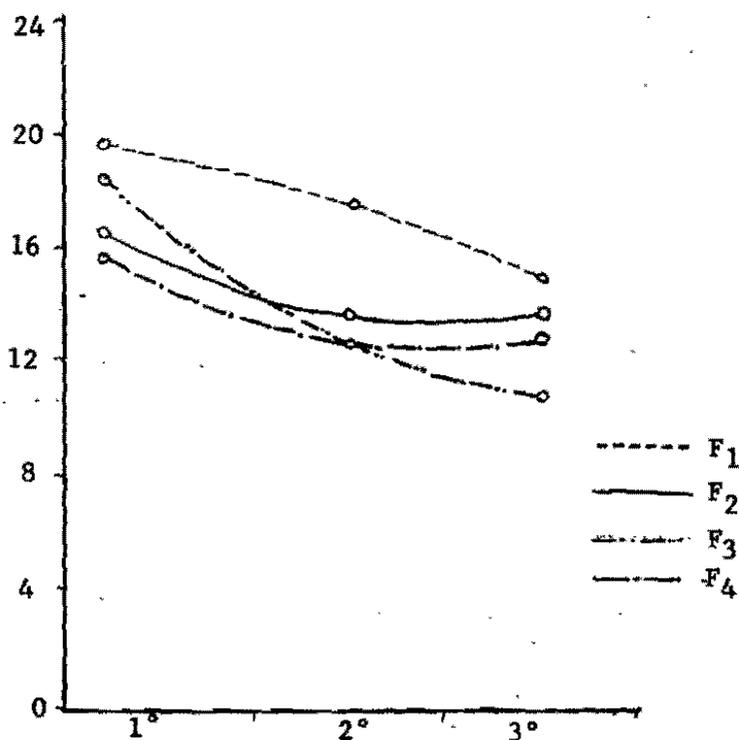


Fig 3.- RENDIMIENTO EN KG./PARCELA DE LAS DIFERENTES GENERACIONES DEL HIBRIDO DOBLE.

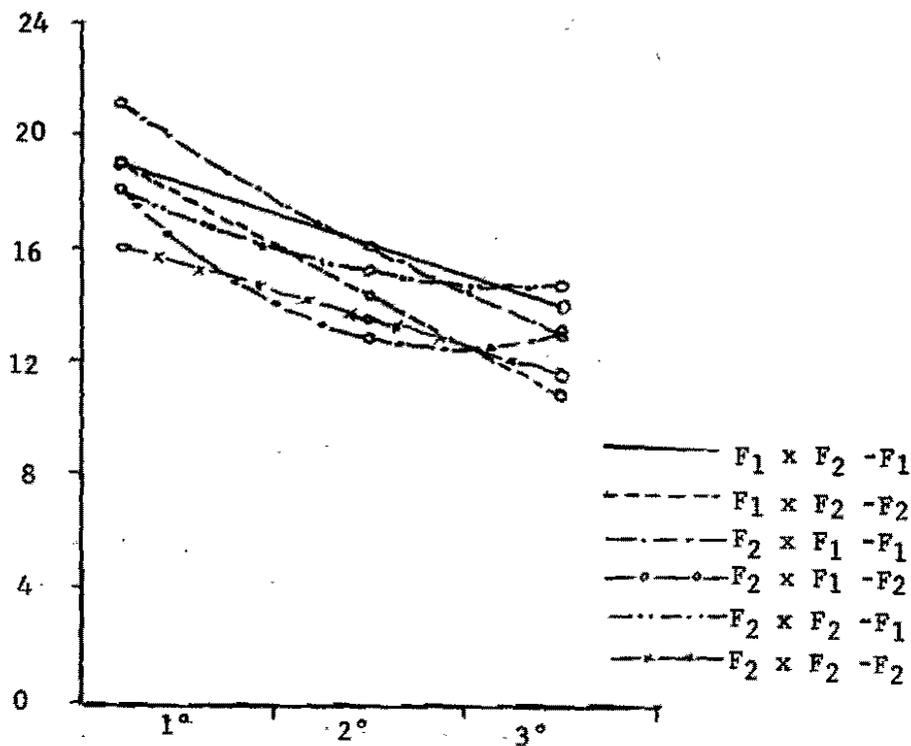


Fig. 4.- RENDIMIENTO DE HIBRIDOS DOBLES FORMADOS POR

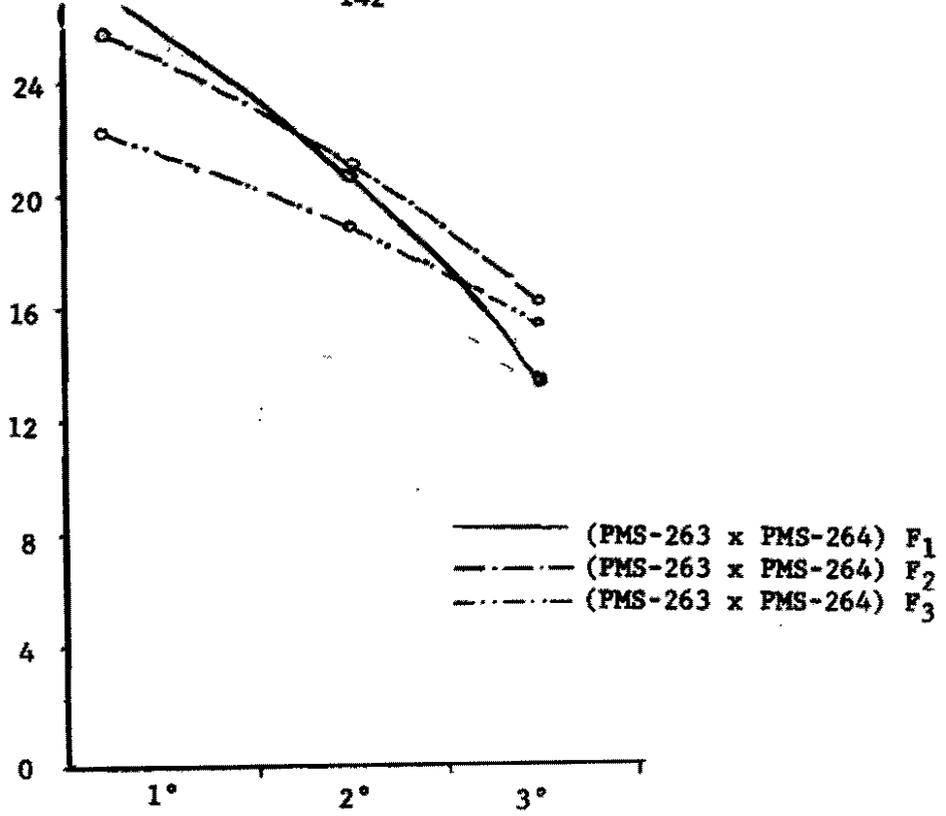


Fig. 5.- RENDIMIENTO DE DIFERENTES GENERACIONES DEL CRUCE INTER-SINTETICOS.

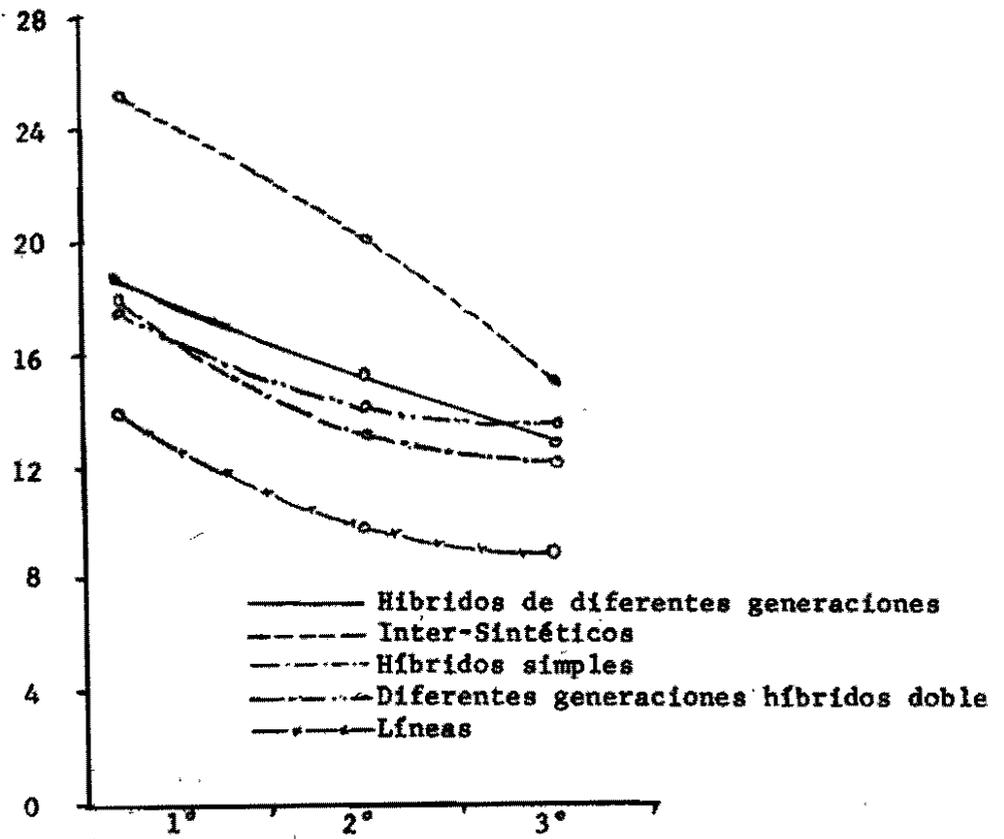


Fig 6.- RENDIMIENTO PROMEDIO DE POBLACIONES EN LOS TRES AÑOS.

BIBLIOGRAFIA

1. ALLARD, R.W. Relationship between Genetic diversity and consistency of performance in different environments. *Crop Science* 2: 127-133. 1961.
2. ALLARD, R.W., and BRADSHAW, A.D. Implications of genotype - environment intersections in applied plant breeding. *Crop Science* 4: 503-507. 1964.
3. COMSTOCK, R.E., and MOLL, R.H. Genotype - environment interactions.. Symposium on Statistical Genetics and Plant. Breeding, NAS-NCR. Pub. 982, pp. 164-196. 1963.
4. CORTEZ, J., MANRIQUE, A. y SCHEUCH, F. Heterosis y su reducción en Generaciones Avanzadas en Cruzamientos Intervarietales de Maíz. *Anales Científicos Vol. VI* 3-4. Universidad Agraria. Lima - Perú. 1968.
5. EBERHART, S.A., RUSSELL, W.A. and PENNY, L.H. Double Cross Hybrid Prediction in Maize when epistasis is present. *Crop Science* 4: 363-366. 1964.
6. EBERHART, S.A. and RUSSELL, W.A. Stability Parameters for comparing varieties. *Crop Science* 6: 36-40. 1966.
7. JENSEN, NEAL. F. Intra-Varietal diversification in oat breeding. *Agr. J.* 44: 30-34. 1952.
8. MANRIQUE, A., NEVADO, M. Uso de Generaciones Avanzadas en la formación de Híbridos Dobles. Trabajo presentado en la VIII Reunión Latinoamericana de Fitotecnia. Cali - Colombia. 1970.
9. ROWE, P.R., and ANDREW, R.H. Phenotypic Stability for a systematic series of a corn genotypes. *Crop Science* 4: 563-567. 1964.
10. SPRAGUE, C.F., and FEDERER, W.T. A comparison of variance components in corn yield trials: II. Error, year x variety, location x variety, and variety components. *Agron. J.* 43: 535-541. 1951
11. TAI, C.G. Genotypic Stability Analysis ant its applications to Potato Regional Trials. *Crop Science* 2: 184-190. 1971.

FENOLOGIA DEL MAIZ: I. PERIODO VEGETATIVO Y EFECTO
DE CIERTOS FACTORES AMBIENTALES SOBRE EL RITMO DE
CRECIMIENTO.

Hugo Sánchez Campos 1/

RESUMEN

El crecimiento acumulativo y el ritmo o diferencial de crecimiento hasta inmediatamente antes del panojamiento, se midió semanalmente durante 2 años y 4 épocas de siembra en 5 híbridos dobles comerciales de maíz, en relación con las unidades de calor, radiación y horas de sol.

El crecimiento acumulativo fué igual en las siembras de invierno y de verano, aunque necesitó mas tiempo en el invierno. La velocidad de crecimiento, en cualquier época fué, variable entre semanas y dentro de semanas, siendo siempre mayor en las siembras de verano.

La radiación, unidades de calor y horas de sol mostraron alta correlación con el ritmo de crecimiento, necesitando la planta una cantidad determinada de energía para alcanzar cada etapa de crecimiento. La primera etapa del gran período de crecimiento, siendo, más larga en el invierno determinó la diferencia en días para alcanzar el crecimiento acumulativo final. La velocidad en la segunda etapa fué similar en invierno y verano, alcanzando las plantas alturas similares en igual tiempo.

El mejoramiento de plantas dentro de un Programa tiene una secuencia acorde con el grado a partir del cual se inicia, determinándose en seguida las características de la planta y prácticas culturales que deben ser mejoradas tanto genética como agrónomicamente. El Programa de Maíz de la Universidad Nacional Agraria, La Molina, ha seguido precisamente esta secuencia, comenzando con la producción de híbridos dobles en la costa y el mejoramiento de variedades de polinización libre en la sierra, desde que la característica prioritaria a mejorar fué el rendimiento unitario, sobre el cual también inciden adecuadas técnicas agrónomicas.

Actualmente, otras características especiales y posibles de mejorar vienen siendo evaluadas, destacando por su importancia aquellas que, dentro del concepto de la Fenología, consideran la evolución del cultivo en relación a algunos factores ambientales como la temperatura, radiación, horas de sol o fotoperíodo, que son fundamentales para definir el clima de una región.

1/ Ing. Agr., M.S., Profesor Principal del Departamento de Fitotecnia. Programa Académico de Agronomía. Genetista del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Universidad Nacional Agraria - La Molina.

El crecimiento y desarrollo de la planta de maíz, ésto es, su ciclo vegetativo como expresión fenológica, son el resultado de la interacción entre su constitución genética y los factores del medio, determinando aquella su naturaleza individual y simultáneamente la forma en que reacciona frente a las influencias ambientales. Por lo tanto, si la constitución genética de la planta tiene diferentes grados de respuesta a estos factores, se considera importante conocer en qué medida éstos, aisladamente o en conjunto, afectan la evolución y rendimiento final de la planta de maíz.

En nuestro medio, donde se cultivan diferentes tipos de maíz y donde existen diferentes ambientes para su crecimiento y desarrollo, se estima de mucha utilidad la elaboración de los "espectros fenológicos" o "mapas fenológicos" de esta planta, en base al análisis de sus diferentes estadios en relación con ciertos factores ambientales. De aquí que, para las condiciones locales es necesaria la identificación e interpretación de parámetros como el crecimiento lineal, aumento de superficie foliar, floración, fructificación, madurez fisiológica, o secamiento del grano, desde que son indicadores sensibles de la acción ejercida por el ambiente sobre el comportamiento final de la planta. De este modo, aún cuando se conozca, en teoría y bajo condiciones regulables la cinética de los diferentes estadios de la planta, se considera necesario estudiar, bajo condiciones de campo, las respuestas de los maíces peruanos a los factores ambientales locales, desde que el crecimiento y desarrollo no son constantes sino que varían con la edad de la planta y las fluctuaciones del medio. En este último caso, la temperatura es de capital importancia sobre todo si, con fines comparables, el concepto de su utilización en términos de "Unidades de calor" o "Grados-día efectivos de calor", se basa en el empleo de valores térmicos dentro de ciertos límites, más allá de los cuales el crecimiento cesa, se retarda o es constante.

El conocimiento de estos aspectos fenológicos locales podría permitir a los mejoradores desarrollar o aplicar criterios en la identificación y selección de genotipos, para características especiales, a la vez que ayudaría a los agricultores a tener un conocimiento más real de su cultivo, lo cual les permitiría a su vez una mejor adecuación de sus prácticas de campo.

Esta primera parte de un análisis integral, tiene por objeto estudiar la primera fase de la evolución del cultivo de maíz bajo condiciones de campo en la costa central del Perú. Al estudiar el crecimiento desde siembra hasta inmediatamente antes de la floración se pretende determinar también la relación de esta fase del ciclo vegetativo y ciertos factores ambientales.

REVISION DE LITERATURA

La Fenología del maíz o el estudio de la evolución de la planta en relación con el clima, ha sido analizada con cierta amplitud en otras latitudes, desconociéndose la existencia de trabajos similares en el país. Biológicamente, la planta de maíz cumple su ciclo vegetativo a través de ciertas fases o estadios, cada uno de los cuales tiene su propia respuesta al ambiente y su propia relación con el rendimiento final. Hershey y Paddich, citados por Shaw (19), dividen el ciclo del cultivo en 5 fases o etapas que son: a) crecimiento vegetativo temprano de siembra a diferenciación floral; b) crecimiento vegetativo rápido desde una altura de planta de 50 cm. a floración femenina; c) polinización y fertilización d) producción de grano desde fertilización a máximo peso seco; e) maduración o secado de grano y tallo. Shaw (19), Shaw y Loomis (17) han establecido que el

primer estado comprende la etapa de germinación, plántula y crecimiento de las primeras hojas, y que al final de este período el total de las hojas así como el total de óvulos sobre la futura mazorca han sido ya determinados, en tanto que la futura panoja es visible microscópicamente. Durante el segundo período, indican Shaw (19) y Kiesselbach (13, 14), el área foliar aumenta de 5 a 10 veces; el peso del tallo aumenta de 50 a 100 veces, alcanzando las plantas, tallos y hojas su altura, longitud y pesos máximos respectivamente. Shaw y Thom (18), en un estudio orientado mayormente a medir la sensibilidad de la planta de maíz a los factores ambientales, dividen el período previo a floración femenina hasta en tres etapas que son: a) siembra a emergencia; b) emergencia a floración masculina o panojamiento y c) panojamiento a floración femenina, o emisión de barbas.

En aparente concordancia con los estudios hasta aquí señalados, una descripción del ciclo del maíz ha sido también presentada por Berger (1), quien considera tres períodos o estados principales con sus respectivos sub-períodos. La descripción tiene el esquema siguiente: 1) Período vegetativo que comprende los sub-períodos a) de siembra a emergencia y b) de emergencia a floración masculina y femenina; 2) Período de reproducción con los sub-períodos a) polinización - fertilización y b) producción de grano desde fertilización a máxima acumulación de materia seca; 3) Período de maduración, que comprende el secado del grano y tallo.

La identificación de los diferentes estadios ha seguido hasta aquí un criterio relativamente generalizado, si se compara con aquellas realizadas últimamente. Hanway (8, 9) ha estudiado y pormenorizado los diferentes estadios del maíz cuantificándolos en tal grado que, además de servir como referencia para una mejor indicación del estado del cultivo en relación con las prácticas de campo, sirven también para una mejor identificación de la planta con fines de muestreo. Según el citado autor, es mucho más exacto referir el cultivo a un cierto estado morfológico o fisiológico que referirlo a una edad, o días-calendario de siembra a cualquier estado de desarrollo. Esto indicaría, que los diferentes estadios, como tales, son invariables y que lo único cambiante vendría a ser el tiempo necesario para alcanzarlos, variación que a su vez estaría en función de las condiciones locales imperantes. Hanway usa una escala o sistema numerado en la identificación de los diferentes estadios, según la nomenclatura indicada en el Cuadro A, ligeramente modificado.

Como una primera parte del estudio integral del maíz, sólo se analiza en esta oportunidad los estados de crecimiento que en la escala de Hanway llegan hasta el valor de 4 y que coinciden con la denominación genérica de crecimiento vegetativo. Puede aquí anticiparse la evidencia de que si bien, los diferentes grados de la escala se dan en el mismo orden para cualquier planta de maíz, éstos, sin embargo, se cumplen en períodos - calendario diferentes a los que arriba se indican, al cambiar las condiciones ambientales o la variedad misma. Esto es particularmente cierto si se considera, por ejemplo, que para la costa central del país en un cultivo de invierno, la floración y madurez fisiológica de una variedad dada, se cumplen en un tiempo mucho más largo que el señalado en la escala. Sin embargo, aquello no excluye la ventaja de utilizar la escala indicada por cuanto sólo será necesario adecuarla experimentalmente a las condiciones locales..

Establecidos los criterios para fijar los diferentes estadios de la planta de maíz, se considera conveniente analizar su crecimiento y desarrollo vegetativo, desde que en el presente estudio se trata de medir a ambos en función de las características intrínsecas de la planta, del tiempo y del medio ambiente que la rodea.

CUADRO A IDENTIFICACION DE CARACTERISTICAS Y DIAS PROMEDIO DESDE EMERGENCIA PARA LOS DIFERENTES ESTADOS DE CRECIMIENTO DEL MAIZ.

(Escala) Estado de crecimiento	Días	Identificación de las características para usos de campo*
0	0	<u>Emergencia de la plántula.</u> La punta del coleoptilo es visible en la superficie del suelo.
0.5	7	<u>Dos hojas completamente emergidas.</u>
1	14	<u>Cuatro hojas completamente emergidas.</u>
1.5	21	<u>Séis hojas completamente emergidas.</u>
2	28	<u>La 8va hoja es visible.</u> Las hojas 1 y 2 pueden haber muerto.
2.5	35	<u>La 10ma hoja es visible.</u>
3	42	<u>La 12va hoja es visible.</u> Las hojas 3 y 4 pueden haber muerto.
3.5	49	<u>La 14va hoja es visible.</u>
4	56	<u>La 16va hoja es visible.</u> La punta de muchas panojas es visible. Las hojas 5 y 6 pueden haber muerto.
5	66	<u>El 75% de plantas tienen estigmas visibles.</u> Hay emisión de polen.
6	78	<u>Doce días después de la floración femenina.</u> Los granos empiezan a llenar.
7	90	<u>Veinticuatro días después de la floración femenina</u> los granos en estado pastoso.
8	102	<u>Treintaseis días después de la floración femenina.</u> Los granos continúan llenando; comienzan a endurecerse.
9	114	<u>Cuarentaiocho días después de la floración femenina.</u> Los granos terminan de llenarse.
10	126	<u>Sesenta días después de la floración femenina.</u> Los granos alcanzan su madurez fisiológica.

* La frase que describe la clave está subrayada.

De acuerdo al concepto de Bonner (2), el crecimiento del maíz, como el de cualquier organismo, en un sentido dinámico, no es sino un proceso cuantitativo, medible, representado por un incremento irreversible de tamaño, unido aunque no necesariamente, a un incremento del peso sólido o seco. El proceso es debido a la formación de nuevas células a nivel de los meristemas y que devienen en el crecimiento de tejidos y órganos. El desarrollo, en cambio, responde a una observación cualitativa y puede considerarse como una serie de estadios o condiciones ecológicas propias de cada uno de ellos. El desarrollo estaría constituido por los cambios de forma, así como por el grado de diferenciación y estados de complejidad alcanzados por el organismo. Resulta difícil sin embargo, trazar una línea de separación entre ambos procesos ya que por lo común progresan a la par y simultáneamente en cada órgano u organismo. De aquí que, solamente puedan diferenciarse de modo general la denominación de crecimiento y desarrollo vegetativo que va de siembra a floración y el proceso o desarrollo reproductor, que vendrá a continuación. Al término de este último período con la formación de la semilla, la planta está en condiciones de iniciar un nuevo ciclo.

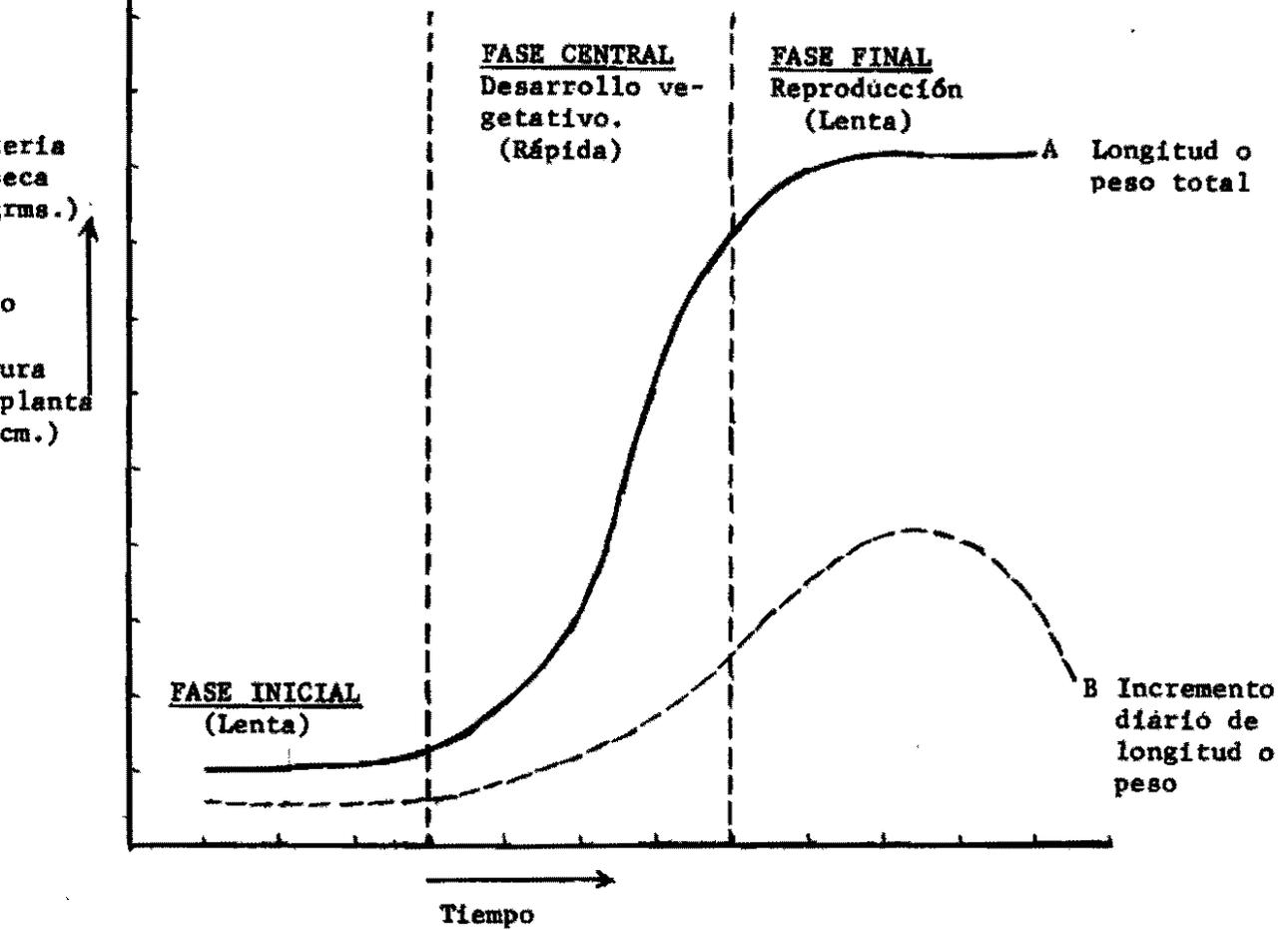
El crecimiento en función del tiempo, se traduce en un aumento de materia seca lo que a su vez, como función de la actividad asimiladora, mide la eficiencia de la planta y por consiguiente su valor económico. Agrónomicamente, esta materia representa la cosecha y es lógicamente de valor capital, pero no proporciona una expresión exacta del crecimiento propiamente dicho o sea del aumento de masa celular constituida por tejidos vivientes. Por lo tanto, una expresión del crecimiento sólo puede lograrse analizando en sus "espectros" o "mapas fenológicos" la cinética de los diferentes estadios ya conocidos.

Cuando se sigue el crecimiento de una planta en función del tiempo, midiendo repetidas veces su altura, pesando su masa sólida o expresando estas medidas en porcentaje del máximo, se obtiene una curva sigmoideal o sigmoide. Esta curva, como expresión del ciclo vegetativo, está en relación con las modificaciones que sobrevienen en la evolución de la planta y que se traducen generalmente en fenómenos particulares como la floración, fructificación, madurez, etc. Por lo tanto, el crecimiento no se efectúa siguiendo un ritmo uniforme y regular para todas las partes de una misma planta, por lo que la sigmoide del crecimiento de un organismo completo es en realidad una curva resultante de las sigmoides particulares que representan el crecimiento de cada uno de los órganos de aquel.

De este modo, en la sigmoide del maíz se pueden distinguir hasta tres etapas denominadas en conjunto GRAN PERIODO DE CRECIMIENTO y que expresan a su vez el hecho de que la velocidad de crecimiento varía sin cesar durante el ciclo:

- 1) En la etapa inicial de crecimiento lento, la ganancia en altura ó aumento de materia seca es relativamente lenta y tiende a disminuir a medida que se agotan las reservas de la semilla o porque la planta joven tiene un sistema radicular reducido y una pequeña superficie foliar.
- 2) En la segunda etapa central de crecimiento rápido, conforme la fotosíntesis se vá verificando en las nuevas hojas, tiene lugar un rápido incremento del peso o altura que por último alcanza un nivel constante y relativamente elevado.
- 3) Muy cerca de la tercera y última etapa, el crecimiento sigue aumentando intensamente hasta que llega un momento en que se hace lento, declina apróximadamente a cero y termina por anularse inmediatamente antes de la floración. Estos tres momentos del gran período de crecimiento así como la curva de incremento diario se presentan en el mapa o espectro fenológico sigmoideal de la Figura A.

FIGURA-A - Crecimiento de una planta en función del tiempo. La curva superior A representa la longitud y peso total de la planta en días sucesivos. La curva inferior B es la curva diferencial y representa el incremento o ritmo diario de longitud o peso.



La velocidad de ritmo de crecimiento, considerada como el incremento de peso o de altura en centímetros por unidad de tiempo, puede expresarse de diferentes maneras. La más sencilla, señala Bonner (2) se basa en la velocidad con que crece la planta, es decir, su incremento por unidad de tiempo. Este incremento depende a su vez de los siguientes factores: a) del tamaño ya alcanzado por el organismo en el instante considerado y b) de la diferencia entre el tamaño alcanzado en dicho instante y el que tendrá al final del período grande. Según a el organismo debe crecer tanto más rápidamente cuanto mayor sea su tamaño y por tanto cuanto mayor sea el material de crecimiento que se dispone; según b, a medida que un organismo se aproxima a su tamaño final y definitivo, su velocidad de crecimiento debe disminuir. De acuerdo a esto, el crecimiento estaría dado por la siguiente ecuación:

Crec. por Unidad de Tiempo = $K \times \text{Tamaño actual} (\text{Tamaño final} - \text{Tamaño actual})$.
Hasta aquí, se ha considerado el caso de una curva de crecimiento teórico donde las condiciones del medio son favorables y permanecen constantes. En la práctica, sin embargo, los factores climatológicos, además de la edad de la planta, constituyen un motivo de alteración por lo cual la curva ofrece discontinuidades y una modificación más o menos profunda de la velocidad de crecimiento, pudiendo éste apartarse de la media según sean más o menos favorables dichos factores. Por lo tanto, la ecuación previamente referida, aunque ayude a ver con claridad la influencia de algunos factores que intervienen en la velocidad de crecimiento, por sí misma no proporciona ninguna nueva información porque hay otros factores que influyen.

Evidentemente, el crecimiento total de una planta resulta de la suma de los procesos individuales de sus células y órganos, cada una de las cuales está afectada por factores externos, como la radiación, temperatura, insolación, fotoperíodo, etc. y por factores internos dependientes de la constitución genética de la planta. El poseer todos estos datos permitiría probablemente relacionarlos en una ecuación que expresara el crecimiento de la planta como la suma total de las interacciones de todos los factores y procesos que contribuyen a él. En la práctica, se desconoce estos valores y consiguientemente las curvas de crecimiento y sus valores deben obtenerse por la vía experimental.

De los factores ambientales, la temperatura es uno de los que influye más notoriamente en la velocidad o ritmo de crecimiento de la planta. El estudio de estas relaciones se remonta a los trabajos de Sachs, quien estableció el hecho de que, cuando la temperatura aumenta, lo hace también la velocidad de crecimiento hasta alcanzar un valor óptimo por encima del cual todo nuevo aumento de temperatura da lugar a una disminución de dicha velocidad. Bonner (2) explica esta relación considerando que al principio las reacciones químicas en la planta suelen intensificarse al aumentar la temperatura, pero cuando ésta se eleva aún más, comienzan a adquirir importancia otras reacciones entre las que se hallan la desnaturalización de las proteínas vegetales, con la consiguiente inactivación que actúa retardando el crecimiento.

En el grado cero (0) de la escala de Hanway, la temperatura y humedad del suelo influyen decisivamente en la velocidad de la germinación, emergencia y crecimiento ulterior de la plántula de maíz. Estos dos factores deben estar presentes adecuadamente para permitir el proceso de germinación y brotamiento. Los trabajos de Wolf, señalados por Shaw (19) demostraron experimentalmente que, con una temperatura de 35° C y 50% ó 60% de saturación del suelo, la germinación es más rápida que a 30° C y considerablemente mucho más rápida que a 25° C. Bajo condi-

condiciones de invernadero el maíz brota en 4 días a 27^a C, mientras que en condiciones de campo lo hace en 7 a 15 días. Según Wallace y Bressman, indica Shaw (19), el maíz emerge en 8 a 10 días con una temperatura promedio de 16^a a 17^a C, mientras que a 10^a C ó 11^a C brota en 18 a 20 días.

Aparentemente, uno de los primeros trabajos en que se estudió y midió el ritmo de velocidad de crecimiento del maíz ha sido el de Lehenbauer. En el citado estudio, indica Shaw (19), se midió la velocidad de crecimiento antes e inmediatamente después de la emergencia aunque con la siguiente limitación: que las medidas se hicieron sobre plántulas, en cámara húmeda y a temperatura casi constante, concluyéndose que el ritmo de crecimiento variaba con la temperatura. Fue Newhall, citado por Shaw (19), quien empleó una primera fórmula para medir la velocidad de crecimiento. Efectivamente, basándose en los estudios de Lehenbauer y usando ritmos de crecimiento promedio, para períodos de 3 horas, desarrolló una curva exponencial que medía los valores del crecimiento a una temperatura señalada, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$G = K \frac{T - 10.5}{10} ; \text{ donde:}$$

G = velocidad de crecimiento (m/m/hor) $\times 10^{-1}$; K = 3.35 y

T = temperatura en ^a C

Teóricamente, según esta expresión, el crecimiento debería ser tanto mayor cuanto más alta fuera la temperatura. Sin embargo, esto no ocurre en la práctica; de aquí que en la fórmula precedente se señalaron límites vitales para el crecimiento, siendo el límite inferior 2^a C, estimándose que a dicha temperatura cesa el crecimiento y el límite superior, 29^a C, a partir de la cual el incremento es constante.

Durante el período de crecimiento vegetativo, ésto es de emergencia a floración o del estado 0 al 4 inclusive de la escala de Hanway, ocurren cambios importantes. La planta deja de nutrirse de las reservas de la semilla y en adelante requiere condiciones adecuadas de humedad y temperatura, siendo de interés las correlaciones observadas entre el crecimiento y otros factores de la temperatura. Así, Bair, citado por Shaw (19) determinó una correlación de 0.81 entre el ritmo de crecimiento y temperatura y humedad (lluvia); sin embargo, bajo condiciones de sequía esta correlación fué apenas de 0.26. Hanna, citado por Shaw (19) encontró que el crecimiento del maíz estaba más relacionado con la temperatura que con cualquier otro factor y que la correlación era mayor cuando se usaron índices de temperatura a partir de 10^a C. Se encontró igualmente que el ritmo de crecimiento disminuía rápidamente conforme la temperatura se acercaba a 10^a C, atribuyéndose este hecho mayormente a los lentos procesos químicos de la división celular y en menor grado al ritmo de translocación de sustancias de reservas.

Una derivación en la aplicación del criterio respecto a la caracterización de niveles mínimos, óptimos y máximos de temperatura en relación con el crecimiento vegetal, ha sido el uso de las denominadas unidades de calor o grados - día de calor.

Este criterio fué utilizado por Katz (12) y Chase (3), comentado por Smith (20) y modificado por Gilmore y Rogers (6) en la estimación del calor requerido para que el maíz alcance la floración como expresión de precocidad o madurez.

El método ha sido referido ampliamente por McCloud et al (15) como una interesante aplicación agronómica del efecto de la temperatura sobre las plantas. Esta aplicación se integra con los conceptos de la fenología, fisiología y climatología y podría constituir un elemento de predicción del crecimiento, desarrollo y madurez de las plantas.

Gunn y Christensen (7), han usado también las unidades de calor relacionándolas con la madurez fisiológica y el ritmo de secamiento en híbridos de maíz, Purdy y Crane (16) aplicaron el sistema para tratar de explicar el posible control genético del ritmo de pérdida de humedad en híbridos y líneas de rápido y lento secamiento después de la madurez fisiológica.

Las unidades de calor o grados - día efectivos de calor, aplicados para una mejor comparación de las temperaturas de crecimiento, se refieren a la utilización de valores térmicos dentro de ciertos límites más allá de los cuales el crecimiento cesa, se retarda o es constante. En su concepción más simple, vendrían a estar representadas por los grados netos de calor que resultan luego de deducir al promedio de las temperaturas máximas y mínimas diarias, los términos de corrección dados, en primer lugar, por una temperatura mínima vital debajo de la cual el crecimiento cesa y de otro lado, por cualquier excedente de temperatura máxima, con los mismos efectos depresivos o de crecimiento constante, arriba de un óptimo. Las temperaturas vitales para el maíz, dentro de este concepto, han sido estimados en 10° C como mínimo y 30° C como óptimo.

Consecuentemente, las unidades de calor, vendrían a estar representadas por la siguiente fórmula de Gilmore y Rogers (6):

$$UC = \frac{Ta. \text{ mín. arriba de } 10^{\circ} C + Ta. \text{ máx. arriba del } 30^{\circ} C}{2} - 10^{\circ} C + \text{óptimo } (30^{\circ} C)$$

Esta expresión debe, sin embargo, modificarse de acuerdo al ambiente en que se aplique, sobre todo cuando las temperaturas mínimas no llegan a 10° C como ocurre en la sierra alta, ni a 30° C como es el caso de la costa central del país. Consecuentemente, la igualdad anterior será sustituida por otra, en la cual todo valor menor que el mínimo vital, deberá considerarse igual precisamente a 10° C. La fórmula simplificada sería la siguiente:

$$UC = \frac{Ta. \text{ mín.} + Ta. \text{ máx.}}{2} - 10^{\circ} C$$

Esta modificación la explican Gilmore y Rogers (6) considerando que, si se tomara el valor real de la temperatura mínima, la fórmula no representaría las unidades efectivas de calor. Podría darse el caso por ejemplo, que las unidades tuvieran un valor 0 para un día cualquiera en que las temperaturas fueran 6° C y 14° C. Sin embargo, la temperatura de 14° estaría indicando que en un momento de ese día la temperatura fué adecuada para el crecimiento, desde que ésta fué superior a 10° C.

La radiación solar es la principal fuente de energía para la formación endotérmica de la materia orgánica de las plantas. A través de la atmósfera sólo llega a la superficie de la tierra una fracción de la radiación total que representa la radiación global equivalente a 1.35 calorías o cantidad de energía solar recibida en la superficie de la tierra por minuto y por centímetro cuadrado. Esta radiación global es la que teóricamente se toma en consideración porque mide la

energía radiante recibida efectivamente por las plantas.

La fracción de energía solar fijada al estado de energía potencial por las plantas, puede considerarse muy débil. Una parte escapa a la absorción de las hojas; otra más importante se disipa en forma de calor durante la transpiración de una cantidad considerable de agua y finalmente, la planta, para sus propias necesidades, consume una pequeña fracción.

Demolón (4) señala que, tomándose como 100 la energía incidente total, su distribución o consumo sería la siguiente: en fotosíntesis .66; transpiración 48.39; transmitida por las hojas 31.40 y pérdida por irradiación 19.55.

La suma de calorías proporciona una medida de las cantidades de luz recibidas, pero no permite un análisis preciso de los fenómenos de crecimiento sobre los cuales las radiaciones de diferente longitud de onda, actúan en forma distinta. Esto se explica por cuanto, además de los rayos luminosos, el sol emite radiaciones que no son perceptibles a simple vista, como los rayos infrarrojos de efectos caloríficos y que representan más o menos el 60% de la energía irradiada por el sol.

La radiación neta recibida por las plantas resulta así de importancia básica en describir el ambiente físico del cultivo, desde que representa la energía disponible para el crecimiento. Se han estudiado estas relaciones, encontrándose que la distribución de esta energía neta es variable en los diferentes extractos o niveles del cultivo de maíz, indica Démmead et al (5), así como también correlaciones contradictorias entre la radiación y el crecimiento en otros cultivos, según Hipp (11), o entre la radiación y la acumulación de materia seca en maíz, según Shaw (19).

MATERIALES Y METODOS

Cinco híbridos dobles comerciales, fueron sembrados en los terrenos del fundo de la Universidad Nacional Agraria, La Molina, ubicada a 238 m. s. n. m.; 12°05' de Lat. S. y 76°57' de Long. W. Dichos híbridos fueron utilizados considerando primeramente, su amplia difusión en la agricultura costeña y en segundo lugar, sus aparentes diferencias en cuanto a desarrollo vegetativo y precocidad relativa, expresada esta última por el período en días de siembra a floración.

Las siembras se efectuaron en dos épocas por año y durante dos años, con el objeto de observar si el crecimiento acumulativo y el ritmo o velocidad de crecimiento, eran diferentes en siembras de invierno y de verano, o si aquellos variaban para una misma época entre años.

Las dos siembras de invierno se realizaron el 4 de Julio de 1969 y 1970 respectivamente, en tanto que las dos siembras de verano se llevaron a cabo el 17 de Octubre de 1969 y el 20 de Noviembre de 1970. Estas siembras en adelante fueron referidas como Invierno 69, Invierno 70, Verano 70 y Verano 71 respectivamente. Las fechas de siembra estuvieron enmarcadas prácticamente dentro de los períodos tradicionales del gran cultivo costeño, es decir, de aquellos en los cuales la planta cumple mayormente su ciclo vegetativo.

La disposición experimental adoptada fué en bloques completamente randomizados con 4 repeticiones. Las parcelas fueron de 8 surcos a 6 m de largo y distanciados 90 cm; los surcos tuvieron 11 golpes distanciados a 60 cm, sembrándose 5 semillas por golpe, para dejar tres plantas al desahije.

El cultivo se condujo normalmente en cuanto a prácticas culturales comunes, habiéndose uniformado el abonamiento, equivalente a 120 Kgs de Nitrógeno y 80 Kgs de Fósforo por hectárea.

Desde que uno de los objetivos del experimento fué medir el crecimiento acumulativo y el ritmo o velocidad de crecimiento, se marcaron para el efecto 5 plantas competitivas en los surcos centrales de cada parcela y en las 4 repeticiones de cada uno de los 4 experimentos considerados. El marcado de las plantas se hizo 30 días después de la siembra, teniendo en cuenta que, para las siembras de invierno sobre todo, las plantas tenían muy poco desarrollo en altura antes de esta edad, lo cual dificultaba una medición correcta y práctica bajo condiciones de campo. Sobre las 20 plantas marcadas por cada híbrido o 100 plantas totales correspondientes a los 5 híbridos, se midió semanalmente la altura en centímetros desde el cuello de la planta hasta el punto más alto de ésta. Por lo tanto el crecimiento acumulativo semanal de cada planta, estuvo dado por el incremento de la altura en centímetros, mientras que el ritmo o velocidad de crecimiento semanal estuvo dado por la diferencia en centímetros, entre la altura de dicha planta en una semana determinada y la altura de la misma en la semana inmediata anterior. Estas mediciones se efectuaron, con la frecuencia señalada, hasta la semana inmediata anterior al panojamiento. Consecuentemente, los períodos de observación del crecimiento abarcaron, para el Invierno 69, desde el 4 de Agosto hasta el 20 de Octubre de 1969 y para el Invierno 70 desde el 4 de Agosto al 3 de Noviembre de 1970. Los períodos de observación, para el Verano 70, desde el 17 de Noviembre de 1969 al 13 de Enero de 1970 y para el Verano 71, desde el 20 de Diciembre de 1970 al 15 de Febrero de 1971.

Por otro lado, desde que se ha considerado que el ritmo de crecimiento varía con la edad de la planta y las fluctuaciones ambientales, se trató de correlacionar a aquel con la temperatura, la radiación circunglobal, y horas de sol, considerados como factores más importantes.

Para el caso se utilizaron los valores diarios de temperatura máxima y mínima, radiación circunglobal expresada en calorías/cm² y horas de sol, registrados por el observatorio Von Humboldt de la Universidad Nacional Agraria, La Molina. Las temperaturas máxima y mínima se utilizaron para calcular las unidades de calor. Como durante las experiencias de campo, las temperaturas no llegaron a 30° C, el cálculo se simplificó mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$UC = \frac{Ta. \text{ mín.} + Ta. \text{ máx.}}{2} - 10^{\circ} C$$

Las unidades de calor calculadas, así como los valores de radiación y horas de sol también diarias, se acumularon semanalmente para los mismos períodos en que se hicieron las mediciones de las plantas.

Análisis de variancia con submuestreo fueron practicados para establecer el grado de significación entre las posibles diferencias en el ritmo de crecimiento semanal, para híbridos dentro de cada semana. Para establecer las posibles

diferencias de crecimiento de los híbridos en semanas dentro de cada época y de los híbridos en diferentes épocas, se practicaron análisis de variancia combinados.

Finalmente, regresiones y correlaciones simples y múltiples fueron computadas para cada época de siembra entre el ritmo de crecimiento y unidades de calor, radiación y horas de sol.

RESULTADOS

El crecimiento acumulativo semanal y días necesarios para alcanzar el estado final de observación de los 5 híbridos considerados en las 4 épocas de siembra, se muestra en el Cuadro 1. El crecimiento o altura final, en promedio de híbridos, fué prácticamente igual en épocas y años, advirtiéndose una tendencia al mayor crecimiento en las siembras de verano. Sin embargo, la velocidad de crecimiento y con ello el tiempo necesario para alcanzar determinada altura, fué notoriamente variable para épocas dentro de años y ligeramente variable para una misma época en diferentes años. En invierno, los híbridos crecieron más lentamente que en verano, desde que necesitaron 107 y 121 días en el Invierno 69 e Invierno 70 respectivamente, para alcanzar el mismo desarrollo que en el Verano 70 y Verano 71, donde necesitaron solamente 86 días. El mismo criterio es aplicable a los híbridos individualmente considerados, siendo de destacar únicamente, que, tres de ellos fueron consistentemente de mayor altura que los dos restantes en cualquier semana, época o año.

El ritmo de crecimiento semanal, ésto es, la altura o incremento en cm lograda por los híbridos para los mismos períodos del crecimiento acumulativo, se muestran en el Cuadro 2, en el que se indica, además, los niveles de significación para diferencias de híbridos en semana de cada época. Los híbridos individualmente o en promedio tuvieron un mayor ritmo de crecimiento en verano, especialmente en el Verano 71, mientras que, las diferencias entre las siembras de invierno no fueron aparentes. Independientemente de la época de siembra el ritmo de crecimiento semanal fué de magnitud variable, es decir, que los híbridos individualmente considerados o en promedio, crecieron a diferente velocidad cada siete días. El crecimiento en centímetros fué menor y lento en las primeras semanas para aumentar y acelerarse en el período medio de las observaciones y declinar a medida que se acercaba la última semana de observación. El análisis de variancia, por otro lado, indicó que las diferencias para ritmo de crecimiento semanal entre híbridos no ocurrieron sino en ciertas semanas de cada época de siembra y que estas semanas no fueron necesariamente las mismas para las diferentes épocas, estimándose en consecuencia la existencia de períodos críticos de crecimiento.

En base a estos resultados, un análisis combinado de variancia dentro de cada época de siembra demostró que tanto las semanas como los tratamientos o ritmo de crecimiento de híbridos, fueron altamente significativos en las 4 épocas, en tanto, que la interacción semanas por tratamientos fué altamente significativa en el Invierno 69 y solo significativa en Verano 70 e Invierno 70.

La sigmoide del crecimiento acumulativo y la curva diferencial o ritmo de crecimiento semanal de los 5 híbridos se indican en el Gráfico 1 para el Invierno 69 y Verano 70 en el Gráfico 2 para el Invierno 70 y Verano 71. En estos gráficos, estructurados en base a los Cuadros 1 y 2, se observa que los híbridos tuvieron la misma tendencia acumulativa tanto en invierno como en verano, diferenciándose solamente en el ritmo o velocidad con que crecieron en ambas épocas, siendo

CUADRO 1 CRECIMIENTO ACUMULATIVO SEMANAL (Cm) DE HÍBRIDOS EN EPOCAS DE SIEMBRA

		(X)													
DIAS		30	37	44	51	58	65	72	79	86	93	100	107	114	121
HIBRIDO															
A	PM-204	14.60	16.95	24.25	34.00	51.90	62.40	79.50	115.40	147.00	180.50	232.00	265.50		
	PM-205	15.20	17.70	26.15	35.35	53.05	69.05	86.00	121.50	152.50	186.25	239.25	273.50		
	PM-206	15.55	18.05	24.40	34.55	48.95	63.85	80.00	114.05	144.00	174.00	219.75	262.00		
	PM-211	12.90	15.50	22.35	29.90	45.80	55.70	69.25	99.90	130.25	158.25	203.75	243.75		
	Poey T-66	11.95	14.15	20.50	27.40	41.75	51.75	64.50	92.55	120.75	146.05	182.85	228.00		
	\bar{x}	14.04	16.47	23.53	32.24	48.29	60.55	75.85	108.68	138.90	169.01	215.52	254.55		
B	PM-204	28.25	44.35	61.50	77.75	104.55	145.30	191.95	227.05	262.05					
	PM-205	28.75	45.85	62.50	83.40	107.60	149.10	200.75	224.95	259.65					
	PM-206	30.45	47.95	71.40	92.00	116.50	155.75	210.00	237.25	269.25					
	PM-211	28.35	41.70	58.95	76.25	101.65	137.10	189.95	213.90	237.00					
	Poey T-66	26.55	39.55	54.65	68.70	90.65	124.30	165.75	189.05	219.05					
	\bar{x}	28.47	43.88	61.80	79.62	104.19	142.31	191.68	218.44	249.40					
C	PM-204	12.80	15.75	19.80	25.90	36.75	53.40	66.10	86.90	115.15	151.80	191.90	225.95	251.05	270.60
	PM-205	12.20	15.05	18.95	26.90	37.60	55.30	68.70	93.15	120.55	160.65	200.90	240.45	264.00	282.55
	PM-206	11.60	15.35	19.25	26.75	37.65	55.30	69.30	88.90	110.80	149.50	187.25	225.40	250.30	271.25
	PM-211	11.20	14.30	16.65	22.50	30.15	45.65	61.30	77.05	96.60	129.35	163.95	200.80	218.80	230.55
	Poey T-66	9.60	12.70	16.15	21.30	29.15	42.00	52.35	64.60	82.25	111.70	142.50	180.05	203.40	216.25
	\bar{x}	11.48	14.63	18.16	24.67	34.26	50.33	63.55	82.12	105.67	140.60	177.30	214.53	237.51	254.24
D	PM-204	36.15	65.30	89.00	125.65	173.35	214.55	248.40	277.70	281.20					
	PM-205	33.00	63.25	86.15	120.05	166.25	211.35	251.90	274.00	280.95					
	PM-206	32.45	59.35	81.65	114.25	159.65	204.60	242.40	268.25	274.85					
	PM-211	27.15	48.85	72.15	93.60	134.25	180.40	220.20	240.90	245.80					
	Poey T-66	26.70	50.60	67.00	94.60	137.35	173.40	208.80	220.35	224.55					
	\bar{x}	31.09	57.47	79.19	109.63	154.17	196.86	234.34	256.24	261.47					

(X) El crecimiento empezó a registrarse 30 días después de la siembra.

A = Inv. 69; B = Ver. 70; C = Inv. 70; D = Ver. 71

CUADRO 2 RITMO DE CRECIMIENTO SEMANAL (Cm) DE HIBRIDOS EN 4 EPOCAS DE SIEMBRA

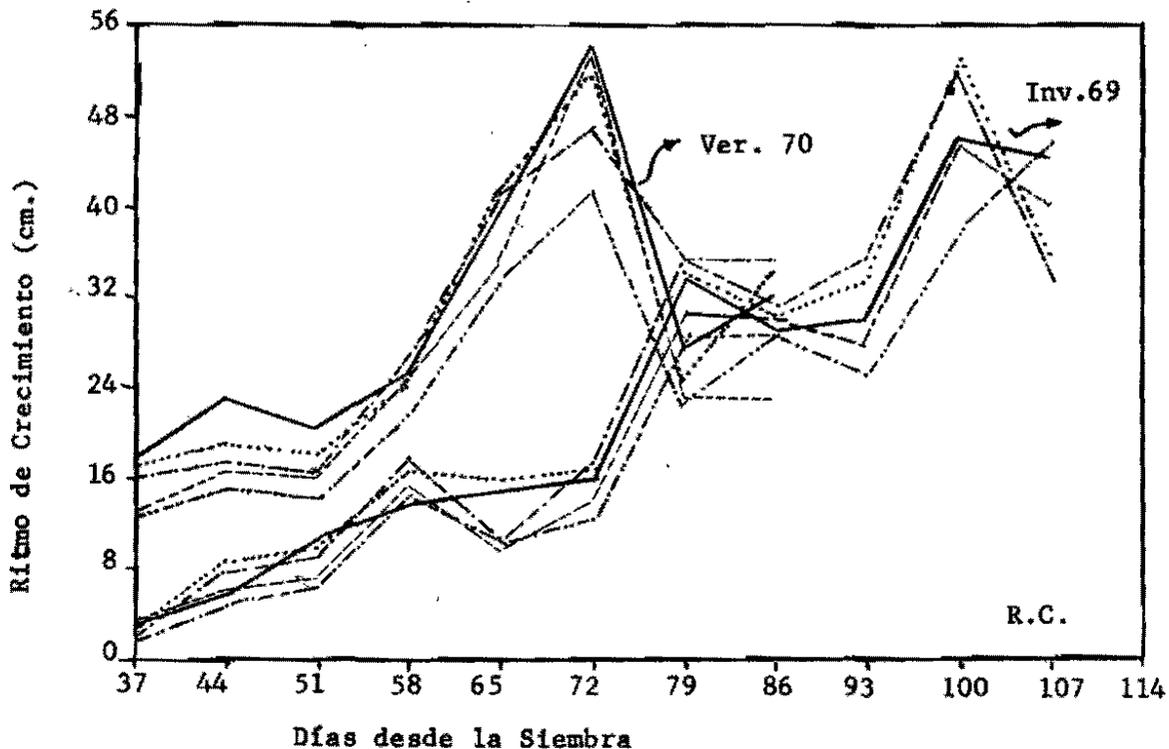
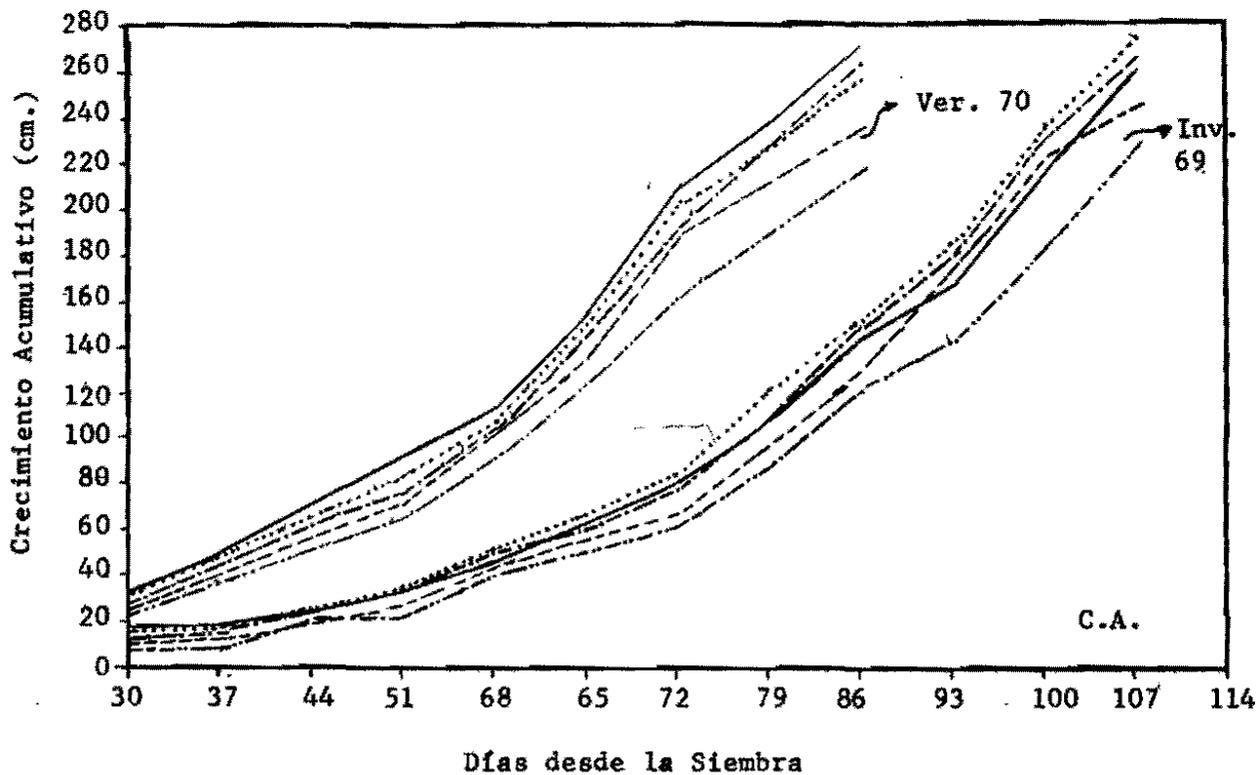
Epoca	DIAS (X)	37	44	51	58	65	72	79	86	93	100	107	114	121
	HIBRIDO		**	*	*		*		*	*				
A	PM-204	2.35	7.60	9.45	17.90	10.50	17.10	35.90	31.60	35.50	51.50	33.50		
	PM-205	2.50	8.45	9.20	17.70	16.00	16.95	35.50	31.00	33.75	53.00	34.25		
	PM-206	2.50	6.35	10.15	14.40	14.90	16.15	34.05	29.95	30.00	45.75	42.25		
	PM-211	2.60	6.85	7.55	15.90	9.90	13.55	30.65	30.35	28.00	45.50	40.00		
	Poey T-66	2.20	6.35	6.90	14.35	10.00	12.75	28.05	28.20	25.30	36.80	45.15		
	\bar{x}	2.43	7.12	8.65	16.05	12.26	15.30	32.83	30.22	30.11	46.51	39.03		
					*	*								
B	PM-204	16.10	17.15	16.25	26.80	40.75	46.65	35.10	35.00					
	PM-205	17.10	19.35	18.20	24.20	41.50	51.65	24.20	34.70					
	PM-206	17.50	23.45	20.60	24.50	39.25	54.25	27.25	32.00					
	PM-211	13.35	17.25	17.30	25.40	35.45	52.85	23.95	23.10					
	Poey T-66	13.00	15.10	14.05	21.95	33.65	41.45	23.30	30.00					
	\bar{x}	15.41	18.46	15.28	24.67	38.12	49.37	28.66	30.96					
								**	**	**	*			
C	PM-204	2.95	4.05	6.10	10.85	16.65	12.70	20.80	28.25	36.65	40.10	34.05	25.10	19.55
	PM-205	2.85	3.90	7.95	10.70	17.70	13.40	24.45	27.40	40.10	40.25	39.55	23.55	18.55
	PM-206	3.75	3.90	7.50	10.90	17.65	14.00	19.60	21.90	38.70	37.75	38.15	24.90	20.95
	PM-211	3.10	2.35	5.85	7.65	15.50	15.65	15.75	19.55	32.75	34.60	36.85	18.00	11.75
	Poey T-66	3.10	3.45	5.15	7.85	12.85	10.35	12.25	20.65	26.45	30.80	37.55	23.35	12.85
	\bar{x}	3.15	3.53	6.51	9.59	16.07	13.22	18.57	23.55	34.98	36.70	37.23	22.98	16.73
D	PM-204	29.15	23.70	36.65	47.70	41.20	33.85	28.60	4.20					
	PM-205	30.25	22.90	33.90	46.20	45.10	40.55	22.10	6.95					
	PM-206	26.90	22.30	32.60	45.40	44.95	37.80	25.85	6.60					
	PM-211	21.70	23.30	21.45	40.65	46.15	39.80	20.70	4.90					
	Poey T-66	23.90	16.40	27.60	42.75	36.05	35.40	11.55	4.20					
	\bar{x}	26.38	21.72	30.44	44.54	42.69	37.48	21.76	5.37					

(X) La primera diferencia en ritmo de crecimiento se obtuvo 37 días después de la siembra.

A = Inv. 69; B = Ver. 70; C = Inv. 70; D = Ver. 71

Nivel de significación: 0.05* Para diferencias en ritmo de crecimiento entre híbridos en semana

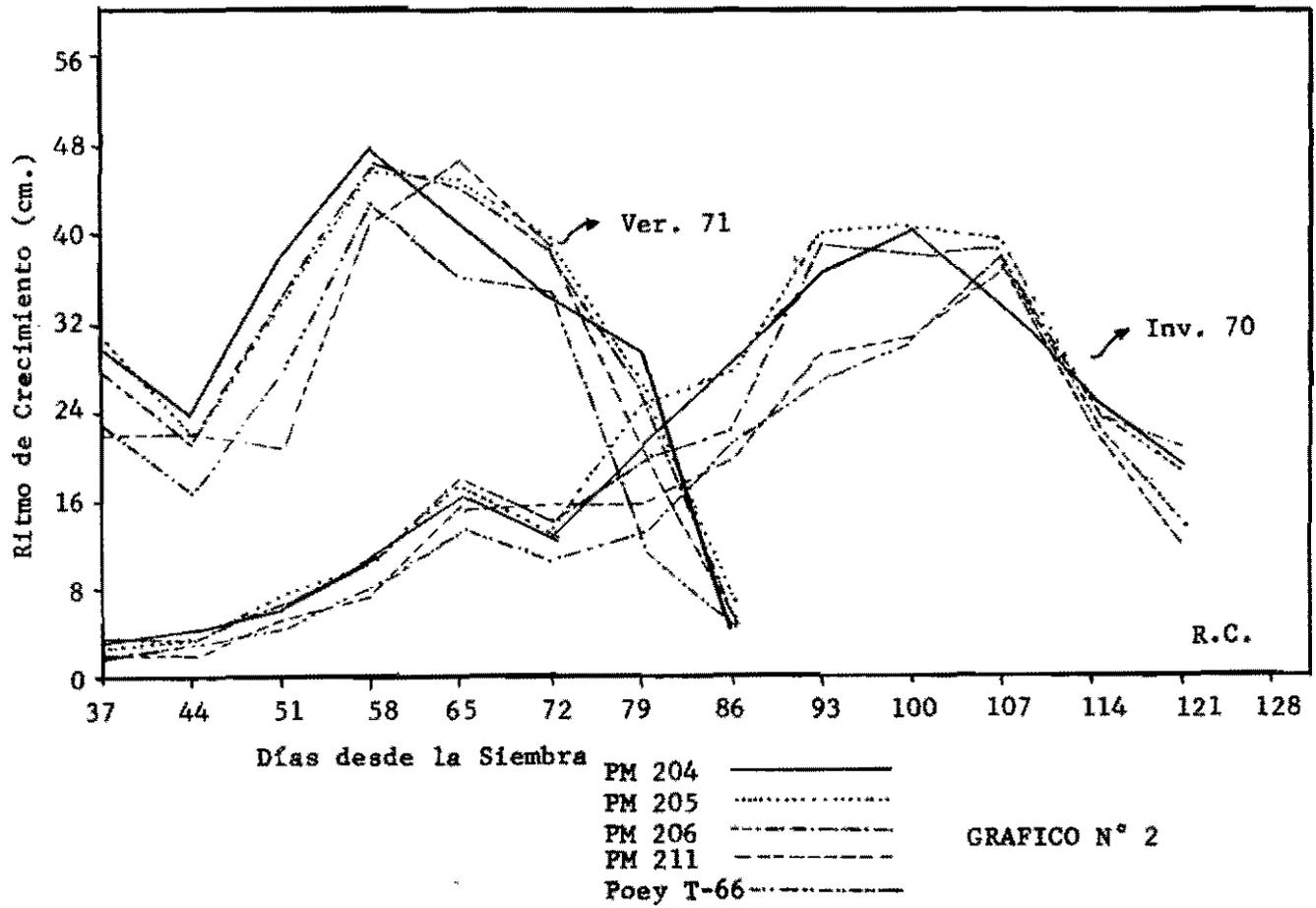
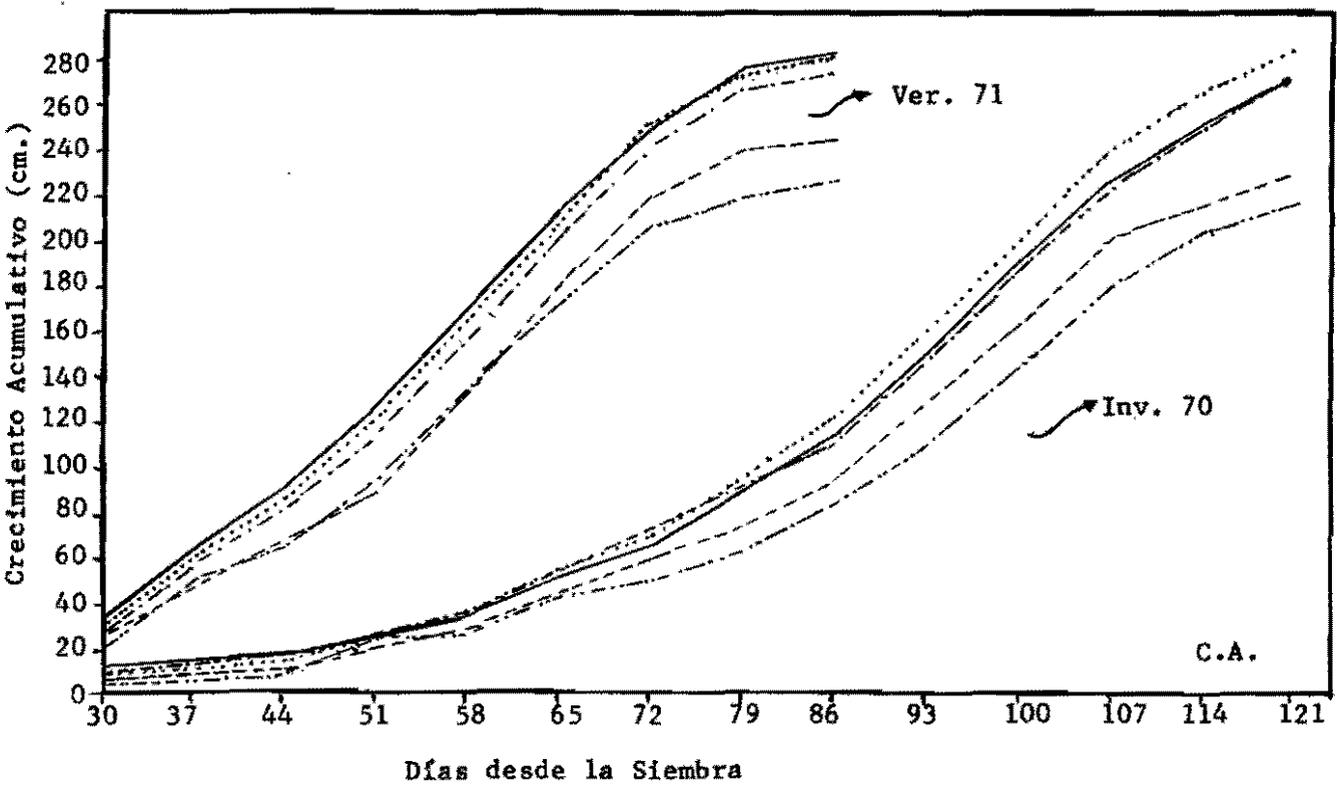
Nivel de significación: 0.01** Para diferencias en ritmo de crecimiento entre híbridos en semana



PM 204 —————
 PM 205
 PM 206 - - - - -
 PM 211 - - - - -
 Poey T-66.-----

GRAFICO N° 1

CRECIMIENTO ACUMULATIVO (CA) Y RITMO DE CRECIMIENTO (RC) SEMANAL DE CINCO HIBRIDOS EN DOS EPOCAS DE SIEMBRA



CRECIMIENTO ACUMULATIVO (CA) Y RITMO DE CRECIMIENTO (RC) SEMANAL DE CINCO HIBRIDOS EN DOS EPOCAS DE SIEMBRA

GRAFICO N° 2

- PM 204 —————
- PM 205 (dotted)
- PM 206 - - - - - (dashed)
- PM 211 - - - - - (dash-dot)
- Poey T-66 - - - - - (long-dashed)

mayor ésta en el verano. En cuanto al ritmo semanal se aprecia también que en algunas semanas éste fué menor que en la anterior, lo cual estaría indicando la influencia de algún factor ajeno a la planta.

Una evidencia del crecimiento similar entre híbridos, se aprecia en el Gráfico 3 donde se describe el crecimiento acumulativo y el ritmo o diferencial de crecimiento promedio por época de los 5 híbridos. Las tendencias e inflexiones son muy semejantes a las de cada híbrido individualmente considerado en cada época, lo que permitiría generalizar los promedios para un material genético por lo menos similar.

El ritmo de crecimiento semanal en relación a las unidades de calor (UC), radiación (Rd) y horas de sol (H.S.) para el promedio de híbridos en Invierno 69 y Verano 70, se presenta en el Gráfico 4, en tanto que estas relaciones para el Invierno 70 y Verano 71 se muestran en el Gráfico 5.

Hasta 30 días después de la siembra, los valores acumulados de estos tres factores ambientales fueron notoriamente superiores en verano, según se deduce al comparar cada una de estas épocas frente al invierno correspondiente, en cada uno de los 2 gráficos previamente referidos. Durante el período de observación se aprecia similar característica, no obstante que para el verano estos períodos fueron mucho más cortos, ya que sólo se requirió 56 días en las siembras de verano para alcanzar valores superiores a los de invierno 69 y 70, que se obtuvieron en 77 y 91 días respectivamente. En consecuencia, al final del período de observación, los valores de temperatura y horas de sol fueron en general, superiores en el verano, no obstante los 86 días requeridos para la acumulación, frente a los 107 y 121 días de las 2 épocas de invierno. Estas deducciones, pueden también establecerse si se comparan los valores en el Cuadro 2A, donde se observa además, que las diferencias entre épocas similares son menos notorias.

En los Gráficos 4 y 5 se observa que el ritmo de crecimiento, conforme se indicó en el Cuadro 2, fué mucho más rápido durante el verano, y que entre semanas de cualquier época, dicho ritmo no fué constante es decir, que los híbridos no crecieron a la misma velocidad semanalmente. La relación entre la velocidad de crecimiento y los factores ambientales en estudio puede inferirse, si se advierte que las depresiones en el ritmo semanal coinciden, generalmente, con una disminución de los valores estimados para dichos factores en la semana donde ocurre el fenómeno. Las unidades de calor y radiación son las que, aparentemente, determinan esta depresión en el crecimiento, particularmente en las siembras de invierno. Por otro lado, las depresiones al final del período de crecimiento, no coinciden necesariamente con una disminución de los valores térmicos, especialmente.

Los coeficientes de correlación simple para unidades de calor (X_1), radiación (X_2) y horas de sol (X_3) frente al ritmo de crecimiento de los híbridos PM-204 (Y_1), PM-205 (Y_2), PM-206 (Y_3), PM-211 (Y_4) y Poey T-66 (Y_5) se muestran en el Cuadro 3, para las 4 épocas de siembra. Las correlaciones positivas y altamente significativas en 3 de las 4 épocas evidencian la asociación de estas variables, siendo mas bien contradictorias las correlaciones en el Verano 71.

Una medida del efecto conjunto de las tres variables se aprecia en los coeficientes de correlación múltiple indicados en el Cuadro 4. El sentido y valor de estos coeficientes, positivos y altamente significativos, fué prácticamente igual para híbridos en épocas, o en todo caso variaron poco relativamente.

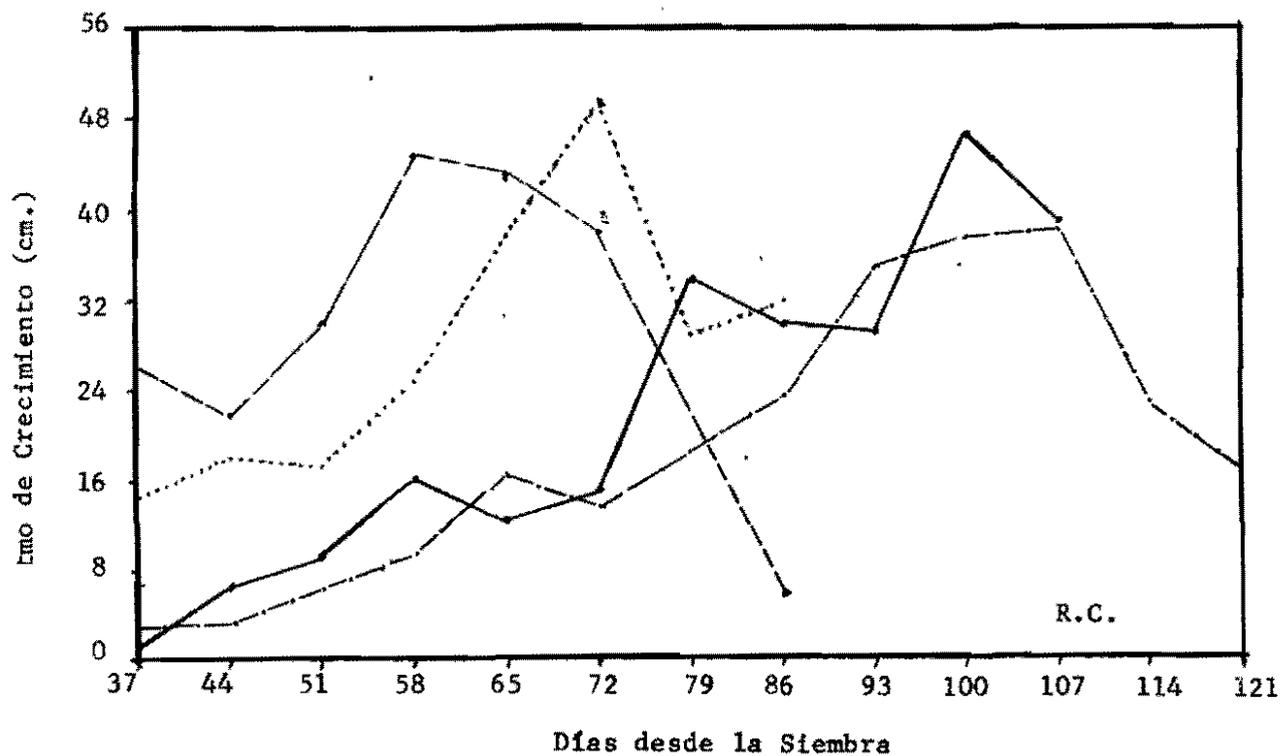
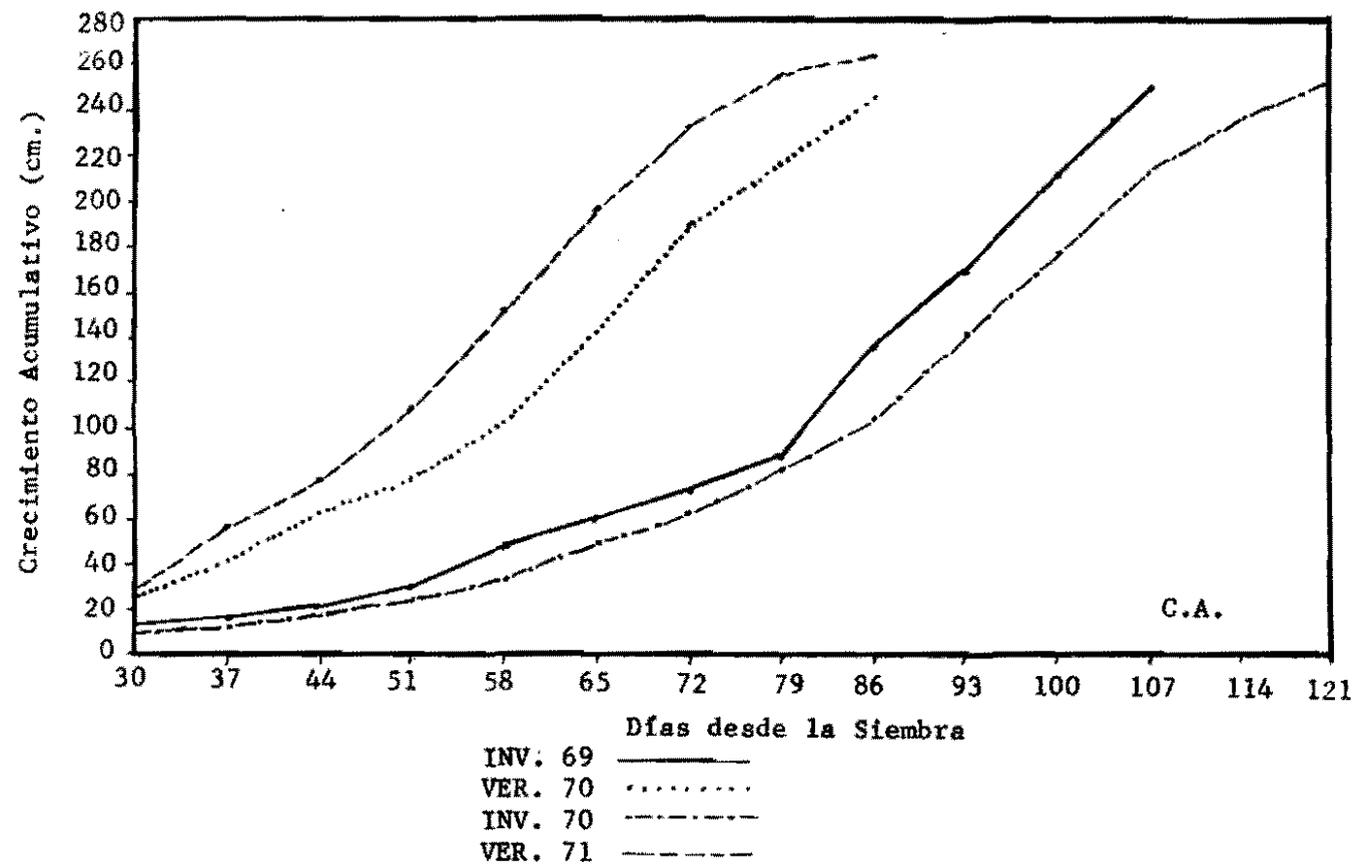


GRAFICO N° 3

CRECIMIENTO ACUMULATIVO (CA) Y RITMO DE CRECIMIENTO (RC)
 SEMANAL DE CINCO HIBRIDOS EN DOS EPOCAS DE SIEMBRA

EPOCA	VALORES ACUMULADOS DESDE LA SIEMBRA:		
	30 días después	Durante las observs.	Hasta el final de las observs
Inv.62	U.C. 181.6	510.9	692.5
	R.D. 4049	12467	16516
	H.S. 100:45'	286:32'	387:17'
Ver.70	U.C. 269.8	596.4	866.2
	R.D. 5501	11628	17129
	H.S. 114:45	263.35	378:17

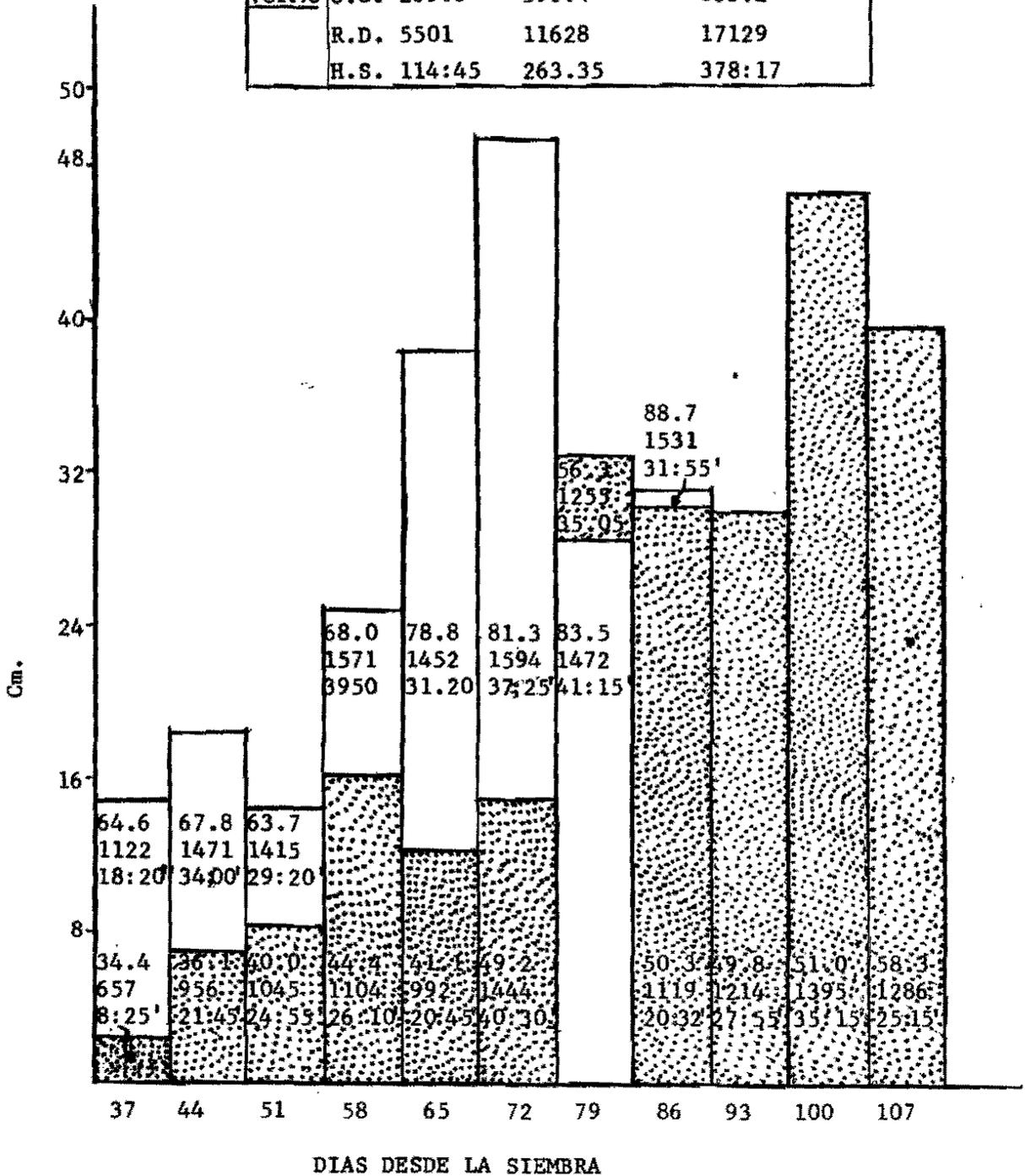


GRAFICO N° 4

EFFECTO DE LAS UNIDADES DE CALOR (U.C.), RADIACION (RD) Y HORAS DE SOL (H.S.) SOBRE EL RITMO DE CRECIMIENTO SEMANAL DE HIBRIDOS EN DOS

EPOCAS	VALORES ACUMULADOS DESDE LA SIEMBRA:			
		30 días después	Durante las observs.	Hasta el final de las obsv.
IN. 70	U.C.	134.9	534.5	669.4
	R.D.	3324	15889	19213
	H.S.	67:15'	450:50'	518:05'
VER. 71	U.C.	262.4	614.5	876.9
	R.D.	7189	13290	20479
	H.S.	198:30'	370:25'	568:55'

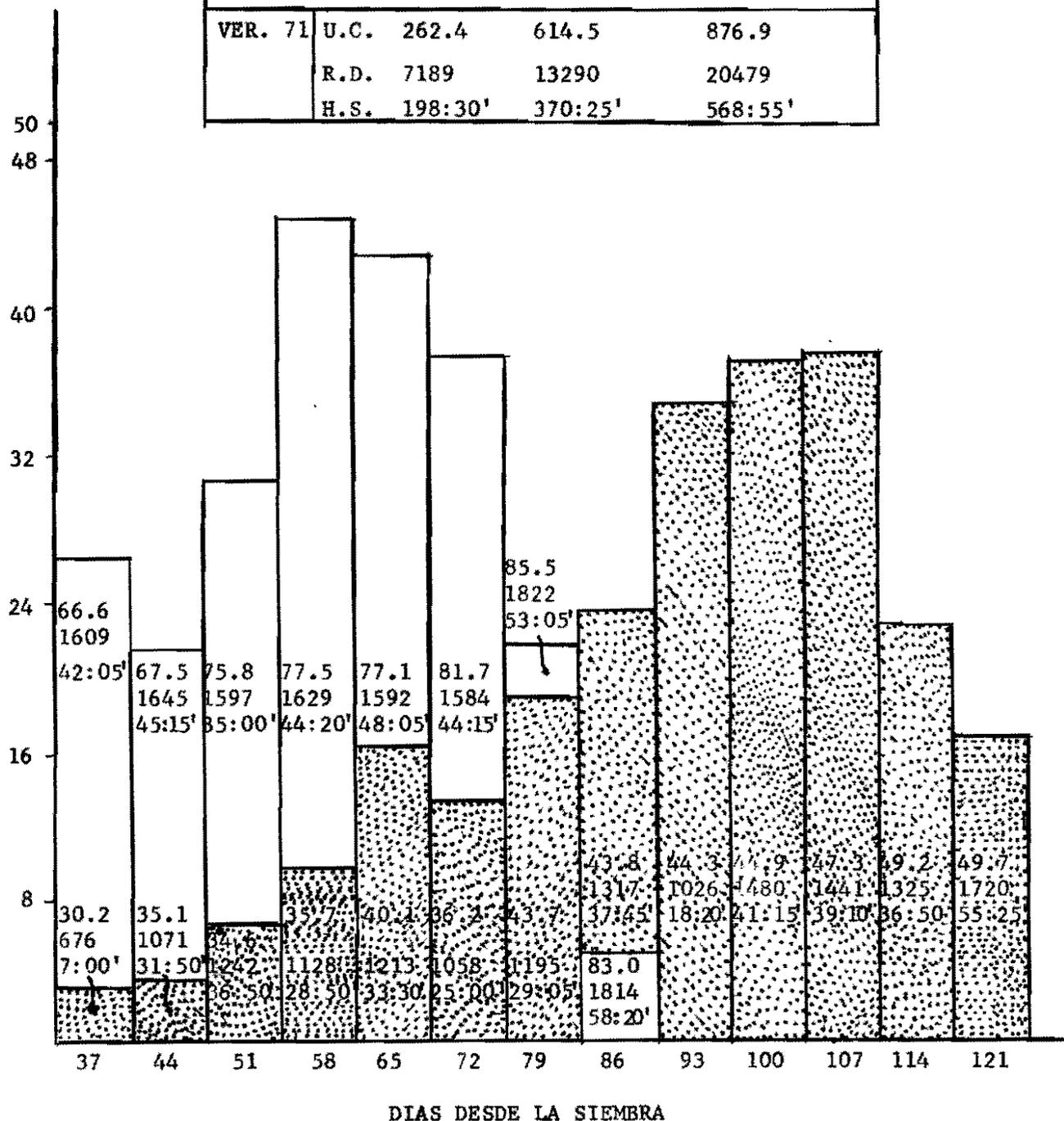


GRAFICO N° 5

EFECTO DE LAS UNIDADES DE CALOR (U.C.), RADIACION (RD) Y HORAS DE SOL (H.S.) SOBRE EL RITMO DE CRECIMIENTO SEMANAL DE HIBRIDOS EN DOS EPOCAS DE SIEMBRA

CUADRO 2 A UNIDAD DE CALOR, RADIACION Y HORAS D SOL ACUMULADAS EN 3 DIFERENTES ETAPAS DEL CRECIMIENTO Y 4 EPOCAS DE SIEMBRA.

EPOCA	UNIDADES DE CALOR			RADIACION			HORAS DE SOL		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Inv. 69	181.6	510.9	692.5	4049	12467	16516	100:45	286:32	387:17
Ver. 70	269.8	596.4	866.2	5501	11628	17129	114:45	263:25	378:10
Inv. 70	134.8	534.5	669.4	3324	15889	19213	67:15	450:50	518:05
Ver. 71	262.4	614.5	876.9	7189	13289	20478	198:30	370:25	568:55
Inv. 69	181.6	510.9	692.5	4049	12467	16516	100:45	286:32	387:17
Inv. 70	134.8	534.5	669.4	3324	15889	19213	67:15	450:50	518:05
Ver. 70	269.8	596.4	866.2	5501	11628	17129	114:45	263:25	378:10
Ver. 71	262.4	614.5	876.9	7189	13289	20478	198:30	370:25	568:55

- 1: Acumulado hasta 30 días después de la siembra
- 2: Acumulado durante los días de la observación: Inv. 69 , 77 días; Ver. 70, 56 días
Inv. 70 , 91 días; Ver. 71, 56 días
- 3: Acumulado desde siembra hasta el final de las observaciones:
Inv. 69, 107 días; Ver. 70, 86 días
Inv. 70, 121 días; Ver. 71, 86 días

CUADRO 3 Coeficientes de correlación simple entre Ritmo de Crecimiento de Híbridos Comerciales y Unidades de Calor, Radiación Total y Horas de Sol en diferentes Epocas de Siembra.

INVIERNO 69	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅
X ₁	0.800 ^{XX}	0.794 ^{XX}	0.867 ^{XX}	0.847 ^{XX}	0.865 ^{XX}
X ₂	0.707 ^{XX}	0.706 ^{XX}	0.704 ^{XX}	0.684 ^{XX}	0.645 ^{XX}
X ₃	0.548 ^{XX}	0.542 ^{XX}	0.495 ^{XX}	0.465 ^{XX}	0.398 ^X
Nivel de significación			= 0.05	p = .304	
Nivel de significación			= 0.01	p = .393	
INVIERNO 70	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅
X ₁	0.744 ^{XX}	0.741 ^{XX}	0.765 ^{XX}	0.638 ^{XX}	0.730 ^{XX}
X ₂	0.458 ^{XX}	0.440 ^{XX}	0.466 ^{XX}	0.360 ^X	0.460 ^{XX}
X ₃	0.298	0.265	0.287	0.190	0.302
Nivel de significación			= 0.05	p = .273	
Nivel de significación			= 0.01	p = .354	
VERANO 70	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅
X ₁	0.686 ^{XX}	0.570 ^{XX}	0.581 ^{XX}	0.455 ^{XX}	0.679 ^{XX}
X ₂	0.492 ^{XX}	0.462 ^{XX}	0.536 ^{XX}	0.521 ^{XX}	0.548 ^{XX}
X ₃	0.424 ^X	0.269	0.361 ^X	0.398 ^X	0.381 ^X
Nivel de significación			= 0.05	p = .349	
Nivel de significación			= 0.01	p = .449	
VERANO 71	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅
X ₁	-0.103	-0.115	-0.036	-0.025	-0.134
X ₂	-0.589 ^{XX}	-0.710 ^{XX}	-0.641 ^{XX}	-0.633 ^{XX}	-0.782 ^{XX}
X ₃	-0.551 ^{XX}	-0.535 ^{XX}	-0.483 ^{XX}	-0.327	-0.578 ^{XX}
Nivel de significación			= 0.05	p = .349	
Nivel de significación			= 0.01	p = .449	

CUADRO 4 Coeficientes de Correlación Múltiple entre Ritmo de Crecimiento de Híbridos Comerciales y Unidades de Calor, Radiación Total y Horas de Sol en diferentes Epocas de Siembra.

		Inv. 69	Inv. 70	Ver. 70	Ver. 71
Ry ₁	123	0.812 ^{XX}	0.799 ^{XX}	0.706 ^{XX}	0.673 ^{XX}
Ry ₂	123	0.809 ^{XX}	0.828 ^{XX}	0.663 ^{XX}	0.789 ^{XX}
Ry ₃	123	0.885 ^{XX}	0.849 ^{XX}	0.680 ^{XX}	0.751 ^{XX}
Ry ₄	123	0.874 ^{XX}	0.756 ^{XX}	0.578 ^{XX}	0.793 ^{XX}
Ry ₅	123	0.910 ^{XX}	0.786 ^{XX}	0.745 ^{XX}	0.866 ^{XX}
= .05, p = 0.419		= .05, p = 0.383	= .05, p = 0.490	= .05, p = 0.490	
= .01, p = 0.494		= .01, p = 0.456	= .01, p = 0.573	= .01, p = 0.573	

La medida en que el crecimiento, dinámico y variable, pudiera ser afectado por los factores ambientales en estudio, fué estimada mediante los coeficientes de regresión lineal y curvilínea. Aún cuando se consideró que el crecimiento es similar teóricamente a una curva parabólica, las líneas de regresión lineal y curvilínea fueron sin embargo muy similares, por lo que, para las condiciones del experimento el crecimiento se ajustó mas bien a una regresión lineal. No obstante, con fines de ilustración se indican en el Cuadro 5 las respectivas ecuaciones de regresión para un híbrido representativo, como es el caso del PM-204 en 2 de las 4 épocas de siembra.

Finalmente, el grado de respuesta del crecimiento con respecto a la temperatura en las dos primeras etapas del gran período, se indica en el Cuadro 6, donde se observa que han existido diferencias en tiempo para alcanzar determinada etapa de crecimiento, tiempo en el cual también se acumuló aproximadamente la misma cantidad de energía radiante.

DISCUSION

La temperatura, como principal factor en estudio, ha tenido una influencia característica sobre el crecimiento de híbridos de maíz en diferentes épocas de siembra. La acción de este factor ha sido menos notoria sobre el crecimiento o altura final de la planta y mucho más evidente sobre la intensidad o velocidad de crecimiento.

En el primer caso (Cuadro 1) las plantas no llegaron a ser diferentes en altura final para los períodos de observación en las 4 épocas de siembra, lo que estaría demostrando que la capacidad potencial de crecimiento es inherente a la planta y que ésta última es capaz de expresarla casi al máximo, bajo condiciones de temperatura cercanas al óptimo. El promedio de 2.5 m de altura final de los híbridos en las cuatro épocas de siembra demostró que el crecimiento no fué mayormente afectado por las temperaturas, cualquiera que haya sido la época de siembra, aunque aparentemente en el Verano 71 se apreciara una tendencia hacia un mayor crecimiento. Esta característica general, como expresión genética, puede también apreciarse al considerar los híbridos individualmente, desde que tres de ellos, el PM-204, PM-205 y PM-206, fueron en todos los casos más altos que los dos restantes, el PM-211 y Poey T-66.

En el segundo caso, la temperatura influyó decisivamente sobre la velocidad de crecimiento de los híbridos determinando en última instancia que, en cada época de siembra, el período en días fuera diferente para alcanzar la altura final (Cuadro 2), siendo explicable que el período de invierno fuera relativamente el más largo, desde que las temperaturas fueron más bajas. Esta condición determinó, finalmente, que el crecimiento promedio semanal de los híbridos fuera menor en el Invierno 69 e Invierno 70 donde alcanzaron en 107 y 121 días, 22 y 19 cm respectivamente, en tanto que para el Verano 70 y Verano 71, les correspondió, en 86 días, un crecimiento semanal de 28 y 29 cm respectivamente.

La altura de la planta es una característica varietal, cuya expresión final resulta de la interacción con el ambiente o temperatura en particular. Los híbridos característicamente más altos, expresaron esta particularidad durante todas las semanas de observación, circunstancia que a su vez tradujo en un incremento semanal también mayor. Sin embargo, estos incrementos, con respecto a épocas, fueron

CUADRO 5 ECUACIONES DE REGRESION PARA RITMO DE CRECIMIENTO (Y) DEL HIBRIDO PM-204
FRENTE A TRES VARIABLES (X) EN DOS EPOCAS DE SIEMBRA.

Invierno 69	Y = -52.74667 + 1.62676 X ₁ ;	- 34.68504 + .05072 X ₂ ;	- 3.24475 + 1.00024 X ₃
	**	**	**
Verano 70	Y = -47.68132 + 1.03160 X ₁ ;	- 41.17258 + .04843 X ₂ ;	1.34358 + .84677 X ₃
	**	**	*

Invierno 69	Y = -136.27926 + 5.35110X ₁ - .04041X ₁ ²
	Y = - 44.36908 + .06965X ₂ - .88473X ₂ ²
	*
	Y = - 20.39152 + 2.53303X ₃ - .03044X ₃ ²

Verano 70	Y = -543.86310 + 14.38813 X ₁ - .08859X ₁ ²
	Y = 187.75835 - .29675 X ₂ + .00012X ₂ ²
	Y = - 15.56904 + 2.04763 X ₃ - .02002X ₃ ²

bxy : Significación al 0.05 % *

Significación al 0.01 % **

CUADRO 6 COMPARACION DE VALORES TERMICOS ACUMULADOS EN DOS ETAPAS DEL GRAN PERIODO DE CRECIMIENTO.

	1 ^a Etapa (80días)		2 ^a Etapa (30días)	
Invierno	UC:	481	UC:	209
	Rd:	11502	Rd:	0.5014
	H. Sol:	278	H. Sol:	109
	1 ^a Etapa (40días)		2 ^a Etapa (30 días)	
Verano	UC:	402	UC:	291
	Rd:	8094	Rd:	6089
	H. Sol:	166	H. sol:	148

siempre mayores durante el verano, aunque dentro de cualquier época no fueron de la misma magnitud, conforme se aprecia en el Gráfico 3 en promedio de los híbridos para las 4 épocas.

El análisis de las sigmoides en los Gráficos 1, 2 y 3 pone en evidencia que, durante el gran período de crecimiento del maíz, la velocidad o ritmo de crecimiento varía sin cesar, cualquiera que sea la época. Sin embargo, la intensidad, como ya se ha indicado, es siempre menor en invierno, por lo que su sigmoide, aún siendo cercana a la típica, es también más extendida que la del verano, considerando que en ambas épocas el crecimiento empezó a medirse desde 30 días después de la siembra. La relativa apariencia de las sigmoides respecto a la curva típica de crecimiento acumulativo se debería a que en ésta última se considera que las condiciones del medio son favorables y permanentes; sin embargo, este no ha sido el caso para las condiciones del estudio, por lo que la curva ha ofrecido discontinuidades, que se reflejan en las inflexiones del ritmo semanal, según se observa en los tres gráficos referidos.

La apariencia entre la sigmoide teórica y la obtenida en 4 épocas, es más ajustada cuando se compara la intensidad de crecimiento en cada una de las tres etapas del gran período.

En la primera etapa de crecimiento, la ganancia en altura fué relativamente lenta e independiente de la época, pero de un valor siempre menor en la estación más fría. Esta primera etapa durante el invierno abarcó aproximadamente 70 ó 80 días desde la siembra, con una altura de planta, que fué desde 11 cm (a 30 días de la siembra) hasta 80 cm (a 80 días de la siembra). Durante el verano la etapa fué mucho más corta, puesto que se cumplió en 40-45 días desde la siembra y con alturas de planta desde 28 cm (30 días) hasta 90 cm (45 días).

En la segunda etapa, central, de crecimiento rápido, donde la fotosíntesis se ha verificado sobre las hojas ya presentes y las nuevas desarrolladas, se aprecia por las sigmoides de ambas épocas, que el crecimiento tiene lugar rápidamente y que en todo caso, las plantas han empleado prácticamente el mismo tiempo en días para alcanzar su altura final o inmediata a la iniciación de la última etapa del gran período de crecimiento. Esto es evidente, desde que, para el invierno o verano las plantas han necesitado más o menos 30 días para cumplir la segunda etapa de crecimiento, cuyo ritmo fué aproximadamente igual a 34 cm semanales para cualquiera de las épocas. Las plantas, consecuentemente, crecieron en este período, aproximadamente 170 cm, desde que la altura de planta al inicio y final de la etapa fué de 90 cm y 260 cm en el verano, mientras que en el invierno fué de 80 cm y 250 cm respectivamente. El paralelismo de las curvas acumulativas en esta segunda etapa del gran período de crecimiento quedaría de este modo explicado, como también la magnitud de las inflexiones de las curvas para ritmo de crecimiento. En este último caso, se observa precisamente que los mayores incrementos semanales se inician a los 40-45 días en verano y a los 70-80 días en invierno para decaer al término de la etapa, coincidiendo con la iniciación de la tercera en que el crecimiento es pequeño y terminará por anularse.

Las particularidades del crecimiento acumulativo y diferencial hasta aquí analizados, permitirían explicar las diferencias estadísticas encontradas.

En primer lugar, la diferencia del ritmo de crecimiento de híbridos en semanas (Cuadro 2), como ocurre en el invierno, se debería a que algunos de ellos acusan sensibilidad a las temperaturas relativamente bajas de ese momento, respues-

que se traduce en un crecimiento menor, características que podrían atribuirse a los híbridos PM-211 y Poey T-66, considerados de verano, aunque no se realizó una prueba de significación para determinar estas diferencias. En segundo lugar el hecho de que estas diferencias significativas entre híbridos no coincidan en todos los casos para una misma semana en los dos inviernos podría atribuirse, además de un posible error de muestreo, a que el estado de crecimiento no fué precisamente el mismo para cualquiera de 2 semanas dadas.

Las diferencias significativas para ritmo de crecimiento de híbridos en verano, por el contrario, no han sido aparentes (Cuadro 2). La diferencia en una sola semana, que no es necesariamente la misma para los dos veranos, podría atribuirse a un error de muestreo desde que las temperaturas han sido muy favorables al crecimiento.

Las diferencias altamente significativas de ritmo de crecimiento entre semanas y dentro de semanas en cada una de las 4 épocas, por otro lado, estaría demostrando la consistencia de las diferencias analizadas en las tres etapas del gran período de crecimiento, aunque no se haya realizado una prueba para establecer las semanas entre las que hubo tales diferencias. La interacción semana x tratamiento, altamente significativa en el Invierno 69 y significativa para el Verano 70 e Invierno 70 corrobora la influencia de la temperatura sobre la velocidad de crecimiento. Por otro lado, al no ser significativa las diferencias para ritmo de crecimiento entre los dos inviernos, se estaría demostrando que bajo las condiciones de la costa central, el efecto de años es nulo. Esta situación parecería contradictoria frente a aquella derivada de los dos veranos entre las que hubo diferencias significativas, pero que en todo caso podrían atribuirse a las diferentes fechas de siembra u otra causa no determinada.

De los factores climáticos, el calor y la luz son de los más importantes y llegan a actuar sobre el crecimiento, a través de la radiación total o global que mide la energía radiante recibida efectivamente por los vegetales. Como es sabido, esta radiación solar, es absorbida en gran parte por la atmósfera, absorción que afecta desigualmente a las distintas radiaciones. Es débil para las radiaciones que interesa a la fotosíntesis y relativamente variable según las estaciones para las radiaciones caloríficas o rayos infrarrojos. Además, como ya se ha indicado, la fracción de esta energía solar fijada, al estado potencial por la planta resulta aún más débil, ya que una parte escapa a la absorción de hojas y otra se disipa en forma de calor en la transpiración. Este concepto general, pone en evidencia que los diferentes factores ambientales que emanan de la radiación global interactúan de un modo complejo sobre el crecimiento de la planta, haciendo por lo mismo difícil poder medir el efecto aislado de cualquiera de dichos factores.

En el caso de las relaciones del ritmo de crecimiento con la temperatura, expresada como unidades de calor, la radiación y horas de sol, los coeficientes de correlación simple (Cuadro 3) y los coeficientes de correlación múltiple (Cuadro 4) están indicando el alto grado de asociación existente. Igualmente, los coeficientes de regresión (Cuadro 5) estarían indicando la medida de variación del crecimiento por variación de cualquiera de las variables consideradas. Sin embargo, cabe destacar en este caso particular que, para una mejor interpretación de estos coeficientes, las observaciones deberían efectuarse probando diferentes temperaturas para un mismo estado de desarrollo, bajo condiciones de invernadero; de aquí que los coeficientes estimados deberán tomarse con las reservas del caso.

Pese a las limitaciones que la naturaleza del presente estudio impone, algunas consideraciones pueden, sin embargo, derivarse. La temperatura y radiación influyen fundamentalmente acelerando o retardando el crecimiento, según la intensidad con que actúen. Los valores térmicos son así, superiores en el verano, donde mayor y más acelerado es también el crecimiento, según se observa en los Gráficos 4 y 5 donde las sumas totales de calor, siendo generalmente mayores, se han logrado en menor tiempo como evidencia de una radiación más intensa. Sin embargo, como una evidencia de la correlación existente entre crecimiento y temperatura, las depresiones que se observan en el ritmo de crecimiento han coincidido con una disminución de temperatura en la semana considerada.

Los valores térmicos semanales, siendo muy similares entre semanas de una misma época no han tenido necesariamente el mismo efecto sobre el crecimiento, apreciación que está íntimamente relacionada con las características del gran período de crecimiento. En la primera etapa, donde el crecimiento es relativamente lento para cualquier época, los valores de temperatura y radiación son muy similares a aquellos de la segunda etapa, donde independientemente de la época, las plantas rápidamente alcanzaron igual altura y en un tiempo también idéntico, que fué de 30 días. Por el contrario, se observa que para la tercera etapa del gran período, siendo el crecimiento mucho menor, las temperaturas se han mantenido muy similares a las de las primeras etapas, lo que está indicando la poca influencia del factor en esta etapa final de crecimiento.

Una evidencia de esta respuesta característica de la planta a las temperaturas, podría encontrarse en la acumulación de unidades de calor, radiación y horas de sol en las 2 primeras etapas del gran período, según se indica en el Cuadro 6.

Para la primera etapa, de diferente duración en días, los valores son muy similares y mayores que aquellos de la segunda etapa de igual duración en días para ambas épocas. Esta característica estaría indicando que las plantas para cumplir determinada etapa de crecimiento necesitan a su vez de una determinada cantidad de calor y que alcanzarán dicha etapa en un tiempo tanto más corto cuanto más intensa sea la temperatura, dentro de los límites conocidos, naturalmente.

Los datos observados indicarían además que entre etapas existen diferencias fundamentales en cuanto al ritmo de crecimiento para una temperatura similar. Así, en la primera el período es largo, debido posiblemente a que la planta aún no ha formado todavía todo su aparato foliar, siendo por lo tanto su producción fotosintética relativamente baja. Esta última se incrementará en la segunda etapa, donde la planta desarrollará todo su follaje; además, actuando bajo temperaturas similares a las de la primera etapa, cumplirá su proceso en un tiempo igual en invierno o en verano. Esta apreciación permitiría establecer que la diferencia mayor en el gran período de crecimiento estaría justamente en la primera etapa, abriéndose en todo caso una interrogante a mayores interpretaciones de orden fisiológico principalmente.

CONCLUSIONES

1. El crecimiento acumulativo o altura final del maíz, hasta inmediatamente antes del panojamiento, fué similar en invierno y verano y no fué mayormente afectado por la energía radiante acumulada.
2. El tiempo necesario para alcanzar la altura final fué de 107 y 121 días en el invierno y de 86 días en el verano.

El ritmo o diferencial de crecimiento semanal fué más intenso en verano.

El ritmo de crecimiento no tuvo la misma intensidad a través de las semanas. Para cualquier época los incrementos fueron menores, en las primeras semanas, acelerándose luego, para disminuir al final de la tercera etapa del gran período de crecimiento.

La duración de la primera etapa del gran período fué de 80 días en invierno y de 40 días en verano, siendo ésta la razón de la diferencia en tiempo para el crecimiento final acumualtivo.

La etapa central de crecimiento rápido en el gran período tuvo lugar en 30 días para ambas épocas y las plantas crecieron con la misma intensidad.

El crecimiento está relacionado con la energía radiante absorbida y las plantas cumplen sus diferentes estadios al alcanzar en tiempo más o menos corto un valor dado de energía radiante.

La energía radiante afecta mayormente la primera etapa de crecimiento, deprimiéndolo cuando aquella disminuye.

La radiación y unidades de calor han tenido aparentemente mayor efecto que las horas de sol, sobre el crecimiento.

La velocidad de crecimiento fué prácticamente igual entre híbridos, siendo la diferencia sólo de carácter varietal.

BIBLIOGRAFIA

1. BERGER J. 1962. Maize production and the manuring of maize. Centre D'Etude De L'Azote 5 Genova.
2. BONNER J. y GALSTON A. W. 1969. Principios de Fisiología Vegetal. Colec. Ciencia y Técnica, Edit. Aguilar
3. CHASE SH. and NANDA D. 1967. Number of leaves and naturity classification in Zea Mays. Crop Sci. 7: 431 - 432.
4. DEMOLON A. 1966. Crecimiento de los vegetales cultivados. Principios de Agronomía 2. Edit. Omega S.A., Barcelona, España.
5. DENMEAD O. T., L. J. FRITSCHEN, and R. H. SHAW. 1962. Spatial distribution of net radiation in a corn field. Agron. J. 54: 505 - 510.
6. GILMORE Jr. E. C. and ROGERS J. S. 1958. Heat units as a method of measuring maturity in corn. Agron. J. 50: 611-615
7. GUN RALPH B. and CHRISTENSEN R. 1965. Maturity relationships among early to late hybrids of corn. (Zea Mays). Crop Sce. 5: 299 - 302
8. HANWAY J. J. 1963. Growth stages of corn (Z. M. L.) Agron. J. 55: 487 - 492
9. HANWAY J. J. 1966. How a corn plant develops? Special Report N^o 48. Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service, Ames, Iowa.
10. HANWAY J. J. and RUSSELL W. A. 1969. Dry matter accumulation in corn (Zea Mays) plants: Comparisons among single cross hybrids. Agron. J. 61: 947 - 951.
11. HIPP B. W. R. COWLEY, C. J. GERARD, and A. SMITH. 1970. Influence of solar radiation and dates of planting and yield of Sweet sorghum. Crop. Sce. 10: 91 - 92.
12. KATZ Y. H. 1952. The relationship between heat units accumulation and the planting and harvesting of canning pea. Agro. J. 44: 74 - 78
13. KIESSELBACH T. A. 1949. The structure and reproduction of corn. Nebraska Agr. Exp. Sta. Res. Bull. 161. Lincoln, Nebraska.
14. _____ . 1950. Progressive development and seasonal variations of the corn crops. Univ. of Nebraska. College of Agric. Agric. Exp. Sta. Res. Bull. 166, Lincoln, Nebraska
15. MC CLOUD D. C., BULÁ R. J. and SHAW R. H. 1964. Heat unit accumulation. Field Plant Physiology Advances in Agronomy. Vol. 16 pp. 35 - 36. Academic Press Inc. N. York.

- PURDY J. L. and CRANE P. L. 1967. Inheritance of drying rate immature corn (*Zea Mays* L.). *Crop Sci.* 7: 294 - 297
- SHAW R. H. and LOOMIS W. E. 1950. Bases for the prediction of corn yields. *Plant Physiology* 25: 225 - 224
- SHAW R. H. and THOMAS C. S. 1951. a. On the phenology of field corn, the vegetative period. *Agron. J.* 43: 541 - 546
- SHAW R. H. 1955. Climatic requirements Corn and Corn Improvement. Vol. 4, *Agronomy Academic Press Inc.*, New York, pp. 315 - 341.
- SMITH I. D. 1968. Better ways of predicting corn maturity. *Doane's Agricultural Report. Business Issue.* July.

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DE SEIS VARIEDADES
DE MAIZ FORRAJERO^{1/}

Cristóbal Villasís^{2/}

INTRODUCCION

El cultivo del maíz por su amplio rango de adaptación tanto en altitud como en suelos es uno de los más difundidos en el Ecuador y aprovechado tanto para consumo humano como para consumo animal.

Como forraje es aprovechado por el ganado, principalmente bovino, que es fuente de riqueza y alimentación de los pueblos.

Reducida población de cualquier cultivo puede ocasionar desperdicio de terreno entre plantas, que de ser utilizado por otras, podría aumentar rendimientos y mejorar la economía del agricultor. Por otro lado, densidades excesivas son antieconómicas y favorecen el encamado.

REVISION DE LITERATURA

Pierre, Aldrich y Martin (6), reportan que los primeros estudios referentes a población de maíz datan de 1889 de Indiana, Illinois y Connecticut. Citan a Ritchey quien sumalizó estos estudios en 1933 y llegó a la conclusión de que la óptima densidad de maíz era mayor conforme se alejaban del Sur hacia el Norte de los Estados Unidos, con mayores suplementos de humedad, del más bajo al más alto nivel de productividad del suelo, y genéticamente, de las plantas más grandes a las más pequeñas.

Morrison (5) destaca la importancia del maíz en la alimentación del ganado ya sea en ensilaje, como forraje seco o como forraje verde fresco. En relación a la densidad de siembra, opina que varía según el destino que se dé a las plantas, la fertilidad del suelo y la precocidad de la variedad.

Rutger y Crowder (9), en un estudio con seis híbridos de maíz en poblaciones variables, obtuvieron altas producciones de forraje con 80.000 plantas/ha.

En Manitoba, Giesbrecht (4) encontró que la máxima población de plantas que puede soportar un suelo con suficiente humedad es de 60.000 a 75.000 plantas/ha., en cambio que, bajo severas condiciones de sequedad en Dakota del Sur obtuvo la más alta producción con solamente 10.000 plantas por hectárea.

Colville (3) reporta que la cantidad de luz que llega al suelo a través de las hojas disminuye con el incremento de número de plantas, pero se mantiene constante en poblaciones de 49.400 o más por hectárea. Indica también que plantas debidamente espaciadas, creciendo en poblaciones adecuadas, aumentan la utilización de la energía solar, incrementando el rendimiento del maíz.

^{1/} Adaptación de tesis presentada por el autor a la Facultad de Ingeniería Agronómica y Medicina Veterinaria de la Universidad Central del Ecuador como requisito parcial para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. 1971.

^{2/} Asistente del Programa de Maíz de la Estación Experimental Santa Catalina, Quito, Ecuador, y actual becario del Programa de Maíz del CIAT.

Bokde (1) indica, luego de un estudio de densidades en que utilizó distancias entre plantas de 5 a 95 cms. que la distancia entre plantas influyó considerablemente sobre el desarrollo y crecimiento de casi todos los caracteres de la planta, los pesos de espiga y grano fueron influidos linealmente por las distancias.

Ramírez (7) informa que el acame está en relación directa con la densidad de plantas.

Timmons, Holt y Moraghan (12) encontraron que en el Noroeste de la Faja Agrícola de los EE.UU. la producción de forraje y el uso eficiente del agua se incrementaban con altas poblaciones.

Pierre, Adrich y Martín (6) dicen que cuando aumenta la densidad de población, el tamaño de la mazorca, el diámetro del tallo, el contenido de proteína del grano y el área foliar decrecen, mientras que el porcentaje de acame se incrementa. El efecto de la población sobre la altura de planta es todavía inconsistente. Similarmente Rutgers y Crowder (10) encontraron que la altura de planta no fué considerablemente afectada por la población. En las densidades más abundantes, la altura de la mazorca fué incrementada, el diámetro del tallo, la longitud y diámetro de la mazorca y el número de hileras por mazorca disminuyeron considerablemente.

Reyes y González (8) trabajando con 50.000, 75.000 y 100.000 plantas/ha. en Monterrey en un ensayo de producción de forraje, observaron una tendencia general a disminuir la longitud y ancho de la hoja al aumentar la densidad de siembra; la densidad influyó directamente al porcentaje de acame, y sugieren como densidad más eficiente la de 50.000 plantas por hectárea.

Rutgers y Crowder (9) indican que altas poblaciones pueden ser usadas tanto para la producción de grano como para la de forraje.

MATERIALES Y METODOS

El estudio fué realizado en la Estación Experimental "Santa Catalina" a una altitud de 2700 m. El suelo posee un pH de 6.0 con contenidos bajos de nitrógeno, altos de Fósforo y medios de Potasio. La región se caracteriza por tener una época lluviosa o invierno, que se extiende de Octubre a Mayo, y una época seca o verano entre Julio y Septiembre. La temperatura media es de 17.7° C. durante todo el año.

El terreno fué preparado convenientemente, los surcos abiertos a 90 cm. entre sí, y para la siembra se utilizaron marcadores de madera preparados para el efecto. Se desinfectó el suelo con Aldrin 40% y para el control de malezas se usó Simazina. El cultivo fué fertilizado con abono completo de fórmula 15-30-10 al momento de la siembra y Urea 46% a los 60 días de la siembra.

Los factores en estudio fueron: a) seis distancias entre plantas sobre el surco; 15, 20, 25, 30, 35 y 40 centímetros, para poblaciones de 27.777 a 74.074 plantas/ha., la distancia entre surcos fué constante para todos los tratamientos a 90 cm., y b) seis variedades de maíz, cuyos nombres son: Forrajero Conocho, Amaguaña, Chillos mejorado, Mexicano, Compuesto Forrajero e INIAP-176.

El diseño empleado fué el de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones y dispuesto en arreglo factorial.

La cosecha se realizó cuando el grano presentaba el estado semiduro, las

plantas se cortaron a ras del suelo.

A más del rendimiento de forraje fresco se tomaron datos de fecha de floración femenina, alturas de planta y mazorca, porcentaje de acame, vigor de las plantas y enfermedades.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

En la presente investigación los datos sometidos a análisis estadístico fueron: rendimiento por parcela, días a floración, altura de planta y porcentaje de acame.

En relación al rendimiento los tratamientos presentaron diferencias altamente significativas; sus componentes variedades y distancias tuvieron también el mismo tipo de diferencias, no así la interacción variedades x distancias, en la cual no se encontraron diferencias estadísticas significativas. Al desdoblar las distancias en sus componentes polinomios ortogonales, se pudo comprobar que la respuesta a rendimiento está dada por una alta significancia de la regresión lineal.

La prueba de significación realizada para variedades presenta a INIAP-176 y Forrajero Conocoto con 72 y 67 ton.m./ha. de materia verde respectivamente como las variedades superiores; Chillos Mejorado, Amaguafía y Compuesto Forrajero con 59, 54 y 52 ton.m./ha. respectivamente, en un rango intermedio de producción y en el rango inferior con solamente un rendimiento de 37 ton.m./ha. la variedad Mexicano. Todas estas producciones son un promedio de las seis distancias estudiadas.

La tabla No. 1 presenta los tratamientos que en rendimiento superaron la media general más una desviación standard, esto es los que rindieron sobre 64 ton.m./ha. de materia verde.

Días a Floración. El análisis de variancia indica diferencias altamente significativas para variedades, distancias y la interacción.

De la prueba de significancia se observa que respecto a precocidad las variedades estudiadas son notablemente diferentes, con un rango desde 115 días hasta 152 días a la floración; y con excepción de las variedades Amaguafía y Chillos Mejorado que son estadísticamente iguales, cada una de las restantes corresponde a un rango de precocidad distinto.

Para distancias se utilizó el análisis de polinomios ortogonales y prácticamente toda la variabilidad está explicada por la regresión lineal. En la tabla No. 1. se aprecian los días a la floración femenina de los tratamientos superiores.

Tabla No. 1. Rendimiento de Materia Verde, Días a Floración, Altura de Planta y Porcentaje de Acame.

VARIEDAD	Distancias en cm.	Rendimiento Ton.m./ha.	Días a Floración	Altura de Planta	% de Acame
Forrajero Conocoto	90x15	85.49	136	3.00	9.2
NIAP-176	90x15	81.06	155	3.20	14.7
NIAP-176	90x20	80.73	149	3.27	9.2
NIAP-176	90x25	80.07	148	3.22	10.3
Forrajero Conocoto	90x20	76.83	136	2.82	8.9
Chillos Mejorado	90x20	73.05	125	2.70	9.3
NIAP-176	90x30	70.54	151	3.12	7.5
Forrajero Conocoto	90x25	69.22	136	2.87	8.6
Maguafía	90x15	66.89	128	2.82	10.2
Compuesto Forrajero	90x20	65.07	115	2.52	6.4
Forrajero Conocoto	90x30	64.69	135	2.70	12.4
Compuesto Forrajero	90x15	64.58	119	2.47	7.8
Chillos Mejorado	90x15	64.06	129	2.80	19.5

Altura de Planta. Dada su tendencia a correlacionarse con los rendimientos también esta variable fué analizada estadísticamente.

Dicho análisis de variancia indica diferencias altamente significativas entre variedades, moderado efecto de distancias y ausencia de interacción. La prueba de significancia pone de manifiesto que la variedad INIAP-176 es notablemente más alta que las restantes, siendo Forrajero Conocoto, Amaguafía y Chillos Mejorado medianas en altura y las variedades Compuesto Forrajero y Mexicano las más bajas.

Respecto a distancias, se obtiene que las diferencias tienen tendencia lineal pero presentando inconsistencia en su respuesta.

Porcentaje de Acame. Esta variable presenta alta significancia para variedades y distancias, no así para la interacción. La variedad Mexicano es notablemente más susceptible al acame que las restantes, siendo la variedad Compuesto Forrajero la menos afectada. Las diferencias entre distancias se deben exclusivamente a una respuesta lineal, esto es mayor acame a mayores densidades de población.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La distancia de siembra es un factor que tiene su óptimo a muy distintas poblaciones según el autor y las condiciones del medio ambiente en que se realizan sus investigaciones.

En el presente caso, la tendencia general de los resultados es en el sentido de reducirse los rendimientos mientras la densidad de población disminuye, acorde con lo reportado por (4 y 12). El coeficiente de regresión entre rendimiento y distancias ($b = -1.93$) indica que por cada 5 cm. de aumento de la distancia entre plantas se produce una disminución en el rendimiento de 5.65 ton.m./ha.

La superioridad en rendimiento de la variedad INIAP-176 (72 ton.m./ha. en promedio), puede deberse a que es 40 cm. más alta y más tardía que las restantes, caracteres que tienden a estar correlacionados con el rendimiento. En efecto, los coeficientes de correlación para rendimiento y altura, y para rendimiento y días a la floración son 0.72 y 0.63 altamente significativas respectivamente. La diferencia de 5 ton.m./ha. existe entre los rendimientos de INIAP-176 y Forrajero Conocoto (67 ton.m./ha. en promedio), a pesar de no ser significativa estadísticamente, es razón suficiente para utilizar más económicamente la variedad INIAP-176. Al corresponder a la variedad Chillos Mejorado el tercer lugar con un rendimiento promedio de 59 ton.m./ha., se está confirmando en cierto modo lo aseverado por (2 y 11) en el sentido de que "en general la mejor variedad de maíz productora de grano en el área es también la mejor para producir forraje y ensilar". Cabe anotar que Chillos Mejorado es una de las variedades mejor productoras de grano en el área donde se realizó el estudio.

La variable días a la floración a pesar de presentar diferencias altamente significativas, es poco afectada por la densidad de siembra. En este aspecto es notable que las variedades más tardías, INIAP-176 y Forrajero Conocoto, son las más rendidoras; las intermedias en precocidad, Chillos Mejorado y Amaguafía, son intermedias en rendimiento; mientras que las más precoces, Compuesto Forrajero y Mexicano, son las menos rendidoras.

También la altura de planta es poco influenciada por la densidad de siembra y su respuesta varía en forma inconsistente tal como lo reportado por Pierre, Aldrich y Martín (6) y Rutger y Crowder (10).

El porcentaje de acame, de acuerdo con lo reportado por (6,7 y 8) tiene tendencia a aumentar con mayores poblaciones. En el presente ensayo el porcentaje de acame no influyó considerablemente en los rendimientos, pues sin tomar en consideración a la variedad Mexicana que es la más susceptible a este problema, los promedios de acame a las mayores densidades 74.000 y 55.555 plantas/ha. son 2.12% y 8.1% respectivamente.

En base a estos resultados, con un cultivo normal y en un año representativo, puede concluirse que para el Valle de los Chillos y Zonas similares densidades de población entre 56.000 y 74.000 plantas/ha. son las más recomendables si se utilizan las variedades incluidas en el presente estudio a excepción de la variedad Mexicana. En efecto, observando la tabla No. 1 vemos que de las seis variedades estudiadas, cinco de ellas tienen rendimientos superiores a 64 ton.m./ha. de materia verde cuando se cultiva a 90 cm. entre surcos y a 15 o 20 cm. entre plantas sobre el surco.

RESUMEN

Un estudio sobre densidades de siembra en maíz forrajero fué conducido en Estación Experimental "Santa Catalina", Quito.

Se encontraron correlaciones positivas entre: rendimiento y días a la floración; rendimiento y altura de planta; y altura de planta y días a la floración; correlación negativa entre rendimiento y distancia entre plantas. También se observó regresión lineal positiva para: rendimiento, días a la floración y porcentaje de acame en relación a densidades.

La altura de planta aunque tiende a una regresión lineal no dió resultados definitivos y el efecto de la densidad de población sobre esta característica fué inconsistente.

Los mejores rendimientos, sobre 64 ton.m./ha., de forraje verde, se obtienen con cualquiera de las variedades estudiadas, a excepción de 'Mexicano', a distancias de 15 y 20 cm., lo que equivale a decir con densidades de 74.074 y 55.555 plantas/ha., concluyendo que la densidad óptima para maíz forrajero oscila entre dichas poblaciones.

1. Bokde, S. et al. Influencia de la Distancia entre Plantas en el Surco sobre Desarrollo y Crecimiento de Diferentes Caracteres de la Planta y Rendimiento de Maíz Colorado "Flint". Turrialba. Costa Rica. II Ca. 17(1):40-45. 1967.
2. Braun, D.G., Van Horn, H.H. y Johnson, R.H. Corn Silage for Dairy Cattle. University of Kentucky. Cooperative Extension Service Agriculture and Home Economics. Misc. 376. 20p. 1969.
3. Colville, W.L. Influence of Plant Spacing and Population on Aspects of the Microclimate within Corn Ecosystems. Agronomy Journal. 60(1):65-67. 1968.
4. Giesbrecht, J. Effect of Population and Row Spacing on the Performance of Four Corn (Zea mays L.) hybrids. Agronomy Journal. 61(13):439-441.
5. Morrison, Frank. Alimentos y Alimentación del Ganado. Traducido por José Luis de la Loma. Tomo I. Fundamentos de la Nutrición Animal. Productos Alimenticios. México. Editorial UTHEA. 722 p. 1950.
6. Pierre, W.H., Aldrich, S.R. y Martin, W.P. Advances in Corn Production: Principles and Practices. The Iowa State University Press. 61-69 pp. 1967.
7. Ramírez, R. Fertilización y Nitrogenada y Densidad de Siembra del Maíz en la Serie Maracay. Agronomía Tropical. Centro de Investigaciones Agronómicas. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay, Venezuela. 14(3):155-167. 1964.
8. Reyes, P.C. y González, H.M. Producción de Forraje de Cinco Variedades de Maíz y una de Sorgo a Tres Densidades de Siembra. in XI Informe de Investigación 1967-1968. Escuela de Agricultura y Ganadería, Instituto Tecnológico de Monterrey. México. 15-17 pp.
9. Rutger, J.N. y Crowder, L.V. Effect of Population and Row Width on Corn Silage Yields. Agronomy Journal. 59(5):475-476. 1967.

0. _____ . Effect of High Plant Density on Silage and Grain Yields of Six Corn Hybrids. *Crop Science*. 7(3):182-184. 1967.
1. Thompson, W. et al. Corn Silage: Production, Harvesting, Storing, Feeding. University of Kentucky. Cooperative Extension Service. Agriculture and Home Economics. Misc. 366:1-17. 1968.
2. Timmons, D.R., Holt, R.F. y Moraghan, J.T. Effect of Corn Population on Yield, Evapotranspiration and Water Use Efficiency in the North-west Corn Belt. *Agronomy Journal*. 58(4):429-432. 1966.

INTRODUCCION

En los trabajos presentados en el pasado seminario de maiz del CIMMYT, hemos visto sorprendentes ejemplos en las diferencias del rendimiento de los granos de maiz, así por ejemplo la diferencia de producción entre Brasil y las Filipinas. También el alto rendimiento que se ha obtenido en el Medio-Este y Este de Africa. Los reportes de otros países, indican un promedio nacional de producción muy bajo.

Varios participantes describieron cómo se pueden usar varios caracteres de la PLANTA como base para seleccionar para rendimiento alto en el CULTIVO. Sin embargo, debemos admitir que carecemos aún de la información necesaria para alcanzar grandes rendimientos en el maiz tropical.

Usando lo que actualmente tenemos disponible, discutiremos cuáles podrían ser nuestros objetivos, y cómo los agrónomos y fisiólogos podrían ayudar al mejorador para alcanzar tales objetivos en el rendimiento.

El Cultivo como un Sistema Fisiológico:

La luz, el agua, el dióxido de carbono y los minerales del ambiente son utilizados por la cosecha en el proceso de fotosíntesis para la producción de la materia orgánica. Para mejorar el rendimiento, necesitamos conocer mejor el proceso de la Fotosíntesis, y cómo podemos seguir el proceso para que sirva con mayores ventajas a nuestras necesidades.

Durante las últimas tres décadas mucho se ha aprendido acerca del sistema fotosintético, así como de los procesos involucrados. Se han logrado grandes adelantos en el conocimiento de los aspectos biológicos, físicos y bioquímicos de dichos procesos.

En los últimos años se ha dado énfasis a la integración de dichos conocimientos en estudios de fisiología en las comunidades de plantas desarrolladas en el campo.

Rendimiento Real y Potencial:

Como ejemplos de lo que se ha logrado, existen producciones de 12,000 kg. por hectárea de maiz en la Faja Maicera de los E.U.A., de trigo en Edo. de Washington y de variedades de arroz mejorado en las Filipinas.

Por medios de radiación y estudios básicos en la fotosíntesis, es teóricamente posible alcanzar una producción diaria de 770 kg. por ha.

Casi toda la materia seca producida en la planta durante el período de

^{1/} Fisiólogo y Agrónomo, respectivamente, CIMMYT.
Apartado Postal 6-641, México 6, D.F., México.

formación de granos, es transferida al grano en las variedades de cereales más eficientes. Suponiendo que la planta de maíz produce granos durante un período de 35 días, tendríamos la oportunidad de producir alrededor de 27,000 kg. granos por ha. Esto es considerablemente mayor que cualquier otra cifra alcanzada.

Como alcanzar estos rendimientos potenciales

Para alcanzar ésto, necesitamos cambiar el sistema de producción, en otras palabras, en la comunidad de plantas de maíz. Esto se puede lograr mediante dos formas:

Cambiar el tamaño y forma de las plantas para aumentar la intercepción de luz. Usando pequeñas plantas con hojas erectas desplegadas, en densidades altas, podemos aumentar grandemente el índice de área foliar del cultivo. Esto necesitará partir de las prácticas de cultivo actual y la adopción de espacios equidistantes de plantas, etc. Bajo estas condiciones, el tamaño de la mazorca será grandemente reducido, pero debido a un cambio relativamente considerable en el número de mazorcas por unidad de área, el rendimiento será mayor.

Aumento del período de formación de granos. Suponiendo un período de 35 días, cada día que se prolongue, resultará en un aumento de la producción del 3%, si la llenada de granos continúa en la misma medida.

Mejoramiento del potencial de rendimiento en los trópicos:

La eficiencia de la conversión de la radiación en materia seca tiene un nivel de aproximadamente 2.5% en áreas desarrolladas y menos del 1% en áreas subdesarrolladas. Esta discrepancia se debe principalmente a las deficiencias en los factores agronómicos, por ejemplo, falta de control de riego, deficiencia en los nutrientes elementales, falta de control en las enfermedades, plagas y malas hierbas. Por lo tanto, la necesidad primordial es la de llevar a cabo ensayos agronómicos para determinar la forma de obtener lo mejor de las variedades existentes. Esto es quizás la más grande tarea, hablando en términos de volumen de trabajo, la extensión de áreas cubiertas y por lo tanto el número de ensayos.

Sin embargo, como se obtienen nuevas variedades, la tecnología de la producción se vuelve obsoleta y se tienen que desarrollar nuevas técnicas. Para lograr ésto, se necesitan más ensayos agronómicos. Así vemos que el trabajo es continuo, tal como lo es para el mejorador. Por lo tanto, las instituciones como CIMMYT y CIAT ponen énfasis en los programas de entrenamiento con el objeto de desarrollar en esas personas las habilidades necesarias para lograr un mayor éxito en su trabajo.

El progreso continuo, depende de un programa de mejoramiento de maíz que sea activo y productivo. Sin embargo, con el tiempo, el progreso que los mejoradores puedan lograr en el mejoramiento de rendimientos con maíz tropical, será limitado a menos de que se tenga mayor conocimiento acerca de las razones fundamentales que ocasionan los bajos rendimientos en las variedades tropicales.

Programa Básico en Maíz Agronomía/Fisiología del CIMMYT

Se inició en 1970 un nuevo programa de ensayos en Agronomía/Fisiología. Este está dividido en dos partes:

1. El objetivo principal de la primera parte del programa es proveer a los mejoradores con información cuantitativa con respecto a los factores fisiológicos que determinan el rendimiento en el maíz tropical, e indicarles los medios más factibles para evitar los factores que comúnmente aminoran el rendimiento. Para implementar esta parte del programa, se ha comenzado a llevar a cabo ensayos en cada una de las principales estaciones experimentales, tales como El Batán, Tlaltizapán y Poza Rica, con el objeto de examinar las tasas de la producción de materia seca entre diferentes maíces tropicales y las formas de distribución del peso seco entre el grano y otras partes de la planta.

Se ha adoptado una forma no convencional de ensayo con el objeto de permitirnos estudiar un campo más amplio de variedades y densidades de planta de lo que hubiere sido posible llevando a cabo ensayos convencionales. Se han usado en estos ensayos, parcelas semicirculares en las que se han colocado las plantas a lo largo de los radios del círculo, de manera que la distancia entre las plantas adyacentes en un radio, aumenten en la misma relación que la distancia entre los radios adyacentes. El diseño escogido, incluye una variedad de poblaciones de entre 25.000 a 250.000 plantas por hectárea. Se han incluido en estos ensayos así mismo, diez de las variedades del programa de mejoramiento, que representan el mayor promedio entre los materiales más bajos y precoces y los más altos y tardíos. Hasta donde sea posible, nuestro objetivo es asegurar que el agua, los nutrientes, las malas hierbas, plagas y enfermedades no aminoren el rendimiento en estos ensayos, de tal manera que podamos apreciar el potencial de los diferentes materiales bajo diferentes condiciones ambientales.

Se están preparando programas de computación para el análisis de esta serie de experimentos. Existen por lo menos dos posibles causas de la reducción en rendimiento de las variedades de maíz tropical.

Estas son: 1) La variación estacional en la tasa del crecimiento de la comunidad y la potencialidad del follaje para aumentar su producción de materia seca, o 2) la distribución del peso seco en la planta, combinada con una capacidad restringida de las mazorcas para aprovechar los fotosintatos. La dirección que se deberá tomar con respecto al trabajo futuro, dependerá de cuál de estas posibilidades parezca ser la más importante. Si la producción de materia seca es el factor principal limitante del rendimiento, entonces todo el esfuerzo deberá concentrarse en la efectividad de la estructura modificada del follaje como medio indicado para aumentar la eficiencia. Si por otra parte y como parece más probable, la distribución del peso seco es el factor principal, entonces debemos investigar los medios para aumentar el número y tamaño de grano, así como la capacidad de asimilación. El llevar a cabo otro experimento en áreas templadas nos puede proveer con datos valiosos; sin embargo, en este punto todavía nos resta el buscar las respuestas a estas preguntas con respecto a los experimentos con materiales tropicales que han sido crecidos en localidades tropicales. Sugerimos usar estos ensayos para seleccionar los mejores materiales del programa de mejoramiento.

2. La segunda parte del programa se refiere a la fenología del maíz tropical. Muchos técnicos han señalado que los materiales precoces están asociado inevitablemente con los bajos rendimientos.

Sin embargo, la formación del peso seco durante el período vegetativo no está directamente relacionado con el rendimiento del grano. Por lo tanto, hasta dónde es posible acortar el período vegetativo sin detrimento alguno durante el período de crecimiento de granos? Estamos tratando de determinar en los estudios de fenología, la influencia del fotoperíodo y la temperatura en la duración del período vegetativo. La duración del período entre la germinación y la iniciación de la floración, se determina por el fotoperíodo y la temperatura. En la iniciación de la floración, el número de hojas ha sido ya determinado. La expansión de estas hojas durante el período que comprende la iniciación de la floración y la floración, depende en gran parte de la temperatura.

Con el objeto de estudiar estas respuestas, estamos sembrando en nuestras principales estaciones experimentales en México, una selección de materiales a intervalos mensuales, que cubren un gran nivel de altitud a esencialmente la misma latitud. Trataremos asimismo de incluir, en colaboración con el Dr. Crane de la Universidad de Purdue y el Dr. Francis del CIAT, un gran nivel de latitud.

Además de los estudios antes mencionados que han sido designados para ayudar a los mejoradores con guías de selección, estamos iniciando programas relacionados con los aspectos de producción agronómica, principalmente en lo que se refiere al entrenamiento de agrónomos en producción.

PLAGAS, ENFERMEDADES Y CONTROL DE MALAS HIERBAS DE MAIZ

EN VENEZUELA*

Alvaro Acosta G. 1/
Carlos Agúelo Lucero 2/

Principales enfermedades del maíz en Venezuela.

En orden de importancias de las enfermedades del maíz podríamos decir que las virosas ocupan el primer lugar y dado a la gran frecuencia con que se presentan dentro de ellas la más perjudicial al cultivo es el "Achaparramiento" (Corn Stunt). En Venezuela se ha identificado através de pruebas de transmisión por insecto. El agente transmisor es el Dalbulus maydis. La transmisión mecánica ha sido negativa. Nuestros maíces comercialmente cultivados son todos susceptibles a esta enfermedad, sin embargo Venezuela-1 ha sido el más resistente entre los maíces cultivados.

Esta enfermedad está en franco aumento en las siembras comerciales de maíz. Es probable que algún insecticida sistémico empleado a la siembra rebaje el porcentaje de infección.

La búsqueda de variedades resistentes sería el método más seguro de combate.

Otra virosis frecuente en nuestras siembras comerciales de maíz es el Mosaico de la caña de azúcar. Se ha reportado el áfido Rhopalosiphum maydis Fitch, como el agente transmisor.

En la actualidad no tenemos maíces resistentes a esta enfermedad.

Con menor frecuencia se presenta el "Enanismo ravelo" transmitido por Delphax maydis.

Entre las enfermedades fungosas mencionaremos en orden de importancia:

Helminthosporium maydis
Helminthosporium turcicum
Puccinia sorghi
Physopella zae
Puccinia polysora

Esta última se presenta con frecuencia en todas las regiones de gran cultivo del cereal, como los Estados Portuguesa, Zulia, Lara, Yaracuy y Guárico.

-
- 1/ Informe presentado en la IV Conferencia de Maíz de la Zona Andina - Cali, Colombia.
- 2/ Ingenieros Agrónomos. Sección de Fitotecnia. Centro de Investigaciones Agronómicas. Venezuela.

Plagas del maíz en Venezuela.

El problema de plagas en maíz se ha limitado a un control casi exclusivamente del cogollero Laphygma frugiperda. Este puede presentarse en el cultivo en forma de barrenador o cortador. Los productos recomendados: Endrin 19,5% + Paration en dosis de 1,5 lt. + 0,5 lt/Ha., Sevin 5% 20-25 Kg/Ha., Basudin 5% 12-15 Kg/Ha., Difterex 80% 1 Kg/Ha., Telodrin 2% 12-15 Kg/Ha.

No se han hecho estudios serios de pérdidas económicas causadas por esta plaga, sin embargo según estimaciones éstas deben ser cuantiosas.

En segundo lugar de importancia están los gusanos cortadores que constituyen en realidad un grupo de insectos: Agrotis repleta (Walk), Feltia subterranea F., Laphygma frugiperda (S. y A.) etc. El control se realiza con cebos envenenados, preparados a base de un 1/2 Kgr. de Difterex, 60 Kgr. de afracho o pepete de maíz y 15 litros de agua.

Otras plagas son: Afidos, algunas de las cuales como Rhopalosiphum maidis son transmisores de enfermedades virósicas. En Venezuela específicamente no se realiza control para estas plagas.

Control químico de malezas.

El producto que ha dado los mejores resultados es el Atrazín (2-cloro-4-tilamino-6-isopropilamino-s-triazina) que se vende comercialmente bajo la denominación de Gesaprim 80 PM.

La dosis recomendada es de 2-3 Kgr. del producto comercial por hectárea, pre o postemergente, sin embargo en esta última forma se recomienda que se aplique antes de que las malezas hayan pasado la etapa de dos a tres primeras hojas.

Otro herbicida usado es el 2,4 D amina (sal amina del ácido 2,4 dicloro-oxiacético). La dosis recomendada es de 2-4 Kgr. del producto comercial por hectárea, también como el anterior puede aplicarse pre o postemergente.

Malezas susceptibles y malezas resistentes.

El Atrazín controla la mayoría de las malezas que invaden los maizales; sin embargo algunas especialmente gramíneas son resistentes a este producto y cada una constituyen mayor problema para el cultivo; las más importantes son:

- Paja peluda o Pata de cabra (Rottboellia exaltata)
- Paja Johnson (Sorghum halepense (L) Pers)
- Falso Johnson (Sorghum arundinacrum)
- Setaria (Setaria geniculata (Lam) BEAUV)
- Cadillo (Cenchrus echinatus L.)
- Digitaria (Digitaria spp.)

Las tres primeras pueden considerarse como muy resistentes, mientras las restantes medianamente resistentes.

El 2,4 D es un producto específico contra hoja ancha, su acción tóxica sobre gramíneas es muy limitada, por lo que la aplicación debe hacerse en estado de plántula. Existe una maleza de hoja ancha que presenta resistencia a este producto y es denominada: huevo de sapo (Physalis angulata L.)

INTRODUCCION

Los programas de Fitopatología y Entomología del CIMMYT, han sido unidos en un Programa de Protección Vegetal y nuestro trabajo será integrado totalmente al Programa de Mejoramiento genético, para incorporar resistencia a las principales plagas y enfermedades, y desarrollar bases genéticas mejoradas con amplia adaptación.

En ciclos anteriores tratando de encontrar fuentes de resistencia, los trabajos se concentraron en identificar resistencia genética al gusano cogollero (Spodoptera frugiperda), gusano elotero (Heliothis zea), barrenadores (Diatraea saccharalis, Zeddiatraea lineolata y Z. grandiosella) y trips (Frankliniella occidentalis). Respecto a patógenos, se dió énfasis a pudriciones de mazorca (Diplodia maydis y D. macrospora), pudriciones de tallo (Fusarium moniliforme, Macrophomina phaseoli y Cephalosporium acremonium) y achaparramiento. Estas plagas y enfermedades son de importancia económica del Sur de Estados Unidos a Argentina. Una encuesta escrita realizada en 1969-1970 demostró que un complejo de insectos y patógenos parecidos a los anteriormente descritos son los principales problemas en Asia y Africa (ver listas anexas^{3/}). De antemano, sabemos que solo en ciertas épocas y ciertas regiones, solo alguno(s) de estos problemas se presentan como factores limitantes de la producción.

Incidencias naturales de otras plagas, como los gusanos de la raíz (Dia-brotica sp.), tizones (Helminthosporium spp.), royas (Puccinia spp.), "downy mildews" (Sclerospora spp.) y otras enfermedades foliares, están siendo consideradas en las evaluaciones de materiales diversos. Sin embargo, va a ser necesario realizar evaluaciones usando inoculaciones e infestaciones artificiales con estos últimos agentes. A este respecto, la eficiencia de nuestra colaboración en la selección de fuentes de resistencia se va a aumentar con las nuevas instalaciones que se nos han facilitado, al poder incrementar cantidades masivas de inóculo e insectos, y de esta manera controlar las inoculaciones e infestaciones en el campo, y reducir a un mínimo la posibilidad de "escapes" de materiales susceptibles.

Es reconocido que en la gran mayoría de programas de mejoramiento de maíz del mundo, se da protección contra plagas que varía de aplicaciones normales a excesivas, eliminando así la posibilidad de eliminar materiales susceptibles. En nuestro programa de mejoramiento, la selección se practica sembrando cada familia en surcos adjuntos, un surco no se trata, y el otro se protege con insecticida granular y se usa posteriormente para inoculación artificial de patógenos.

1/ Contribución del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo-CIMMYT.

2/ Entomólogo y Fitopatólogo- CIMMYT- Apartado Postal No. 6-641, México 6, D. F.

Las evaluaciones iniciadas en 1967 en Telpancingo, Mor., y repetidas en otras cinco localidades de diferentes características ambientales en que se usaron materiales de Brasil, la región del Caribe, Centroamérica, Colombia, México y Estados Unidos, indicaron que los materiales del Caribe eran los menos dañados por los insectos y patógenos anteriormente descritos. Los materiales identificados desde entonces como fuentes de resistencia o tolerancia se han puesto a disposición de Programas de Mejoramiento de Maíz en Asia, Egipto, Argentina, Bolivia, Colombia, Centroamérica, Estados Unidos y México. Tales materiales son:

- 1) Un sintético resistente a trips.
- 2) Un sintético tolerante a gusano cogollero.
- 3) Un compuesto y un sintético resistente al achaparramiento.
- 4) Un compuesto resistente a pudrición de mazorca causada por especies de *Diplodia*.
- 5) Un compuesto resistente a pudriciones de tallo, y
- 6) Varias fuentes que han sido identificadas como tolerantes a gusanos barrenadores y gusano elotero.

Además, con la mayoría de estos materiales, se ha continuado el proceso de selección y mejoramiento de dichas poblaciones y se ha tratado de incorporar todas estas fuentes de resistencia en una sola población.

Reconociendo el amplio uso de plasma del Caribe y su tolerancia a patógenos e insectos, en 1969 se consideró como un paso a seguir el recombinar en una sola población 160 colecciones del Caribe que existen en el Banco de Plasma Germinal del CIMMYT.

A fines de 1970, este complejo (denominado Compuesto Caribe) ha sido avanzado a un tercer ciclo de recombinación al azar. Al mismo tiempo, se generaron 3500 líneas S_1 que se han utilizado para seleccionar fuentes de resistencia a insectos y patógenos.

Con las líneas que mostraron tolerancia a pudriciones de tallo, gusano cogollero y manifestaron amplia adaptación al ser seleccionadas en Pergamino, Argentina; "Farm Suwan", Tailandia; Tlaltizapán y Poza Rica, México, se ha desarrollado un sintético.

Con el objeto de hacer uso de la amplia variación genética que existe en maíz y de desarrollar poblaciones de adaptación, o sea, estables en producción tanto en épocas como localidades, y que posean además un buen nivel de resistencia de campo a los principales insectos y patógenos, se han recombinado (1969-1970) aproximadamente 5000 colecciones (que representan a la mayoría de los países del mundo) en Tlaltizapán, Mor., por tres ciclos. A esta población se le ha llamado "Compuesto Mundial". En 1970, de aproximadamente 4000 líneas, mil de ellas, generadas en Poza Rica, y Cotaxtla, Ver., Tlaltizapán, Mor., El Batán, Mexico, además de 300 polinizaciones libres (de Tlaltizapán, Mor.), se seleccionaron con el objeto de iniciar el desarrollo de una población para la que fue iniciado dicho Compuesto Mundial. A la fecha, estos materiales seleccionados están siendo evaluados en los diferentes medios ambientes descritos en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Ambientes, Localidades y sus insectos y enfermedades.

Ambiente	Localidad	Grados Latitud	Mts. sobre nivel del mar	Insectos y Enfermedades
Húmedo, caliente	Poza Rica, Ver.	21	60	barrenadores, cogollero, elotero, diabrotica, tizones, achaparramiento, royas, "downy mildew", pudriciones de tallo y mazorca.
Seco con estaciones caliente y fría. Riego disponible.	Obregón, Son.	27	39	barrenadores, cogollero, elotero, achaparramiento, pudriciones de tallo y mazorca.
Sub-húmedo, con estaciones caliente y fría. Riego disponible.	Río Bravo, Tamps (México)	26	30	barrenadores, cogollero, elotero, achaparramiento, pudriciones de tallo y mazorca, "downy mildew".
Húmedo, con estaciones seca y húmeda bien definidas, templado.	Tlaltizapán, Mor. (México)	19	940	barrenadores, cogollero, elotero, trips, diabrotica, achaparramiento, pudriciones de tallo y mazorca.
Húmedo con estación seca invernal. Templado.	Toluca, México. (México)	19	2640	afidos, pudriciones de tallo y mazorca, royas.
Sub-húmedo, con estación seca invernal. Templado.	Batán, México. (México)	19	2249	elotero, afidos, achaparramiento, pudrición de tallo y mazorca, royas, tizones.
Húmedo continental con invierno severo. Templado.	Ithaca, N. Y. (E.U.A.)	42	300	barrenador europeo del maíz, diabrotica, afidos, pudrición de tallo y mazorca.

Al mismo tiempo, un lote de recombinación ha sido establecido en Tlaltizapán, el cual nuevos materiales serán seleccionados basándose en el comportamiento que tengan en los diferentes medios ambientes descritos en el Cuadro 1. Además, muestras representativas del Compuesto Mundial se han seleccionado y avanzado a un cuarto ciclo de recombinación en cada uno de los diferentes medios ambientes, excepto en Ithaca, N. Y. Estas sub-poblaciones servirán como materiales de variación genética cuando sea necesario incorporar en la población que se está desarrollando. En estos nuevos compuestos de amplia variación genética, y otros ya desarrollados por el CIMMYT, se dará poca importancia a los métodos tradicionales de selección contra un solo insecto o patógeno ya que se está llevando a cabo una selección contra varios problemas simultáneamente, lo cual nos parece prometedor.

El control químico de plagas del maíz seguirá siendo una necesidad en el futuro. Hemos puesto presión en la selectividad de control de insectos recomendando el uso de insecticidas granulados, que sean económicamente disponibles a cualquier agricultor.

Por medio de nuestro programa de evaluación de insecticidas, que se lleva a cabo en localidades de altura, intermedias y bajas, se han identificado substitutos de materiales muy eficientes que con el tiempo serán eliminados debido a efectos indeseables en el medio ambiente. Hasta ahora, la información que hemos obtenido indica que las aplicaciones de insecticidas granulados son menos dañinas a insectos entomófagos que las aspersiones o espolvoreaciones.

Finalmente, respecto a la evaluación de insecticidas granulados, se ha determinado una parcela experimental óptima de 24 plantas por surco, en cinco surcos de 5 metros de largo. Esta aseveración está basada en el número de entrenudos por planta dañados.

Los insectos de granos almacenados continúan siendo un problema en los trópicos y subtrópicos. Hemos continuado nuestro trabajo de búsqueda de resistencia genética, sabiendo que pudiera estar asociada con factores tales como amilosa u otras sustancias aún no identificadas que pudieran hacer el grano indeseable para consumo humano o animal. Por otra parte, otros factores tales como dureza pueden ser encontrados y asociados con resistencia.

Los maíces opacos parecen no proveer un substrato más adecuado para el desarrollo de la palomilla de los granos (Sitotroga cerealella) y el gorgojo del maíz (Sitophilus zeamais) que otros tipos de endospermo como son harinosos, semidentados o cristalinos.

Como en el caso de plagas de campo, actualmente el control químico es el más eficiente para reducir los daños causados por insectos de granos en almacén. En nuestro programa, se ha determinado que la eficiencia de insecticidas tales como Malathion, Gardona ó Valexón se aumenta cuando los granos tratados son cambiados de climas templados (donde la acción insecticida ha cesado) a climas tropicales y subtropicales. Tal comportamiento, asociado con la actividad de los insectos es de valor económico en el tratamiento de granos almacenados, pero también debe considerarse la reglamentación de tolerancias legales para proteger a los consumidores.

Con respecto a la calidad de los granos atacados por hongos en el campo, tales como Diplodia spp. y Fusarium moniliforme, se ha obtenido información alimentando pollitos de 6 días con granos infectados por estos hongos,

y se ha demostrado que en mazorcas dañadas por Diplodia, que son usadas normalmente por los campesinos en la alimentación de animales domésticos, se produce una micotoxina muy activa.

Micotoxinas producidas en mazorcas dañadas por F. moniliforme han sido descritas con anterioridad. Actualmente se desarrolla un programa cooperativo con el Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias (INIP) para aislar, purificar e identificar tales micotoxinas producidas por mazorcas atacadas por especies del hongo Diplodia.

Con respecto a nuestro programa de entrenamiento para jóvenes investigadores, nuestro grupo ha puesto a disposición sus facilidades, materiales y guía técnica a 9 estudiantes de maestría y 4 candidatos a doctorado.

MAIZE TRAINING PROGRAM
C I M M Y T

MAIZE INSECT PESTS AND DISEASES*

A. MAIZE INSECT PESTS

AFRICA		COUNTRY
a) Stem borers		
<u>Busseola fusca</u>	(L)(S)	Nigeria, South Africa, Kenya Tanzania, Uganda.
<u>Eldana sacharina</u>	(L)	Nigeria, Uganda, Tanzania.
<u>Coniesta ignefusalis</u>	(M)	Nigeria
<u>Chilo partellus</u>	(L)(S)	Egypt, Uganda, Kenya, Tanzania
<u>Ostrinia nubilalis</u>	(S)	Egypt
<u>Sesamia cretica</u>	(S)	Egypt, Kenya, Uganda
<u>S. calamistis, S. poephaga</u>	(L)(S)	Nigeria, South Africa, Uganda, Tanzania, Kenya.
<u>S. Penniseti, S. nonagriodea</u>	(L)(S)	Nigeria
<u>Chilo traea argyrolenia</u>	(L)(S)	East Africa
<u>Marasmia spp</u>	(L)(S)	East Africa
b) Armyworms and cutworms		
<u>Spodoptera litoralis</u>	(S)	Egypt, Uganda, Kenya, Tanzania
<u>S. Exigua</u>	(L)(S)	Egypt, South Africa, Uganda, Tanzania.
<u>S. exempta</u>	(L)(S)	Nigeria, South Africa, Kenya Tanzania
<u>Agrotis ipsilon</u>	(L)	Egypt, Kenya
<u>A. segetis</u>	(M)	South Africa, Kenya, Tanzania
c) Earworms		
<u>Heliothis armigera</u>	(L)(S)	Egypt, Nigeria, South Africa, Kenya, Tanzania, Uganda.
<u>Busseola fusca</u>	(L)(S)	Nigeria, Uganda
<u>Sesamia spp</u>	(L)(S)	Nigeria, Uganda
<u>Argyroplote leucotreta</u>	(L)(M)	Nigeria, Uganda
d) Sucking insects		
<u>Rhopalosiphum maydis</u>	(L)(S)	Nigeria Egypt, South Africa, Uganda, Kenya, Tanzania
<u>Peregrinos maydis</u>	(L)(S)	Kenya, Tanzania, Uganda, Nige- ria.
<u>Cicadulina spp</u>	(L)(S)	Nigeria, Uganda, Tanzania, Kenya
<u>Dysdercus supertitiosus</u>	(M)(L)	Nigeria, Uganda
e) Rootworms		
<u>Elateridae</u>	(L)	

L - Low;

M - Moderate

S - Severe

<u>Heteronyehus</u> spp	(L) (S)	South Africa, Kenya
<u>Asylus astromaculatus</u>	(L) (S)	South Africa
<u>Phyllophaga</u> spp	(L)	Egypt
Termites	(L) (S)	Kenya, Tanzania, Uganda
f) Grasshoppers and other foliage feeders		
<u>Epilachna</u> sp.	(L) (S)	East Africa
<u>Zonoceros variegatus</u>	(L) (S)	Nigeria, Uganda
<u>Locusta migratoria</u>	(L) (S)	Nigeria, Kenya
<u>Schistocerca gregaria</u>	(L) (S)	Kenya
g) Stored-grain pests		
<u>Ephestia cautella</u>	(L) (S)	Egypt, South Africa, Uganda, Kenya, Tanzania
<u>Plodia interpunctella</u>	(L) (S)	Egypt, South Africa, Uganda, Kenya, Tanzania
<u>Rhyzoperta dominica</u>	(L) (S)	Egypt, South Africa, Uganda, Kenya, Tanzania
<u>Sitophilus granarius</u> , <u>S. oryzae</u> and <u>S. zeamais</u>	(L) (S)	Egypt, South Africa, Uganda, Nigeria, Egypt, South Africa Kenya, Tanzania and Uganda
<u>Tribolium</u> spp	(L) (S)	Egypt, South Africa, Nigeria Kenya, Tanzania, Uganda.
* <u>Sitotroga cerealella</u>	(L) (S)	Kenya, Tanzania, Egypt, South Africa, Uganda
<u>Cathartus quadricollis</u>	(L) (S)	Nigeria
<u>Missidia nigrivenella</u>	(S)	Nigeria

AMERICA		COUNTRY
a) Stem borers		
<u>Chilo plejadellus</u>	(L) (M)	México
<u>Nomophila noctuella</u>	(L)	Brazil
<u>Diatraea saccharalis</u>	(L) (S)	Southern U.S.A. to Northern Argentina including Caribbean Area
<u>Zeadiatraea lineolata</u>	(L) (S)	México, Central America, Colombia, Venezuela, Caribbean area
<u>Z. grandiosella</u>	(L) (S)	México, U.S.A.
<u>Elasmopalpus lignosellus</u>	(L) (M)	Nicaragua, Peru, Brazil Argentina, Chile, México, U.S.A.
<u>Ostrinia nubilalis</u>	(L) (M)	U. S. A., Canada
b) Armyworms and cutworms		
<u>Marasmia trapezalis</u>	(M)	Peru
<u>Prorachia daria</u>	(M) (S)	México
<u>Prodenia ormithogalli</u>	(L) (S)	Costa Rica, Colombia
<u>P. eridania; P. sunia; P. latis-</u> <u>fascia</u>	(M) (S)	Costa Rica, Colombia, Peru
<u>Pseudaletia unipuncta; P. adultera</u>	(M) (S)	Costa Rica, Argentina, U.S.A.
<u>Agrotis ipsilon</u>	(M) (S)	Costa Rica, Ecuador, Bolivia Colombia, México, Peru Brazil, Argentina, Chile
<u>Spodoptera frugiperda</u>	(M) (S)	Southern U.S.A. to Northern Argentina and Chile including the Caribbean area
<u>Mocis latipes, M. repanda</u>	(L) (M)	Ecuador, México, Brazil
<u>Dargida grammivora, Feltia anexa</u>	(M)	Colombia
c) Earworms and ear maggots		
<u>Heliothis zea</u>	(L) (S)	Canada to Argentina and Chile including the Caribbean area
<u>Pyroderces sp</u>	(L)	Colombia
<u>Pococera atramentalis</u>	(S)	Peru
<u>Protoleucania albilinea</u>	(S)	Argentina
d) Rootworms		
<u>Diabrotica spp.</u>	(L) (S)	Costa Rica, Bolivia, Ecuador México, Colombia, Peru, Brazil Argentina, U.S.A.
<u>Phyllophaga spp.</u>	(L) (M)	Costa Rica, Nicaragua, México, U.S.A.
<u>Chaetocnema spp.</u>	(L) (S)	Peru, México, U.S.A.
<u>Dyscinetus, Ligyrus, Eutheola</u>	(M) (S)	Argentina

e) Grasshoppers

<u>Melanoplus</u> spp.	(L)	U.S.A., Mexico
<u>Schistocerca paranensis</u>	(L)(S)	Bolivia, Colombia, Peru
<u>S. impleta</u>	(L)	Colombia

f) Sucking insects

<u>Dalbulus</u> spp.	(L)(S)	Costa Rica, Nicaragua, Bolivia, Colombia, Mexico, Brazil, U.S.A.
<u>Peregrinus maydis</u>	(L)	Central America, Mexico, U.S.A.
<u>Blissus leucopterus</u>	(L)	Costa Rica, U.S.A.
<u>Rhopalosiphum maydis</u>	(L)(S)	Nicaragua, Ecuador, Bolivia, Colombia, Mexico, Peru, Brazil, Argentina, Chile, U.S.A.
<u>Hercotrips fasciatus</u>	(M)	Bolivia
<u>Franklinella</u> spp	(L)(S)	Mexico, Colombia, Peru, Chile

g) Stored-grain insects

<u>Sitotroga cerealella</u>	(S)	Costa Rica, Nicaragua, Ecuador, Bolivia, Mexico, Colombia, Peru, Brazil, Argentina, Chile, U.S.A.
<u>Sitophilus</u> spp.	(M)(S)	Costa Rica, Nicaragua, Ecuador, Bolivia, Mexico, Colombia, Peru, Brazil, Argentina, Chile, U.S.A.
<u>Carpophilus dimidiatus</u>	(L)	Costa Rica, Colombia, Peru Mexico
<u>Tribolium</u> spp.	(M) (L)(M)	Nicaragua Nicaragua, Ecuador, Bolivia, Mexico, Colombia, Peru, Brazil, Chile, U.S.A.
<u>Cathartus quadricollis</u>	(S)	Costa Rica
<u>Dinoderus</u> spp.	(L)(M)	Mexico, Colombia, Peru
<u>Oryzaephilus surinamensis</u>	(L)(M)	Mexico
<u>Plodia interpunctella</u>	(M)(S)	Colombia, Mexico, Peru, Brazil, Chile
<u>Rhyzopertha dominica</u>	(L)(M)	Colombia, Mexico, Peru, Brazil, Chile
<u>Anagasta kuehniella</u>	(M)	Colombia, Mexico, U.S.A.
<u>Pagiocerus frontalis</u>	(M)	Peru
<u>Araeocerus fasciculatus</u>	(M)	Brasil
<u>Astylus atromaculatus</u>	(M)(S)	Argentina

a) Stem borers		
<u>Ostrinia salentialis</u>	(S) (M)	Thailand, Philippines, Malaya
<u>Chilo partellus</u>	(S) (M)	India, Pakistan
<u>Sesamia inferens</u>	(L) (M)	India
b) Armyworms and cutworms		
<u>Agrotis</u> sp.	(M)	India
<u>Mirasmis trapezalis</u>	(M)	India
<u>Spodoptera exempta</u>	(S) (M)	Philippines
<u>Plusia chalcytes</u>	(M)	Philippines
<u>Prodenia litura</u>	(S) (M)	Philippines, Thailand
<u>Pseudaletia</u> sp.	(S) (M)	Thailand
<u>Myllocerus</u> spp.	(M)	India
<u>Tanymecus indicus</u>	(M)	India
c) Earworms		
<u>Heliothis armigera</u>	(S) (L)	Philippines
<u>Ostrinia salentialis</u>	(S) (M)	Philippines
d) Rootworms and maggots		
<u>Holotrichia consanguinea</u>	(M)	India
<u>Odontotermes</u> spp. and <u>Microtermes</u> spp.	(L) (M)	India
<u>Leucopholis irrorata</u>	(S) (M)	Philippines
<u>Atherigona</u> spp.	(M) (S)	India, Pakistan, Indonesia, Philippines
e) Sucking Insects		
<u>Peregrinus maydis</u>	(L)	India
<u>Cicadulina</u> sp.	(L)	India
<u>Rhopalosiphum maydis</u>	(M)	Philippines
<u>Aphis sacchari</u>	(M)	Philippines
<u>Pyrilla perpusilla</u>	(L) (M)	India
f) Grasshoppers		
<u>Hieroglyphus nigrorepletus</u>	(M)	India
<u>Patanga succincta</u>	(S) (M)	Thailand
<u>Locusta migratoria</u>	(S) (M)	Philippines
g) Stored - grain insects		
<u>Sitotroga cerealella</u>	(L) (S)	India
<u>Sitophilus oryzae</u>	(L) (S)	Philippines, Thailand
<u>Rhyzopertha dominica</u>	(L) (S)	Philippines, Thailand
<u>Tribolium castaneum</u>	(L) (S)	Philippines, Thailand
<u>Oryzaephilus surinamensis</u>	(L) (S)	Philippines
<u>Carpophilus dimittatus</u>	(L) (S)	Thailand
<u>Cryptolestes pusillus</u>	(L) (S)	Thailand
<u>Trogoderma granadium</u>	(L) (S)	India

B. MAIZE DISEASES

AFRICA

a) Virus Diseases	COUNTRY
Mosaic	(L) Egypt
Maize streak disease	(M) (S) South Africa, Nigeria
b) Stalk Rots	
<u>Sclerotium bataticola</u>	(L) (S) South Africa, Egypt
<u>Diplodia maydis</u>	(S) South Africa
<u>Gibberella zeae</u>	(S) South Africa
<u>Pithium arrhenomanes</u>	(L) South Africa
<u>P. debaryanum</u>	(L) Egypt, Nigeria
c) Ear Rots	
<u>Diplodia spp.</u>	(L) (M) (S) South Africa, Nigeria
<u>Gibberella zeae</u>	(M) (S) South Africa, Nigeria
<u>Fusarium moniliforme</u>	(M) (S) South Africa, Nigeria
<u>Rhizoctonia</u>	(L) Nigeria
d) Smuts	
<u>Ustilago Maydis</u>	(L) (M) (S) South Africa, Nigeria
<u>Sphacelotheca reiliana</u>	(M) (S) South Africa
e) Rusts	
<u>Puccinia sorghi</u>	(L) (M) South Africa, Egypt, Nigeria
<u>Puccinia polysora</u>	(L) (S) South Africa, Nigeria
f) Leaf Blights	
<u>Helminthosporium turcicum</u>	(M) (S) South Africa, Egypt, Nigeria
<u>H. maydis</u>	(L) (S) South Africa, Egypt, Nigeria
<u>Piricularia grisea</u> , <u>Curvularia spp.</u> , <u>Colletotridum sp.</u> , <u>Rhizoctonia sp.</u>	(L) Nigeria
g) Downy Mildews	
<u>Sclerospora sorghi</u>	(M) (S) South Africa, Egypt
<u>S. rayssiae</u>	(L) Egypt

h) Brown spot

Physoderma maydis (L) Nigeria

i) Late wilt

Cephalosporium maydis (L)(S) South Africa, Egypt

j) Root Rots

Helminthosporium pedice llatum (S) South Africa

Fusarium moniliforme (S) South Africa

Fusarium spp. (S) South Africa

Aspergillus flavus (S) South Africa

Mycena root rot (L)(M) Egypt

AMERICA

a) Virus diseases

COUNTRY

Corn stunt	(L)(S)	Guatemala, Mexico, El Salvador, Costa Rica, Nicaragua, Bolivia, Colombia, Uruguay, Brasil.
Corn mosaic	(M)	Nicaragua, Brasil, Guatemala, Mexico.
Streak mosaic V	(L)	Brasil
Maize Dwarf mosaic V	(L)	Brasil
Others, non-identified	(L)	Mexico, Argentina.

b) Stalk Rots

<u>Gibberella zeae</u>	(L)(S)	Ecuador, Bolivia, Colombia, Peru, Uruguay, Brasil, Argentina, Costa Rica.
<u>Diplodia maydis</u>	(L)(S)	Bolivia, Colombia, Peru, Brasil, Argentina, Nicaragua.
<u>Sclerotium bataticula</u>	(L)(S)	Colombia, Argentina, Mexico.
<u>Pythium butleri</u>	(L)	Brasil, Argentina, Costa Rica, Guatemala.
<u>Rhizoctonia spp.</u>	(M)	Argentina
<u>Fusarium graminearum</u>	(M)(S)	Chile
<u>Pythium sp</u>	(L)(M)	Mexico, Argentina
<u>Xanthomonas stewartii</u>	(L)	Mexico
<u>Fusarium moniliforme</u>	(L)	Brasil, Argentina
<u>Helminthosporium spp</u>	(L)(M)	Argentina
<u>Nigrospora sp</u>	(L)	Argentina

c) Ear Rots

<u>Diplodia spp</u>	(L)(S)	Guatemala, Mexico, Costa Rica, Nicaragua, Brasil, Colombia, Perú, Uruguay, Argentina, Bolivia.
<u>Gibberella zeae</u>	(L)(S)	Guatemala, Costa Rica, Ecuador, Bolivia, Colombia, Uruguay, Brasil, Argentina, Mexico.
<u>Fusarium moniliforme</u>	(L)(S)	Guatemala, Costa Rica, Nicaragua, Bolivia, Colombia, Peru, Brasil, Argentina, Chile, Mexico.
<u>Penicillium verdicatum</u>	(L)	Argentina
<u>Aspergillus sp.</u>	(L)	Argentina
<u>Fusarium graminearum</u>	(L)	Argentina
<u>Cephalosporium acremonium</u>	(L)	Argentina

<u>Penicillium varidicatum</u>	(L)	Argentina
<u>P. oxalicum</u>	(L)	Argentina
<u>Sclerotium bataticola</u>	(L)	Mexico
d) Smuts		
<u>Ustilago maydis</u>	(L) (M)	Guatemala, Mexico, Costa Rica Nicaragua, Ecuador, Bolivia, Argentina, Colombia, Brasil, Peru, Uruguay.
<u>Sphacelotheca reiliana</u>	(L) (M)	Costa Rica, Colombia, Brasil, Argentina, Guatemala, Mexico
e) Rusts		
<u>Puccinia sorghi</u>	(L) (S)	Costa Rica, Nicaragua, Ecuador, Bolivia, Colombia, Peru, Bra- sil, Argentina, Guatemala, Mexico.
<u>P. polysora</u>	(L) (S)	Costa Rica, Colombia, Uruguay, Argentina, Guatemala, Mexico
<u>Physopella zaeae</u>	(M) (S)	Costa Rica, Guatemala, Mexico.
f) Leaf blights		
<u>Helminthosporium turcicum</u>	(L) (S)	Costa Rica, Nicaragua, Ecua- dor, Colombia, Peru, Uruguay Brasil, Argentina, Guatemala, Mexico.
<u>H. maydis</u>	(L) (S)	Costa Rica, Nicaragua, Bolivia, Colombia, Uruguay, Brasil Argentina, Mexico.
<u>H. carbonum</u>	(M) (L)	Colombia, Argentina, Mexico
<u>Cercospora maydis</u>	(L)	Brasil, Mexico.
g) Downy Mildews		
<u>Sclerophthora macrospora</u>	(L)	Colombia, Mexico.
<u>Sclerospora sorghi</u>	(M) (S)	Mexico, Argentina.
<u>S. graminicola</u>	(L)	Brasil
h) Root-Rots		

i) Brown Spot

Phyoderma zae

(L)(M) Peru, Brasil, Mexico, Argentina, Guatemala,

j) Late Wilt

Cephalosporium maydis

(L)(M) Nicaragua, Colombia, Brasil Argentina, Mexico.

k) Other diseases

φ

Physalospora zae

(L) Brasil

Phyllachora maydis (tar spot)

(S) Colombia, Mexico

Cladosporium hervariorum

(L)(M) Brasil, Ecuador, Colombia

Septoria maydis

(L) Brasil, Mexico

Scolecotrichum graminis

(L) Brasil.

Phyllosticta hispida

(L) Brasil, Mexico

Basisporum gallarum (ear rot)

(L) Brasil, Colombia

Curvularia sp

(M)(L) Guatemala, Mexico

Nigrospora oryzae (cub-rot)

(M) Mexico

Gleocereospora zae

(zonate leaf spot)

(L)(M) Mexico

Ustilaginoidea virens

(false smut)

(L) Mexico

a) Virus diseases		COUNTRY
Corn stunt	(L)	Thailand
Sugar cane Mosaic V	(L)	Thailand
Corn Stripe V	(L)	Thailand
Maize Mosaic (strain of SCMV)	(L)	India
b) Stalk rots		
Charcoal rot (<u>Sclerotium bataticola</u>)	(L)(M)	India
<u>Diplodia maydis</u>	(L)	India
<u>Gibberella zeae</u>	(L)	Thailand, India
<u>Pythium aphanidermatum</u>	(L)	Thailand
<u>Pythium butleri</u>	(L)(S)	Thailand, India
<u>Pythium arrhenomanes</u>	(L)	Thailand
<u>Colletotrichum graminicolum</u>	(L)	Thailand
<u>Botryodiplodia phaseoli</u>	(L)	Thailand
<u>Erwinia carotovora</u> f. sp. <u>zeae</u>	(L)(S)	Thailand, India
<u>Xanthomonas stewartii</u>	(L)	Thailand
<u>Rhizoctonia zeae</u>	(L)	Thailand
<u>Nigrospora oryzae</u>	(L)	Thailand
<u>Ascochyta zeicola</u>	(L)	Thailand
<u>Pseudomonas lapsa</u>	(L)	India
c) Ear rots		
<u>Diplodia macrospora</u>	(L)	India
<u>Gibberella zeae</u>	(L)	India
<u>Fusarium moniliforme</u>	(M)	Thailand, India
<u>Cephalosporium acremonium</u>	(M)(S)	Thailand, India
<u>Aspergillus</u> sp.	(L)	Thailand
<u>Penicillium</u> sp.	(L)	Thailand
<u>Rhizopus</u> sp.	(L)	Thailand
<u>Helminthosporium carbonum</u>	(L)	Thailand
<u>Botryodiplodia phaseoli</u>	(L)	Thailand
<u>Fusidium</u> sp.	(L)	Thailand

d) Smuts

<u>Ustilago maydis</u>	(L)	Thailand, India
<u>Sphacelotheca reiliana</u>	(L)	Thailand, India

e) Rusts

<u>Puccinia sorghi</u>	(M) (S)	Thailand, India
<u>Pyccinia polysora</u>	(M) (S)	Thailand

f) Leaf blights

<u>Helminthosporium turcicum</u>	(M) (S)	Thailand, India
<u>H. maydis</u>	(M) (S)	Thailand, India
<u>H. carbonum</u>	(L)	India
<u>Curvularia lunata</u>	(M) (S)	Thailand
<u>Xanthomonas rubrilineans(?)</u>	(L)	Thailand
<u>Helminthosporium rostratum</u>	(L)	India

g) Downy mildews

<u>Sclerospora sorghi (?)</u>	(M)	Thailand
<u>S. philippinensis</u>	(L)	Thailand, India
<u>S. sacchari</u>	(L)	Thailand, India
<u>S. spontanea</u>	(L)	Thailand
<u>Sclerophthora rayssiae var. zeae</u>	(L) (S)	Thailand, India

h) Physoderma zeae (brown spot) (L) (M) Thailand, India

i) Late wilt

<u>Cephalosporium maydis</u>	(L)	Thailand
<u>Cephalosporium acremonium</u>	(M) (S)	India

j) Other diseases

Alternaria leaf spot (<u>Alternaria tenuis</u>)	(L)	Thailand
Phaeosphaeria leaf spot	(L)	India
<u>Gleocercospora sorghi</u>	(L) (M)	India
Nematodes (4 genera involved)	(L) (S)	India
False smut (<u>Ustilaginoidea virens</u>)	(L)	India

MERCADEO DEL MAIZ EN EL SARARE

Diego Millan Pinzon^{1/}

1. INTRODUCCION

El cultivo del maíz en el Sarare, es cultivado por los colonos principalmente para civilizar esta región Colombiana, aprovechando las características tan especiales que tiene esta planta como son la de adaptarse a casi todos los climas, alturas y suelos.

El Sarare comprende los núcleos urbanos de Saravena, con 7.000 habitantes; Arauquita con 2.500; Fortul con 2.000, Puerto Nariño con 2.000, en la Intendencia de Arauca; El Guamo con 1.500; Cubará con 2.000, en el Departamento de Boyacá; Tumbia con 2.500 y Samore con 2.000, en el Departamento de Norte de Santander; tiene una extensión aproximada de 18.000 km², de los cuales hay un 5% colonizado.

La producción de maíz, se estima en más de 8.000 toneladas, con un rendimiento promedio de 1.300 kgr/ha. Cada año se va incrementando más el área cultivada y el mercadeo se va complicando, pues es uno de los problemas que está afrontando esta zona y para ello se necesita que el gobierno preste más atención para poder respaldar a los colonos en la venta de sus productos agrícolas.

2. INSTALACION, SOSTENIMIENTO Y RECOLECCION DEL MAIZ

Cada año y en la misma época, se realizan los siguientes pasos:

2.1 Desmonte, socola y tumba de monte, de Diciembre a Enero.

2.2 Quema y repicada, de Febrero a Marzo.

2.3 Siembra del maíz en la primera quincena de Abril, cuando generalmente empieza la época de lluvias, que se prolonga hasta mediados de Noviembre. Siembran de 4 a 6 granos y a 50 cms. por surco.

2.4 Siembra de pasto dentro del maíz, al voleo, aprovechan para limpiar el cultivo, esto entre Mayo y Junio.

2.5 Recolección y desgrane a mano del maíz, entre Agosto y Septiembre.

El empacado del maíz lo hacen en costales de 5 arrobas. Para transportarlo de sus parcelas a los centros de acopio, lo hacen en mulas. Algunas veces, es posible que camiones puedan entrar a las parcelas, pero esto ocurre solo en donde hay carretera o carretables y de allí llevan la cosecha a los pueblos.

^{1/} Auxiliar de Investigación, Programa Maíz, ICA-Cúcuta.

Hay veredas en donde es muy difícil sacar los productos por falta de carretables, carreteras, trochas o puentes y en algunos casos existen los carretables, pero sólo se pueden usar en verano.

En Arauquita el producto de las cosechas la venden por lo general a Venezolanos, aprovechando mejores precios y la facilidad de pasar de un lado a otro en lanchas; igualmente, las veredas cercanas a Arauquita, sacan los productos para ser vendidos en Venezuela.

COSTOS DE PRODUCCION POR HECTAREA

Todas las labores son totalmente a mano y son las siguientes, se incluye valor de insumos y jornales a \$20.00 con alimentación.

3.1 Preparación del terreno, 8 jornales.....	\$160.00
3.2 Socola, 20 jornales.....	400.00
3.3 Siembra de 15 kg. de semilla, 3 jornales.....	75.00
3.4 Control de insectos, 2 kg. de aldrin.....	12.00
Utilizan un jornal.....	20.00
3.5 Desyerbe, 8 jornales.....	160.00
3.6 Recolección, 6 jornales.....	120.00
3.7 Empacada, 5 jornales.....	100.00
3.8 Transporte.....	270.00
	<u>Total..... \$1,317.00</u>

Se estima que la producción por hectárea sea de 1.300 kilos, tal vez muy alta, se compra a \$1.20 kilo, entonces el valor de la producción es de \$1.560.00 el beneficio será de \$243.00, cosa muy poca, por esta razón, hay que enseñar por medio de Extensión Rural, Pruebas Regionales a todos los colonos, como mejorar las técnicas de cultivos y a que usen mejores variedades e híbridos, para que puedan aumentar sus ingresos.

ASPECTOS DE MERCADEO

El mercadeo es lo que determina el éxito o fracaso de las explotaciones agropecuarias.

4.1 VIAS

Para que una región se desarrolle rápidamente, las vías de comunicación, son las que influyen en el más alto grado.

Para este caso es de gran importancia porque nos indican los canales de mercadeo, que dan la rentabilidad de las empresas agropecuarias y de ellas depende la forma de transporte, que en la región hace por aire, tierra y agua y el costo de transporte por unidad de producto, como se ve en los siguientes cuadros.

COSTO DE TRANSPORTE TERRESTRE POR TONELADA

LUGAR	VALOR EN \$
Pamplona - Saravena	200.00
Saravena - Fortul	160.00
Saravena - Puerto Nariño	80.00
Puerté Nariño - Juju	240.00

COSTO DEL FLETE AEREO POR TONELADA

LUGAR	VALOR EN \$
Saravena - Tame	1.250.00
Saravena - Arauquita	1.000.00
Saravena - Arauca	1.000.00

El costo del flete fluvial de Saravena a Arauquita es de \$250.00.

4.1.1 VIAS TERRESTRES

Son las obras que más necesita la región, actualmente se construyen varios kilómetros de carreteras que unen los pueblos más importantes.

Actualmente existen las carreteras que comunican a Cúcuta, Bucaramanga y Pamplona con Saravena y Puerto Nariño, es la más importante porque por ella se transportan todos los productos a las ciudades consumidoras.

Por carretera se comunican con Saravena, Puerto Nariño, Fortul, Tunebia, El Guamo y parte de la Isla del Charo; aproximadamente en unos 2 años terminarán la carretera que une a Tame con Fortul, permitiendo así el transporte hacia el Llano y del Llano hacia Cúcuta y Bucaramanga.

Una vez completa esta red de carreteras se habrá vencido la principal dificultad para el desarrollo de la región. Existe además una red de carreteras y troncales que se comunican con la red principal que comunican con los caseríos El Chuscal, Banadía, El Pescado, Puerto Lleras, entre los principales.

PRINCIPALES VIAS TERRESTRES

LUGAR	KILOMETROS
Cúcuta - Pamplona	75
Bucaramanga - Pamplona	130
Pamplona - Tunebia	138
Tunebia - El Chuscal	12
Tunebia - El Guamo	15
Tunebia - Río Bojabá	20
Río Bojabá - Saravena	14
Saravena - El Charo	20
Saravena - Río Banadia	8
Saravena - Puerto Nariño	13

4.1.2. VIAS AEREAS

En la región existe una red de aeropuertos en Saravena, Arauquita, Tunebia y Fortul, que permiten la conexión con el resto del país.

Actualmente funcionan tres empresas aéreas que prestan sus servicios con varios vuelos semanales. Esto ha facilitado las comunicaciones y realizan el transporte de pasajeros y carga, pero por su alto costo es poco utilizado.

RUTAS AEREAS

LUGAR IDA Y REGRESO	VUELOS SEMANALES	COMPANIA
Villavicencio - Tame Cravo Norte - Arauca Arauquita - Saravena - Cúcuta	3	La Urraca Satena y Avianca

4.1.3 VIAS FLUVIALES

Varios ríos de la zona del Sarare son navegables en sus partes bajas, tales como el Banadia, Bojabá, Royota, en canoas y chalupas y transportan productos como Maíz, Yuca y Plátano. El río Arauca y su brazo el Madre-vieja, son navegables por planchones y embarcaciones tipo lancha, en todo su curso.

4.1.4 CANALES DE MERCADEO

Siguiendo las vías terrestres, se puede saber hacia donde van los productos y de donde provienen. Así los principales centros de mercadeo de los productos agrícolas del Sarare son: Cúcuta, Pamplona y Bucaramanga y los bienes de consumo que la región necesita provienen de estos mismos centros. Hay también comercio o intercambio de productos con las vecinas poblaciones Venezolanas. Internamente, dentro del Sarare, el centro comercial de la región es Saravena.

La zona carece por completo de centros de almacenamiento y su utilización por los colonos de la región se descarta, pues se trata de los excedentes que potencialmente podrían construir un mercado importante.

4.1.5 ENTIDADES DE MERCADEO

Comerciantes locales y extranjeros en Arauquita; locales en Fortul y Saravena, hacen el 60% del mercadeo. Camioneros y dueños de botes, el 38%.

Cooperativas y juntas comunales el 2%.

La Cooperativa del Sarare, realiza el mercadeo de algunos productos, principalmente sobre maíz y arroz.

Ultimamente el IDEMA, instaló un puesto de compra en Saravena y mercadea principalmente con maíz y arroz. Se espera que sirva tanto para el control como para el mantenimiento de precios, para beneficio de los colonos.

5. RECOMENDACIONES

5.1 Con un mejor sistema de infraestructuras, la región podrá tener más adelanto social y económico.

5.2 El mercadeo es lo más importante para salvar las cosechas de maíz y de los demás productos agropecuarios del Sarare.

5.3 La eliminación de intermediarios serviría para que los colonos recibieran más cantidad por unidad de producto.

5.4 La rápida terminación y arreglo de las vías, ayudaría a mejorar el transporte y reducir los costos del mismo.

5.5 Con mejores técnicas de cultivo y con el uso de variedades e híbridos mejorados, se elevaría el ingreso de los colonos.

5.6 La creación de una Agencia de Extensión Rural, serviría para enseñar y transmitir los adelantos y técnicas agropecuarias a los colonos del Sarare.

BIBLIOGRAFIA

1. Archivo de asentamientos campesinos.
2. Estudio para la apertura de una zona de crédito supervisado en Fortul, Proyecto Arauca No. 1
3. Información dentro y fuera del área BID en Arauca.
4. Informe para la creación de una Granja Experimental en Saravena.
5. Información de la Cooperativa del Sarare al personal de campo.
6. Plan General de Desarrollo - Proyecto Arauca No. 1, 1970.

ASPECTOS RELACIONADOS CON LA PRODUCCION Y CONSUMO

DE MAIZ EN VENEZUELA

Pedro Obregón 1/

Información económica y social.

- 1.- La exportación de maíz es mínima y se realiza solamente como harinas.
- 2.- La importación en los últimos tres años ha sido de un promedio anual de 113.000 TM.
- 3.- La superficie sembrada va aumentando progresivamente a un promedio de unas 20.000 Has. por año en los últimos tres años. La productividad ha permanecido estabilizada a unos 1.100 Kg/Ha.
- 4.- El aumento de la producción nacional de maíz, proviene de un aumento de la superficie cultivada y no debido a incremento en la producción unitaria.
- 5.- La mayor parte de nuestra producción maicera ha estado viniendo de pequeñas unidades de explotación que se caracterizan principalmente por su inestabilidad, hacinamiento de cultivos y muy bajas técnicas agrícolas de producción.

Hoy en día las zonas de mayor producción no corresponden con aquellas de mayor población rural, lo que indica que el cultivo del maíz está estableciéndose en regiones de buenas condiciones naturales. Hay que esperar los datos del IV Censo Agropecuario.

- 6.- Un gran sector de la población campesina nacional vive del maíz, del cual obtiene ingresos mínimos.

Lo anterior insinúa claramente que el cultivo del maíz en Venezuela está limitado por una serie de factores. Por ser el mismo un cultivo predominantemente realizado en pequeñas unidades de explotación, se dificulta el poder aplicar las mejores prácticas agrícolas tales como mecanización apropiada, combate de malezas, plagas y enfermedades; aplicación de fertilizantes, semillas certificadas, etc.

Esto trae como consecuencia que el cultivo se encarezca y que la producción sea de escaso valor remunerativo por bajos rendimientos. La situación se agrava por el bajo nivel cultural y económico de la gran mayoría de los pequeños productores lo que les resta poder para adquirir las nuevas técnicas del cultivo.

1/ Ing. Agr. Jefe Sección Fitotecnia y Coordinador Programa Nacional de Cereales. CIA-MAC Maracay, Venezuela.
Profesor Cereales y Leguminosas. F.A. - UCV Maracay, Venezuela.

La Reforma Agraria viene paulatinamente modificando esta situación.

Información sobre importancia y uso del maíz.

El maíz siempre ha sido y seguirá siendo el cereal principal en Venezuela. Prácticamente se siembra en todo el país.

Hay cierta cantidad de maíz producido que no se puede cuantificar, por lo cual escapa al dato estadístico, como aquella dejada por los campesinos para su propio consumo y de sus animales domésticos, o aquella que va a las grandes ciudades en forma de maíz tierno o jojoto.

El cuadro 1 contiene la utilización del maíz en cáscara en la Industria Alimentos Concentrados (consumo animal), Industria Harina Precocida (consumo humano), Industria Pilonera (consumo humano) y otros consumos no definidos, entre 1960-1967.

Al examen del cuadro podemos notar:

- 1- Ha habido una tendencia sostenida de aumento del consumo de maíz en la Industria de Alimentos Concentrados para Animales. Del total disponibles de los 8 años analizados, consumió el 18,40%.
- 2- Ha habido una tendencia sostenida de aumento del consumo de maíz en la Industria de Harina Precocida para humanos. Del total disponible de los 8 años analizados, en sólo 4 años consumió el 7,38%.
- 3- Ha habido una tendencia a bajar el uso de maíz en la Industria Pilonera, para consumo humano, a partir de 1964 cuando aparece en el mercado la harina precocida con el mismo fin. Del total disponible de los 8 años analizados, consumió el 33,21%.
- 4- En cuanto a otros consumos, no precisados en el cuadro, como era de esperarse, no hay una tendencia definida. Del total disponible de los 8 años analizados, utilizó el 41,01%.

Las industrias de harina precocida y pilonera, que elaboran productos de sero consumo humano, con un gasto del total de los 8 años analizados de un 40,59%, necesitan un grano de endospermo duro preferiblemente de color blanco. Sobre otros consumos no determinados, no se puede decir nada.

Limitaciones en la producción de maíz.

Sistemas de producción y los factores económicos y sociales.

Si la mano de obra es abundante, poco preparada y pequeño el tamaño de las explotaciones agrícolas, el tipo de agricultura será primitivo y basado en la realización de todos los trabajos a mano (conuco). El empleo extensivo de maquinaria ahorra mano de obra y permite la aplicación de modernas técnicas de cultivo, lo podrá hacerse en explotaciones más grandes, de mayores recursos económicos y naturales y de topografía bastante plana.

El sistema de explotación de conucos, con campesinos pobres y analfabetos, su mayoría errantes, dificulta el incremento de prácticas recomendables en la

Cuadro N° 1.- Utilización de maíz en concha en Industria Alimentos Concentrados (consumo animal), Industria Harina Precocida (consumo humano), Industria Pilonera (consumo humano) y Otros Consumos no definidos, entre 1960-1967. Todo expresado en TM.

<u>Años</u>	<u>Industria Alimentos Concentrados</u>	<u>Industria Harina Precocida</u>	<u>Industria Pilonera</u>	<u>Otros Consumos</u>
1960	64.423	--	160.026	215.294
1961	88.030	--	176.346	197.511
1962	88.174	--	186.826	285.197
1963	109.153	--	183.126	138.102
1964	92.817	35.600	207.359	298.708
1965	99.871	63.300	191.550	211.279
1966	106.000	91.700	157.823	223.324
1967	<u>138.142</u>	<u>125.000</u>	<u>157.118</u>	<u>184.488</u>
Totales				
8 años:	786.610	315.600	1.420.179	1.753.903
Porcentajes del total				
8 años:	18.40	7.38	33.21	41.01

Fuente: MAC. Beneficio de maíz. República de Venezuela, 1969.

producción del maíz, como son:

- 1- Utilización de semillas certificadas.
- 2- Eliminación de las siembras de maíz en áreas marginales por suelos, topografía, lluvias, etc.
- 3- El empleo de correctas poblaciones por hectárea.
- 4- El uso de fertilizantes químicos.
- 5- Uso de rotaciones de cultivo y abonos verdes, eliminando siembras asociadas.
- 6- Uso de riego total o punta, o cola de riego.
- 7- Correcto y oportuno combate de plagas y enfermedades.
- 8- Uso de Herbicidas.
- 9- Cosecha mecánica.
- 10- Mercadeo organizado para créditos suficientes y oportunos a cada labor a realizarse, como siembra, cultivos, control plagas y cosecha, evitando otro tipo de endeudamiento.

La ley de Reforma Agraria, promulgada en 1960, trata de transformar los cooperativos en pequeños agricultores propietarios de parcelas planas y con asistencia técnica desde el punto de vista agrícola, educativo, sanitario y crediticio. La Reforma Agraria es la llamada a mejorar las implicaciones de este factor de la producción de maíz en Venezuela. El IV Censo Agropecuario debe demostrar un cambio positivo en las explotaciones maiceras en el sentido de aumento de tamaño de la parcela y en la concentración de áreas.

.- La fertilidad del suelo.

Este es factor importante en la producción de maíz. La planta de maíz se cultiva en una amplia variedad de suelos, pero rinde más en aquellos bien drenados, aireados, profundos y calientes, que contengan materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio en abundancia. El maíz necesita alimentos para desarrollar un cuerpo vegetativo grande y luego más para una gran producción de granos.

Teniendo en cuenta los datos actuales, se puede conseguir un incremento en el rendimiento de granos de unos 1.000 Kg/Ha.

En Venezuela no está generalizado el uso de fertilizantes químicos en maíz. Se continúan los estudios sobre poblaciones y fertilizantes y se han iniciado investigaciones básico-orientadas en nutrición mineral del maíz.

.- Clima.

La densidad, distribución y eficacia de las lluvias constituyen los agentes más importantes del clima, en la producción del maíz en Venezuela. La maicicultura es netamente de temporal (lluvias) y por tanto, la productividad de las planta-

ciones va íntimamente relacionada a las bondades de la estación lluviosa.

4.- Maíces adaptados y rendidores.

Los maíces criollos están bien adaptados al medio en donde se cultivan y a las condiciones locales naturales y de mercadeo, pero fallan en capacidad de producción. Existen maíces mejorados, blancos y amarillos, desde granos semidentados a granos semiduros, bien sean variedades o híbridos, todos adaptados desde 0-800 mt. altura. Igualmente existe la variedad Minita, muy precoz, para zonas de bajas precipitaciones.

De todo este material mejorado, está bien organizada la producción de semilla certificada.

La calidad de la semilla es excelente y la cantidad producida es suficiente a la demanda. Esta semilla ya ha comenzado a llegar al pequeño productor orientado por la Reforma Agraria.

5.- Futuro.

El futuro de la maicicultura venezolana es bueno.

1. Se ha ampliado el Programa de Investigación, abriéndose sitios de trabajo en 4 diferentes regiones del país.
2. La Reforma Agraria viene trayendo un aumento del tamaño de la explotación maicera y la concentración de áreas en regiones de buenas condiciones naturales. Se favorece la asistencia en todo sentido y la introducción de innovaciones.
3. El mercado es seguro y va en aumento progresivo todo los años. El estado mantiene un precio mínimo en escala nacional.
4. La poca experiencia lograda sobre Asistencia Técnica especializada en el cultivo del maíz, es muy positiva. Ha despertado el interés público y privado, hasta tal punto, que con capital mixto de estas fuentes, se adelantan planes para una experiencia piloto de unas 10.000 Has., expandibles progresivamente al cubrirse nuevas regiones.

ASPECTOS RELACIONADOS CON LA PRODUCCION Y CONSUMO DE MAIZ

EN VENEZUELA

R E S U M E N

La exportación de maíz es mínima. En los últimos años se viene importando en cantidades variables.

La producción nacional va en aumento a expensas de la ampliación del área de cultivo y no de la productividad. Hoy se nota una tendencia de establecimiento del cultivo en regiones de buenas condiciones naturales más que en aquellas de alta población rural, como consecuencia de la Reforma Agraria. Todavía un gran sector de la población rural vive del maíz, siendo ésta de un bajo nivel cultural y económico.

El consumo humano del maíz es el más importante, se prefiere el maíz blanco. Se vende como maíz pilado y en harinas principalmente precocidas. El consumo para alimentos concentrados para animales también va en aumento.

El predominio de la pequeña explotación y los bajos niveles económicos y sociales de los campesinos que siembran maíz, han venido dificultando el empleo de la moderna tecnología agrícola para aumentar la productividad. Aún se siembra mucho maíz en zonas marginales.

- El consumo de fertilizantes es mínimo.

- La maicicultura venezolana es de temporal, por lo que la productividad de las plantaciones va íntimamente relacionada a los vaivenes de la estación lluviosa.

- El uso de semilla certificada de maíces mejorados es satisfactorio, estando ya a nivel del pequeño productor orientado por la Reforma Agraria.

El futuro de la maicicultura venezolana es bueno:

- Se ha ampliado el Programa de Investigación.

- La Reforma Agraria viene trayendo un aumento del tamaño de la explotación y la concentración de áreas en regiones de buenas condiciones naturales.

- El mercado es seguro y va en aumento progresivo todos los años. El gobierno mantiene un precio mínimo en escala nacional.

- La poca experiencia sobre Asistencia Técnica en el cultivo del maíz es muy positiva y ha despertado el interés público y privado.

Introducción:

La producción total de maíz en Venezuela ha aumentado pero no como resultado de un aumento en la productividad sino más bien debido a un aumento de la superficie sembrada. En los últimos 3 años el rendimiento por unidad de superficie se ha mantenido alrededor de los 1100 Kgs/Ha; la importación de maíz para cubrir el consumo nacional se ha estabilizado alrededor de 113 toneladas métricas y el volumen de exportación de harinas precocidas es del orden de 60 toneladas métricas (Cuadro 1).

Distribución de la Producción:

La distribución del maíz se hace a través de cuatro canales principales: Banco Agrícola y Pecuário, Industrias, Molinos (Pilones) y Comerciantes locales. El mayor volumen de la producción llega al consumidor en forma de productos industrializados: maíz pilado, alimentos concentrados, harinas (precocidas y secas), una pequeña parte llega sin procesamiento (maíz en concha) y es la destinada al alimento de animales domésticos.

Precios:

El precio al mayor y al detal del maíz en concha (amarillo y blanco) viene subiendo desde 1962 como lo indica el Cuadro 2.

Igualmente ha subido el precio al mayor y al detal del maíz blanco pilado, para consumo humano, como indica el Cuadro 3.

Beneficio de maíz para uso humano:

Como indica el Cuadro 4, el aumento constante de la producción de harina precocida para alimentación humana, ha traído como consecuencia una disminución de la producción de maíz pilado. Ha habido un aumento del consumo total de maíz por el hombre.

Producción de Aceite:

La producción de aceite para consumo humano es relativamente nueva en nuestro país, es a partir del año 1968 cuando se comienza la producción, la cual se ha mantenido estable durante éstos 3 últimos años.

La importación ha disminuído notablemente (Cuadro 5).

Informe presentado en la IV Conferencia de Maíz en la Zona Andina. Cali. Colombia.

Ingenieros Agrónomos. Sección Fitotecnia - Centro de Investigaciones Agronómicas. Venezuela.-

CUADRO 1. MAIZ: Superficie, Producción, Rendimiento, Importación, Valor de la Importación, Exportación y Valor de la Exportación de Harina de Maíz. Durante los años 1963-70.

Años	Superficie Ha.	Producción TM	Rendimiento	Importación		Exportación	
				Sin moler TM	Valor miles Bs	Harina TM	Valor miles Bs
1963	426.718	430.163	1.008	218	152	15	20
1964	443.040	475.000	1.072	159.484	41.176	12	14
1965	461.784	521.000	1.128	45.000	13.735	34	33
1966	466.893	557.470	1.194	21.568	6.023	28	26
1967	616.075	633.372	1.028	471	364	18	29
1968	626.337	660.786	1.055	121.372	31.240	37	38
1969	641.053	670.304	1.046	110.494	31.078	90	90
1970	588.120	709.915	1.207	109.106	32.991	62	62

CUADRO 2. Precios promedio en el país al por mayor y al detal durante los años 1960-70. Maíz en concha.
Bs/100 Kg.

<u>Años</u>	<u>Maíz amarillo</u>		<u>Maíz blanco</u>	
	<u>Mayor</u>	<u>Detal</u>	<u>Mayor</u>	<u>Detal</u>
1960	42	49	41	52
1961	41	48	47	57
1962	41	48	37	50
1963	41	48	40	52
1964	47	60	47	70
1965	46	59	44	55
1966	47	57	44	54
1967	49	58	48	57
1968	53	60	50	60
1969	50	60	49	58
1970	52	63	50	61

CUADRO 3. Maíz blanco pilado. Precios Promedios en el país al por mayor y al detal durante los años 1960-70.

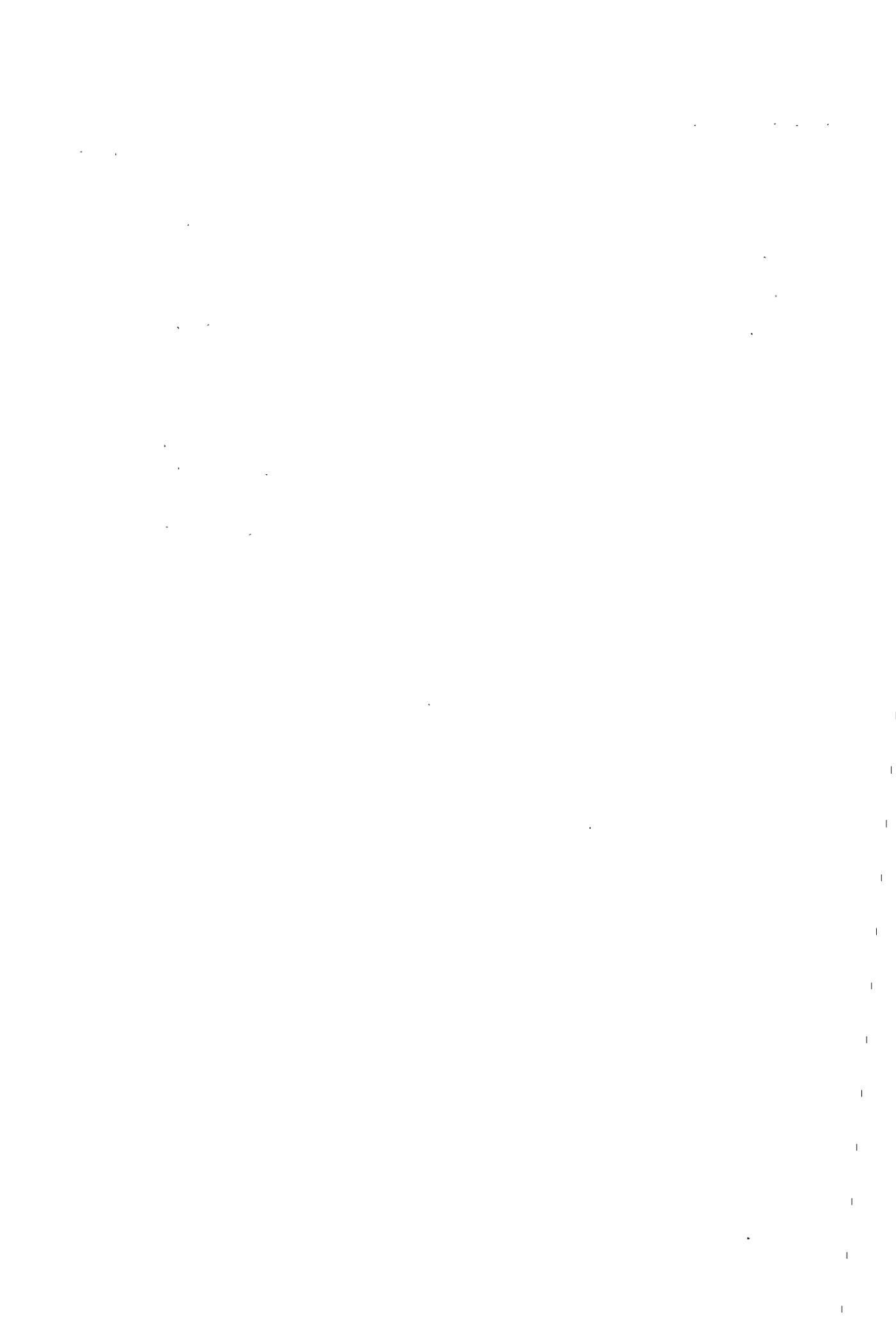
<u>Años</u>	<u>Precios Promedios</u>	
	<u>Al por mayor</u> <u>Bs. por 100 Kg.</u>	<u>Al detal</u> <u>Bs. por 100 Kg.</u>
1960	49	61
1961	53	68
1962	44	57
1963	48	61
1964	63	77
1965	56	71
1966	58	68
1967	59	70
1968	61	70
1969	61	68
1970	62	69

CUADRO 4. Producción de maíz pilado y harina precocida para uso humano en TM desde 1964-1970.

<u>Años</u>	<u>Maíz Pilado</u>	<u>Harina maíz precocida</u>
1964	150.044	24.964
1965	138.165	44.313
1966	113.980	64.278
1967	109.645	86.173
1968	106.456	101.563
1969	104.684	107.393
1970	96.724	114.590

CUADRO 5: MAIZ: Producción de Aceite. Importación y valor de la importación durante los años 1963-70.

<u>Años</u>	<u>Producción TM</u>	<u>Importación TM</u>
1963	-	16
1964	-	92
1965	-	13
1966	-	-
1967	-	2
1968	6.415	1
1969	5.427	4
1970	6.130	7



INTRODUCCION:

Desde que el hombre empezó a perder su carácter de nómada y fué estableciéndose en núcleos pequeños en diferentes lugares del mundo, sintió la necesidad de ir domesticando las plantas que encontraba a su paso para poder satisfacer sus necesidades alimenticias. Tanto en una forma voluntaria como involuntaria, logró seleccionar las plantas de cultivo más importantes, mejorando sus métodos de selección a través de los años. Uno de estos métodos es la selección masal que figura dentro de los más antiguos utilizados para el mejoramiento de las especies de polinización cruzada.

El sorgo forrajero por su alta calidad de forraje y sus altos rendimientos en las zonas en donde el agua es un factor limitante, tiene una gran importancia para los ganaderos que tienen déficit de forraje. La existencia de variedad precoz y de buena calidad podría aumentar la frecuencia de corte y la disponibilidad de forraje verde, ensilado o henificado durante todo el año. Las características favorables de rendimiento y calidad de forraje de la variedad Honey la presentan como una de las variedades de sorgo forrajero más prometedoras, como material de fitomejoramiento.

El objetivo de este trabajo fué tratar de obtener una variedad más precoz y más sana que la actual variedad Honey, por medio de la selección masal.

LITERATURA REVISADA

La selección masal se define como un procedimiento mediante el cual se seleccionan individuos de una población en base a su valor fenotípico. Posteriormente son inter cruzados libremente para dar origen a la población que será base del ciclo siguiente (1, 3, 4, 8, 9).

Rara vez se ha utilizado la selección masal para la producción de nuevas variedades de sorgo, aún cuando se ha considerado en alguna ocasión como medio para conservar o mejorar la pureza de las variedades (9).

No se encontró en la literatura información crítica respecto a la efectividad de la selección masal, pero la gran variabilidad en características de planta y mazorca de las variedades conocidas de maíz, sugieren que la selección masal ha sido razonablemente efectiva para modificar estos caracteres (6, 11).

Por otra parte, la selección masal ha mostrado ser efectiva en la incrementación de la frecuencia de genes favorables para caracteres los cuales son fácilmente medibles y observables como madurez, altura, etc. y en cambios de adaptación de variedades a las nuevas áreas de producción (3, 7).

El efecto primordial para obtener progreso por selección es la presencia de variabilidad genética en la población, esta variabilidad genética aditiva es la que determina el progreso por selección masal (12).

^{1/} Becario de Investigación, Programa de Maíz, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

Félix y De Alba (5), en un experimento hecho en Apodaca, Nuevo León, México, en el campo experimental del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey sobre rendimientos de sorgo forrajero, reportan los rendimientos de seis diferentes variedades. Según los resultados del experimento, las variedades que tuvieron mejor adaptación y mayor rendimiento en esta zona del Noroeste de México fueron: la variedad Honey como la mejor y la siguen en importancia Sourles, Sumac, Atlas. Las otras dos: Ellis y Rancher fueron de muy bajo rendimiento.

Reyes (10), reporta en diversos experimentos efectuados en Apodaca, N.L., México, datos que sugieren a la variedad Honey como la mejor en cuanto a rendimiento, aunque tardía.

En la región Lagunera, Noroeste de México, trabajando con sorgo forrajero se encontró que entre las variedades mejor adaptadas, la variedad Honey resultó la de más alto rendimiento (2).

La variedad Honey fué introducida en 1857 en los Estados Unidos de Norteamérica y es nativa de Natal, Africa del Sur (14).

La variedad Honey es tardía, muy alta, de tallos gruesos, jugosos y muy dulces y con abundante forraje; posee semilla pequeña, de color café y cubierta por una gluma de color rojo vivo. Florea de 62-93 días y tiene buen ahijamiento (9, 14).

Tan importante como la fecha de siembra es la época de cosecha. El momento adecuado para cosechar toma gran importancia si consideramos que el contenido de HCN (ácido cianhídrico), la composición química y el rendimiento varían notablemente de acuerdo al estado de desarrollo de la planta. La mayoría de los autores coinciden en señalar como momento oportuno para cosechar cuando el grano se encuentra en estado masoso, ya que en este estado: la producción de materia seca por unidad de superficie es más alta; el forraje es más apetecible para el ganado; el contenido de HCN es más bajo y el contenido de acidez es más bajo, condición que favorece el ensilaje (14);

MATERIAL Y METODO

El presente trabajo se llevó a cabo en el campo agrícola experimental del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, en Apodaca, N.L., México, durante los ciclos de primavera y verano de 1969.

El campo experimental de Apodaca, está ubicado en tierras representativas de la región árida del Noroeste de México, a 25° 45' latitud Norte y 100° 12' longitud Oeste. Se encuentra a una altitud de 500 metros sobre el nivel del mar con clima árido y caliente con heladas invernales. La precipitación promedio es de unos 500 milímetros con lluvias más abundantes en Agosto, Septiembre y Octubre.

Se utilizó la variedad Honey, que aunque de buen rendimiento en la región, es tardía.

Ciclo de Selección

El 24 de Febrero de 1969, se sembró un lote de aproximadamente 3160 m² dividido en 40 parcelas de cuatro surcos. La longitud de los surcos fué de 20 metros y la distancia entre surcos de 92 cm. Se hicieron todas las labores de cultivo. La selección se hizo por una parte seleccionando las más deseables desde el punto de vista agronómico a la época de floración. Se hicieron selec-

ciones sucesivas durante todo el ciclo, eliminando las plantas que fueron seleccionadas anteriormente pero que mostraron ciertas deficiencias desde el punto de vista agronómico.

Se seleccionaron tres tipos de plantas: plantas precoces y sanas (P + S), plantas precoces y enfermas (P + E) y plantas tardías (R). Se aplicó una presión de selección del 10%.

Ciclo del Ensayo de Rendimiento

En el verano del mismo año se realizó un ensayo de rendimiento utilizando una distribución de bloques al azar con 10 repeticiones y cuatro tratamientos que fueron: P + S, P + E, R y O (semilla original de la variedad).

La siembra se efectuó el 8 de Julio de 1969 en parcelas de 5 metros de largo por 4 surcos de ancho, con una distancia entre surcos de 92 cm. Se efectuaron las labores acostumbradas de cultivo y se aplicaron dos riegos de auxilio. Los datos que se tomaron fueron: grado de acame, grado de clorosis, grado de enfermedad, altura de planta, por ciento de floración y rendimiento. En la tabla 1 se presenta la clasificación de los grados de acame, clorosis y enfermedad. Para determinar la altura de planta se tomó una muestra de 15 plantas por parcela, midiendo cada planta con una regla graduada desde el suelo hasta la base de la panoja (inflorescencia). La floración se determinó cuando el 50% de las plantas de la parcela habían florecido.

El rendimiento se determinó como peso verde de las plantas incluyendo la panoja.

El ataque de enfermedades fué notable, siendo más fuerte Helminthosporium sp y más leve Puccinia sorghii.

Tabla 1. Clasificación de los grados de acame, clorosis y enfermedad. Ciclo de Verano de 1969. Apodaca, N.L.

GRADOS	ACAME	CLOROSIS	ENFERMEDAD
1	0-5 plantas acamadas	Hojas verdes	0-3 hojas atacadas
2	6-11 plantas acamadas	hojas con líneas cloróticas	4-5 hojas atacadas
3	12-17 plantas acamadas	hojas con franjas cloróticas	6-7 hojas atacadas
4	Más de 17 plantas acamadas	hojas completamente cloróticas	Más de 7 hojas atacadas

RESULTADOS EXPERIMENTALES

En la tabla 2 se presentan los resultados de los caracteres bajo estudio para los cuatro tratamientos. Como se puede observar, en todos los casos el tipo precoz y sana (P + S) seleccionado durante el ciclo de selección en la primavera anterior fué el que tuvo menos acame, menos clorosis, menor daño por enfermedades y mayor rendimiento. Le siguen en orden descendente el tipo P + E (precoz y enferma), el tipo O (semilla original de la variedad y en último término el tipo R (tardío).

La diferencia en cuanto a floración que existe entre los tipos P+E (precoz y enferma) y P+S (precoz y sana) es estadísticamente insignificante.

Por otra parte, el tipo P + S (precoz y sana) muestra una ganancia sobre la variedad original del orden de 8.6%.

Para el análisis estadístico de los grados de acame, clorosis y enfermedad se empleó la estadística no paramétrica según el método desarrollado por Friedman reportado por Siegel (13).

Para la floración se encontró diferencia estadística significativa según se aprecia en la prueba de Duncan de la tabla 3. En la misma tabla 4 se observa que no hubo diferencia significativa en cuanto a altura y para rendimiento los tipos P + S y P + E se comportaron iguales estadísticamente de un lado y por otro los tipos O y R.

DISCUSION Y CONCLUSION

La observación de los resultados indica que la variedad Honey de sorgo forrajero posee suficiente variabilidad genética en un número amplio de caracteres como para ser mejorado por medio de la selección masal.

En efecto, siendo el propósito esencial de la selección masal el de incrementar la proporción de genotipos superiores en la población, este método se puede justificar a la luz de los resultados obtenidos en este experimento, habiendo obtenido un aumento de 8.6% en el rendimiento del tipo P + S seleccionado sobre la variedad original.

Por otra parte, la correlación altamente positiva encontrada entre grado

Tabla 2. Valores promedios de los caracteres estudiados para los cuatro tipos seleccionados. Verano de 1969. Apodaca, N.L.

	ACAME	CLOROSIS	ENFERMEDAD	ALTURA	FLORACION	RENDIMIENTO
Tipos	R A N G O S			MTS.	%	TONS/HA.
P + S	0.57	2.05	2.10	1.85	86.3	62.5
P + E	1.20	2.58	2.98	1.72	91.6	61.4
O	3.14	2.15	3.02	1.66	69.8	57.5
R	3.42	2.61	3.00	1.47	40.7	37.4
CV						5.3%

Tabla 3. Resultados de la Prueba de Duncan para Floración, Altura y Rendimiento al 5% de Tolerancia.

FLORACION	<u>P+S</u>	<u>P+E</u>	0	R
ALTURA	<u>P+S</u>	<u>P+E</u>	0	R
RENDIMIENTO	<u>P+S</u>	<u>P+E</u>	0	R

Tabla 4. Correlación entre Clorosis y Enfermedad. Coeficiente de Correlación por rango de Spearman, R_s

	R_s (calculada)	R_s (tabular)
		.05
		.01
28	0.326*	0.317
		0.448

Tabla 5. Rangos de Comportamiento de los Tipos Estudiados en el Verano de 1969. Apodaca, N.L.

TIPOS	ACAME	CLORO-SIS	ENFER-MEDAD	FLORA-CION	ALTU-RA	RENDI-MIENTO	TOTAL	RANGO FINAL
P+S	1	1	1	2	1	1	7	1
P+E	2	3	2	1	2	2	12	2
O	3	2	3	3	3	3	17	3
R	4	4	4	4	4	4	24	4

de clorosis y daño por enfermedades, hace pensar en que la selección contra uno de estos caracteres mejorará por lo menos en parte el otro caracter (ver tabla 4.)

Por último, el tipo P + S (precoz y sano) resultó en forma general el mejor, lo que da cierto crédito a la efectividad de la selección masal en plantas preferentemente autógamias como el sorgo cuando se trata de mejorar caracteres fácilmente medibles y observables y en cambios de variedades a las nuevas áreas de producción (ver tabla 5).

RESUMEN

Por medio de la selección masal se investigó sobre la factibilidad de obtener una nueva variedad Honey con características de precocidad para reemplazar a la variedad Honey tradicional. Los resultados de este experimento demuestran la efectividad de este método de selección para aumentar la frecuencia de genes superiores aún para plantas preferentemente autógamias como el sorgo. Uno de los tipos seleccionados, el tipo P + S (precoz y sana) resultó superior a los demás tipos estudiados: P+E (precoz y enferma); R (tardía) y O (variedad original) en todas las características estudiadas. El rendimiento de forraje verde del tipo P + S (precoz y sana) fué 8.7% mayor que el rendimiento de la variedad original durante un solo ciclo de selección.

BIBLIOGRAFIA

1. Allard, R.W. 1960. Principles of Plant Breeding. 1a. Ed. John Wiley and Sons, Inc. N.Y. pp,83-175.
2. Angeles, H.H. et al. 1962-1963. Sorgo para la Región Lagunera. Agric. Tec. en México. Vol. II. No. 2. pp. 64-68.
3. Babcock, E.B. y R.E, Clausen. 1927. Genetic in Relation to Agriculture. 2a. Ed. McGraw Hill Book Co. Inc. New York. pp. 159-232.
4. Falconer, D.S. 1954. Validity of Theory of Genetic Correlation. Jour. Heredity No. 45: 42-44.
5. Félix, L.C. y G. de Alba. 1957. Sorgo para el Noroeste de México. Bol. Agr. No. 5. Esc. de Agric. y Gan. del Inst. Tec. y de Est, Sup. de Monterrey.
6. Grand-Pierre, C. 1969. Utilización de la Selección Masal como Método de Fitomejoramiento en Sorgo (Sorghum vulgare Pers) para forraje. Tesis (sin publicar). Inst. Tec, Est, Sup. Monterrey, Div. Graduados, México.
7. Gutiérrez, G.M. 1961. Métodos para mejorar variedades de Maíz. Proy.

Coop. Centroamericano. 2a. Reunión Centroamericana. Turrialba.
Costa Rica pp,23.

8. Johnson, E.C. 1961. El Mejoramiento del Maíz en México. PCCMM. 7a.
Reunión. Tegucigalpa, Honduras, pp. 22-25.
9. Reyes, C. P. 1964. Sorgo para las Tierras Bajas del Estado de Nuevo
León. Bol. Agr. de la Esc. Agríc. y Gan. del ITESM. No. 95.
10. Siegel, S. 1956. Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences.
International Student Edition. McGraw-Hill Book Co., Inc.
N.Y. pp. 166-229.

SITUACION DEL CULTIVO DEL SORGO EN CENTROAMERICA

Angel Salazar B. ^{1/}

El sorgo es un cultivo de relativa antigüedad en Centroamérica, su introducción al área data de la época colonial, de modo que ya actualmente se llaman criollas algunas variedades introducidas hace mucho tiempo de los E.E. U.U. y aún de Africa. Según el país en que se le siembre, el sorgo es llamado también: "Maicillo", "Millón", "Millo" y aún "Trigo". En la costa del Pacífico de Nicaragua, Honduras, El Salvador y en menor escala en Guatemala, el cultivo del sorgo está casi tan extendido como el maíz, con el cual se le siembra asociado. En Costa Rica este cultivo es de reciente introducción. En Centroamérica se introdujo el sorgo híbrido y las prácticas modernas de su cultivo, a partir de 1962, cuando Costa Rica hizo las primeras importaciones de semilla híbrida de los E.E.U.U.

La importancia relativa actual del sorgo en Centroamérica se puede apreciar en el Cuadro 1. El área dedicada al sorgo sigue solo al maíz y frijol, entre los cultivos anuales de Centroamérica. Así mismo, el volumen de producción sigue en magnitud al del maíz. El rendimiento unitario del sorgo es similar a algo mayor, que el del maíz.

El cultivo del sorgo usando semillas híbridas y prácticas mejoradas, está creciendo en importancia en Centroamérica. En 1971 ocupó aproximadamente el 10% del área sembrada con sorgo (Cuadro 2) y tiende a aumentar en la medida que se desarrolla la industria de alimentos animales. Los planteles de producción de aves de carne y huevo así como de cerdo y ganado de carne y leche, están consumiendo en forma creciente al sorgo granero, así como el forrajero. Países como Nicaragua y Honduras, pueden dedicar grandes extensiones al cultivo del sorgo granero y todos los países del área, pueden sembrar el sorgo forrajero, para su aprovechamiento en una de sus varias formas de consumo.

Características del cultivo. El cultivo del sorgo en Centroamérica adopta dos formas: a) tradicional y b) moderna.

Cultivo tradicional. El 90% del sorgo se cultiva bajo esta forma y es realizada por campesinos y pequeños agricultores, que lo siembran para subsistencia más que para el comercio. De las aproximadamente 300,000 has. sembradas en forma tradicional, cuando menos la mitad se hace en asociación con otros cultivos como el maíz, arroz y frijoles etc.

Se dedican al sorgo cultivado en forma tradicional, los terrenos más pobres o escarpados. La preparación del terreno, cuando se la practica, es deficiente y mediante el arado de bueyes.

La siembra se hace a mano o con arado de bueyes. Cuando está asociado con otro cultivo la semilla se deposita en grupos de 4 a 10 por lugar alternado con el cultivo asociado.

El control de malezas es ineficaz, ya que se le practica con machete o con arado de bueyes, cuando las malezas ya redujeron el rendimiento del sorgo.

^{1/} Director de Operaciones de Semillas Dokalb en Centroamérica.

Cuadro 1. Área cosechada, producción y rendimiento de los principales cultivos anuales de Centroamérica en 1969-70. 1/

	MAIZ grano	FRIJOL grano	SORGO 2/ grano	ALGODON fibra	ARROZ grano	AJONJOLI grano
GUATEMALA						
Area Ha.	715987	153746	48000	84400	12257	5061
Producción T.m.	692319	69309	33936	48742	14541	2763
Rendimiento K./Ha.	967	451	707	578	1177	546
EL SALVADOR						
Area Ha.	202288	31776	114137	55847	33217	1996
Producción T.m.	234608	18473	122241	41766	29535	951
Rendimiento K./Ha.	1160	581	1071	748	889	447
HONDURAS						
Area Ha.	411677	126680	89000	4887	17363	998
Producción T.m.	352796	53418	69527	2899	17440	453
Rendimiento K./Ha.	857	418	783	593	1005	522
NICARAGUA						
Area Ha.	257693	58545	70599	118479	39640	11539
Producción T.m.	226953	43621	83811	76451	67493	7248
Rendimiento K./Ha.	881	739	1187	570	1691	628
COSTA RICA						
Area Ha.	54045	56486	5279	3092	82743	—
Producción T.m.	53827	29127	8668	1087	76738	—
Rendimiento K./Ha.	995	516	1642	352	927	—
CENTRO AMERICA						
Area Ha.	1641690	427233	327015	266705	185351	19594
Producción T.m.	1560503	213552	317983	161945	205747	11415
Rendimiento K./Ha.	951	499	972	607	1110	582

1/ Datos obtenidos en el Departamento de Estudios Económicos, Sector Agropecuario, Banco Central de Nicaragua.

2/ Los datos para sorgo son estimaciones.

Cuadro 2.- Area Sembrada con Semilla híbrida y usos del sorgo en Centroamérica.

PAIS	Area sembrada con semilla híbrida en Has. 1971-1972			Uso del sorgo en % Alimentación		
	Total	Grano	Fotraje	Animal	Humana	Otros
GUATEMALA	5,524	4,920	703	75	16,7	8,3
EL SALVADOR	1,054	844	210	60	30	10
HONDURAS	2,812	352	2,460	50	40	10
NICARAGUA	18,278	17,434	844	65	25	10
COSTA RICA	4,816	4,310	598	95	--	5
CENTROAMERICA	32,584	27,769	4,815			

1) Los datos del área son estimaciones basadas en la cantidad de semilla híbrida importada.

La producción de grano de sorgo, sembrando híbridos y a través de prácticas de cultivo modernas, es una nueva y creciente industria en Centroamérica.

Los híbridos forrajeros de sorgo se adaptan muy bien a las condiciones de trópico seco y húmedo de Centroamérica.

No se aplican fertilizantes y el control de insectos no se practica sino en casos de ataques muy intensos de gusanos que destruyen el follaje.

La cosecha del sorgo se realiza a mano, cortando las panojas en la madurez, para luego hacerlas secar al sol y desgranarlas a mano, mediante el aporreo, con varas de madera. Luego de separadas las glumas del grano por la acción del viento, se almacena el sorgo ensacado hasta su utilización o venta.

El cultivo en forma tradicional se caracteriza más que todo, por el uso de variedades llamadas "criollas". Estas variedades son viejas introducciones provenientes de E.E. U.U. o de Africa. Se caracterizan por ser variedades de ciclo vegetativo largo y sensitivas al fotoperiodismo. Cuando se les siembra al principio de la época de lluvias (mayo-junio), maduran al fin de la época de lluvias (noviembre), pero si se las siembra tarde, después de mayo o junio, la madurez ocurre siempre en noviembre, de modo que son variedades que permiten solo una cosecha por época de cultivos.

Las variedades criollas son de plantas altas de follaje abundante, tallos gruesos, que a la madurez son duros y de poco valor como forrajero. Las panojas pueden ser compactas o abiertas (Bandera) y el grano es de color blanco y textura cristalina, apropiado para hacer tortillas, ("arepas" ó especie de pan).

El rendimiento de las variedades criollas en las mejores condiciones puede alcanzar 1,950 kilos por hectárea, pero el promedio es de aproximadamente 900 a 1000 K./Ha. en los cuatro países de Centroamérica donde se cultivan las llamadas variedades criollas en forma tradicional (Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua).

El mayor mérito de las variedades criollas, para los campesinos, lo constituye su gran resistencia a la sequía, ya que muy raramente el sorgo deja de dar algo de grano, aún ante las peores sequías que suelen ocurrir en esta área. Usando el maíz, arroz o frijol deja de producir por la sequía, el sorgo proporciona al campesino una cosecha de grano.

El sorgo, se usa en Centroamérica para alimentación humana y animal, en particular aves y cerdos (Cuadro 2). Para la alimentación humana se usa el grano mezclado con maíz, o como sustituto total del maíz, para la preparación de tortillas.

Cultivo Moderno. Aproximadamente el 10% del área dedicada al sorgo en Centroamérica y Panamá, se siembra con híbridos introducidos de los E.E. U.U. Aunque desde 1962 se venía sembrando híbridos de sorgo granero en Costa Rica, esto fue sólo hasta 1965, que se comenzó a incrementar el cultivo de híbridos en el área. En el año mencionado ocurrió especialmente en Nicaragua, una sequía que obligó a un grupo de agricultores, que perdieron sus campos de algodón, a sembrar sorgo granero como una manera de reducir las pérdidas.

El cultivo moderno del sorgo, se caracteriza además del uso de híbridos, por que está en manos de agricultores que siembran grandes extensiones de terreno, en los que se puede usar maquinaria para su preparación; por la aplicación de fertilizantes; control eficiente de malezas e insectos; cosecha mecánica y porque la producción es de carácter empresarial destinada a la industria de alimentos concentrados para las aves, cerdos y ganado vacuno de engorde y leche.

Los campos de sorgo híbrido entre 32.5 a 65 K./Ha. de nitrógeno y también

32.5 y 16.8 K./Ha. de fósforo y potasio. Generalmente se aplica fórmulas completas de abono a la siembra y el nitrógeno restante en 2 aplicaciones.

Las malezas en los campos de sorgo híbrido se controlan mecánicamente, a través de 1 a 3 pases de cultivadora de tracción mecánica, pero la forma más común y eficiente de controlarlas es mediante el uso de herbicidas. La Atrazina en varias de sus formas comerciales, es el herbicida más usado, tanto de preemergente, como post-emergente. También se usa en menor escala el 2-4-D.

Los varios insectos que atacan las raíces, follaje y grano del sorgo, son controlados con insecticidas, entre los que podemos mencionar, Sevín, DDT, Malathion, Lannate y Methil Parathion.

La "Mosquita del sorgo" (*Contarinia sorghicola*), es el insecto que causa las más graves pérdidas de grano, cuando no se la controla oportunamente. Los gusanos que destruyen los granos causan daños especialmente en variedades de panoja muy compacta.

El ataque de pájaros a los campos sembrados de sorgo granero, es un serio problema en Centroamérica. Solo puede reducirse las pérdidas de grano por esta causa, sembrando en épocas que escapen a las mayores concentraciones de pájaros y sembrando variedades resistentes a los pájaros. Los híbridos BR-64, Savanna, AKS-614 han demostrado sufrir menos daños, que las variedades con menos tanino en el grano en estado de leche y masa.

La cosecha de los campos con sorgo híbrido se realiza con combinadas, las mismas que se usan en la cosecha del arroz.

El rendimiento promedio de los campos sembrados con sorgo granero en los que se siembran híbridos y usan prácticas mejoradas de cultivo es de aproximadamente 2,000 K./Ha. Los campos más productivos sin embargo producen entre 2,500 a 5,000 K./Ha. El rendimiento máximo conseguido en Nicaragua hasta la fecha, fue de 7,740 K./Ha.

Los híbridos más sembrados en Centroamérica para la producción de grano son: DeKalb E-57, C-48-A y BR-64; Northrup King Savanna, 222, 227 y 280; Advance 14, ASK-614, McNair 652; Pioneer 846 y otros. Los híbridos forrajeros más usados son: DeKalb SX-11, SX-16 y FS-4; NK 300, Sordan y Trudan; Hygrazor. Toda la semilla híbrida es importada de E.E. U.U.

Los ministerios de agricultura de los países de Centroamérica ofrecen también al agricultor variedades de Libre Polinización, desarrolladas localmente, entre éstos tenemos: Guatecau 1 de Guatemala; Cau-Kaura y Kaf-Darso de El Salvador; Tempranero 1 y Tempranero 2, de Honduras y Shallu Nic. y Melowland, de Nicaragua.

El área que se siembra con estas variedades es pequeña, con excepción del área sembrada con las variedades de El Salvador. La variedad forrajera Sart es también usada en Nicaragua.

Los híbridos de sorgo forrajero se siembran aún en pequeña escala en Centroamérica, 4,815 Ha. aproximadamente. Honduras es el país que más parece siembra de híbridos de sorgo x Sudan y bajo riego, para el engorde de ganado de carne. Estos híbridos se adaptan muy bien a la época de siembra de temporal, así como de riego en Centroamérica. Sembradas en condiciones apropiadas de fertilidad y con buen manejo estos híbridos han permitido 6 a 8 cortes de ma-

teria verde por año. Cuando se les siembra al final de la época de lluvias, los híbridos de sorgo forrajero permiten, con la humedad residual, 2 a 3 cortes de forraje verde para elaborar heno.

Problemas del cultivo del sorgo. Sin tratar de hacer un ordenamiento por su importancia relativa, mencionaremos los principales problemas que afronta el cultivo del sorgo, tanto para grano como para forraje, en las condiciones ambientales de clima tropical semi-seco y semi-húmedo, en que se desarrolla este cultivo en Centroamérica.

Prácticas de cultivo. En general y dependiendo de los países, en Centroamérica se trata aún el sorgo granero y forrajero, como un cultivo poco exigente. Un número de agricultores todavía no aplica la cantidad de fertilizantes necesaria para un alto rendimiento de grano y forraje, ni controla las malezas eficaz y oportunamente. La mayoría de los agricultores que siembran sorgo en Costa Rica, lo hacen como un cultivo suplementario del arroz, es decir, después de cosechar el arroz, en el que practican la tecnología conducente a altos rendimientos, siembran semilla híbrida de sorgo granero, para obtener una cosecha que la humedad residual, al fin de la época de lluvias, le permita, (1642 K./Ha.). Esto, sin nada o muy poco fertilizante y sin control adecuado de malezas e insectos. Aún cuando en Nicaragua, donde actualmente se siembra más 50% del sorgo híbrido en Centroamérica, se aplican mejores prácticas de cultivo del sorgo, tanto para grano, como para forraje.

Epoca de siembra. En las condiciones de clima de Centroamérica, es posible sembrar y cosechar 2 veces sorgo granero híbrido, durante la época de lluvias, además de que es posible aún, hacer otra siembra de riego, durante un año. Las siembras de temporal se hacen en mayo o junio, a principios de la época de lluvias y en agosto y septiembre. La primera siembra en general, se desarrolla sin mayores problemas de control de malezas, insectos y enfermedades, pero tiene el grave problema de que el grano madura en una época, agosto, en que no se cuenta con seguridad, con un período sin lluvias. Esto hace riesgoso el tratar de producir sorgo en la primera época de siembra, ya que se producen pérdidas considerables por emmohecimiento, pudrición y germinado del grano, causadas por la alta humedad ambiente al momento de la cosecha. Esto es especialmente grave en terrenos arcillosos, en los que las combinadas no pueden cosechar el grano por los continuos atascamientos y enfangues de la maquinaria. Los agricultores que logran cosechar en esta época lo hacen con alta humedad en el grano, por lo que tienen que sacarlo de inmediato. En esta época también suelen presentarse grandes bandadas de pájaros, que causan pérdidas de grano. En suma, la primera época de siembra de temporal del sorgo granero, en Centroamérica, a pesar de ser favorable al desarrollo y rendimiento del cultivo, su cosecha afronta mucho riesgo, por la inseguridad de contar oportunamente con un período sin lluvias. Aún cuando se ha encontrado que ciertos híbridos como DeKalb BR-64, Savanna AKS 614 y otros son más tolerantes al deterioro del grano por exceso de humedad ambiente durante la cosecha, estos híbridos todavía no se les siembra en grandes extensiones.

La segunda época de siembra, al contrario de la primera, es menos favorable al desarrollo del cultivo, pues las poblaciones de malezas e insectos son las mayores, así como la incidencia de las enfermedades es la más alta. Por otro lado, el número de horas de luz solar por día es menor (12 ó menos) que en primera. La ventaja de esta época de siembra es sin embargo, que la cosecha se efectúa en un período en que ocurren ya muy pocas lluvias y los peligros de pérdida de grano por exceso de humedad ambiente se reducen considerablemente.

La decisión sobre la época de siembra de temporal con sorgo híbrido granero en Centroamérica, tiene que ser hecha por el agricultor en función de las facilidades con que cuenta. Debiera intentarse producir sorgo granero en la primera época de siembra, solo cuando el agricultor cuenta con suficientes cosechadoras y tenga fácil y rápido acceso a las secadoras de granos, además de usar variedades tolerantes al exceso de humedad. Cuando no ocurren estas circunstancias, es menos riesgoso sembrar en la segunda época de siembra. Algunos agricultores aún practican la doble cosecha, sembrando en mayo o junio, para luego cosechar en agosto o septiembre y después dejar rebrotar el campo, para obtener una cosecha adicional, a fines de la época de lluvias, noviembre o diciembre.

Densidad de siembra. Es práctica generalizada entre los agricultores que cultivan sorgo híbrido granero el sembrar indiscriminadamente alrededor de 20 K./Ha. de semilla de primera calidad y con más de 80% de germinación. Las recomendaciones de los organismos oficiales y casas productoras de semilla sin embargo, son de sembrar hasta 17.5 K./Ha. sólo en condiciones óptimas de humedad, fertilidad y cuando el agricultor aplica las mejores prácticas de cultivo al sorgo híbrido granero. Cuando las condiciones de humedad, fertilidad y demás factores de producción son promedio, se recomienda sembrar 14 K./Ha. y en condiciones de humedad deficiente y pobre fertilidad, aproximadamente 10 K./Ha. de semilla. El sembrar un exceso de semilla en Centroamérica, se debe en parte a que con frecuencia los terrenos no se preparan en la mejor forma posible. Es decir, los terrenos al momento de siembra, tienen aún terrenos y bolsas de aire en las que la semilla no germina, o lo hace y luego muere por falta de humedad; hay aún muchas malezas y abundan los insectos del suelo; todos estos factores determinan fuertes pérdidas de campo en las siembras de sorgo. Luego el agricultor para subsanar estas pérdidas, recurre a sembrar más cantidad de semilla que la recomendada, con la consecuencia de que con frecuencia se tiene mayor incidencia de enfermedad, crecimiento excesivo de las plantas y bajos rendimientos. En los últimos años se está generalizando la práctica de sembrar el sorgo granero en surcos cada vez más cerrados, es decir en lugar de 80 cms. a 1 mt. se está sembrando en surcos separados a 46.2, 30.8 y aún 15.4 cms. (21, 14 y 7 pulgadas). Esta práctica tiene la ventaja de distribuir mejor las plantas cuando se siembra excesiva cantidad de semilla, además de favorecer el más rápido sembramiento de las malezas. Los híbridos forrajeros se siembran a razón de 22 a 35 K./Ha. de semilla siguiendo las recomendaciones del caso.

Pájaros. Varias especies de pájaros migratorios y locales causan serios daños a los campos de sorgo granero. Aún cuando se practican muchas maneras de espantar pájaros y aún intentos por reducir la población de ellos, ninguno reduce a niveles adaptables, el daño causado por las grandes bandadas de pájaros que atacan el sorgo en las dos épocas de siembra propias de Centroamérica. Este problema irá reduciéndose en importancia a medida que se extiendan más las áreas sembradas con sorgo, con lo que se distribuye el daño. La siembra de variedades resistentes a pájaros en las zonas más atacadas por ellos, ha probado también ser una posibilidad al alcance de los agricultores de Centroamérica.

Mercado. El crecimiento del área sembrada con sorgo granero en Guatemala, Nicaragua y Costa Rica, se debe a su creciente uso como materia prima de la industria de producción de aves, cerdos y ganado vacuno. Aún cuando en los primeros años de introducción del sorgo en estos países, la demanda fluctuaba, haciendo fluctuar con ello los precios pagados al agricultor y en consecuencia las áreas sembradas con sorgo, actualmente la mayor parte del sorgo granero se produce bajo contrato, con las empresas que usan el sorgo como grano más

arato que el maíz. En El Salvador y Honduras, existe todavía maíz en abundancia a precios competitivos con el sorgo, además de suficiente producción de sorgo proveniente de la siembra en forma tradicional, por parte de gran número de campesinos.

El sorgo forrajero, en especial de los híbridos sorgo por Sudan, se siembra aún en pequeña escala en Centroamérica, siendo Honduras, Nicaragua y Costa Rica, los países en que el área tiende a aumentar en siembras al fin de la época de lluvias o de riego. El principal obstáculo para la siembra del sorgo forrajero es el ganadero que se resiste a invertir en la producción de forrajes.

En los últimos dos años se está tratando de introducir los sorgos híbridos de grano amarillo y blanco en Nicaragua, Honduras y El Salvador. En estos países hay aún mercado grande para este tipo de grano, ya que en ellos se usa el sorgo blanco para la alimentación humana en forma de tortillas. Estos híbridos además de poder ser usados en igual forma que el sorgo criollo en la alimentación humana, permitirán levantar los rendimientos de grano y forraje por parte de los pequeños agricultores y campesinos de Centroamérica.

EFFECTO DE LA IRRADIACION GAMMA (Co-60) SOBRE ALGUNAS CARACTERISTICAS
FENOTIPICAS EN SORGO DE GRANO (Sorghum vulgare. Pers) EN CONDICIONES
DE CAMPO

Claude Grand-Pierre^{1/}

INTRODUCCION

La apremiante necesidad de aumentar la capacidad productiva de las plantas cultivadas, con el objeto de satisfacer la demanda de alimento en el mundo, es para los fitomejoradores un reto a su capacidad creadora. Bien sabemos que la variabilidad genética de las especies cultivadas es el factor del cual depende todo intento de mejoramiento, sin embargo, la posibilidad de la utilización de las mutaciones inducidas por medios físico-químicos abre un campo prometedor a la investigación. Con el objeto de estudiar el efecto de la irradiación gamma (Co-60) sobre algunas características en sorgo se diseñó el presente experimento.

Literatura Revisada

La radioactividad fué descubierta por Henry Becquerel en 1896 mientras estudiaba la fosforescencia de varios materiales. Becquerel observó que diferentes sales de uranio emitían radiaciones invisibles capaces de impresionar placas fotográficas y que el aire circundante de estas sales de uranio era excitado eléctricamente (13).

La radioactividad se conoce como la propiedad de algunos tipos de núcleos atómicos de desintegrarse en forma espontánea con la emisión de energía principalmente en forma de irradiación de partículas atómicas y de fotones y la radiación se define como el fenómeno de la emisión y propagación de la energía en el espacio o a través de la materia (11, 12, 16).

Las radiaciones según su manera de actuar se pueden dividir en dos grandes grupos: las radiaciones ionizantes y las no ionizantes. De estos grupos las radiaciones ionizantes son las de mayor interés para el investigador siendo éstas las radiaciones Beta, Gamma, Rayos X y Neutrones (2, 3, 13).

Las radiaciones ionizantes se producen cuando después de haber excitado en forma artificial los electrones orbitales de átomos, estos electrones cambian de un nivel de energía mayor a otro menor, emitiendo un "quantum" de radiación o fotón. La cantidad de energía de ese fotón depende del espacio entre los niveles energéticos del átomo en cuestión (4, 13, 17).

Son más usados los rayos Gamma cuya fuente de emisión es el isótopo Co-60, por ser de vida media mayor y debido a su mayor disponibilidad (3, 4, 5).

Las unidades de radiación son el Roentgen (R) y el Rad (r), siendo éste último el de mayor utilización porque estima la energía absorbida y no la emitida como el caso del Roentgen. El Rad es la cantidad de rayos ionizantes absorbidos por un gramo de materia y equivale a 100 ergs. (1, 6, 13, 14, 17).

^{1/} Becario de Investigación, Programa de Maíz del Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

La materia absorbe energía cuando es atravesada por cualquiera de las formas nocidas de radiaciones ionizantes. La cantidad de energía absorbida depende no solamente de la energía incidente, sino también de la densidad del material o del medio por el que pasa la radiación. Existen dos teorías para explicar la acción de las radiaciones en los tejidos vivos.

El efecto directo propuesto por los biólogos basándose en investigaciones de cambios biológicos, multiplicación celular, mutación, efectos letales, etc., en el que dan a entender que al moverse velozmente una partícula cargada o al golpear un complejo de material biológico, la función de éste es alterada y/o destruida.

El efecto indirecto es el que según los químicos la irradiación de un material que contiene agua causa ionización de una parte de las moléculas de agua dando lugar a la formación de hidrógeno y radicales hidróxidos altamente radioactivos, cuando como agentes reductores y oxidantes (3, 4, 8).

La aplicación de la irradiación a cultivos como el algodón (Gossypium hirsutum), maíz (Zea mays L.), lechuga (Lactuca sativa L.), tomate (Lycopersicon esculentum), pepino (Cucumis sativus L.), berengena (Solanum melongena L.), calabaza (Cucurbita pepo), trigo (Triticum vulgare L.), arroz (Oryza sativa L.), ajonjolí (Sesamum indicum), sorgo (Sorghum vulgare Pers.), ha demostrado la factibilidad de utilizar las irradiaciones en cultivos para buscar nuevas fuentes de variabilidad.

Series y Métodos

El presente trabajo se llevó a cabo en el Campo Agrícola Experimental del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, localizado en el municipio de Apodaca, N.L., durante los ciclos de Primavera y Verano del año de 1970.

Las dosis de irradiación que se emplearon fueron: 1000, 2000, 3000, 6000, y 9000 rads. Las dosis se aplicaron a la semilla de sorgo (Sorghum vulgare Pers.), leyendo la bomba de cobalto (Co-60) facilitada por la Oficina del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (U.S.D.A.) en operación conjunta con la Secretaría de Agricultura y Ganadería (S.A.G.) del Gobierno Mexicano en Monterrey, N.L., México.

El material utilizado fué la variedad "Caproc" proporcionado por el programa de mejoramiento del sorgo de la División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

El 28 de Marzo de 1970 se irradiaron 250 semillas a cada una de las dosis anteriormente mencionadas. La siembra se efectuó el 4 de abril del mismo año, utilizando una sola semilla cada 20 centímetros. La parcela experimental constó de surcos de 5 metros de largo espaciados a 92 centímetros entre sí. Se usó una distribución de bloques al azar con diez repeticiones y seis tratamientos; 1000, 2000, 3000, 6000, y 9000 rads. Debido a fallas de población no se ha podido estudiar en forma satisfactoria los efectos resultantes de esta primera irradiación. Se cosecharon todas las plantas que produjeron semilla la cual se clasificó según la dosis a la cual fué irradiada. De esta semilla se guardó una muestra y la otra se volvió a irradiar a las mismas dosis anteriormente mencionadas.

La parte que se guardó se llamó R₂ y fué utilizada en la segunda siembra. La

parte que se volvió a irradiar se llamó RR y constituyó una de las variables estudiadas en el segundo ciclo. Además, se irradió semilla nueva a las dosis del primer experimento y se le llamó R_1 . El 3 de Agosto del mismo año se sembró la segunda parte del experimento utilizando una distribución de bloques al azar con un arreglo combinatorio. Se llamó generación a R_1 , R_2 , y RR y dosis a 0, 1000, 2000, 3000, 6000 y 9000 rads.

Las generaciones fueron:

R_1 = Semilla nueva irradiada.

R_2 = Semilla cosechada en el ciclo anterior

RR = Semilla cosechada en el ciclo anterior y re-irradiada.

Las dosis de la segunda siembra fueron las mismas de la primera siembra y aplicadas de la misma forma a la semilla.

Los 18 tratamientos fueron sorteados dentro de los bloques de manera que estuvieran completamente al azar dentro del lote experimental.

La parcela experimental constó de dos surcos de dos metros de largo espaciados entre sí a 92 centímetros. Se utilizó una densidad de siembra de 10 Kgs. de semilla por hectárea o sea, 4 Gramos de semilla por parcela.

Los datos que se tomaron fueron: días a floración, número de plantas por parcela (población), longitud de panoja, peso de panoja, por ciento de esterilidad, peso de 100 granos, volumen de 100 granos.

En el transcurso del experimento se tomaron todas las medidas adecuadas para permitir a la planta un desarrollo normal en su medio ecológico como riegos, cultivos y otros. Así debido a una clorosis fuerte que se presentó se hizo una aplicación de sulfato de fierro (So_4Fe) al 10% al follaje que dió muy buenos resultados.

Para los análisis estadísticos se utilizaron los promedios de los datos obtenidos en cada parcela.

Los datos del testigo o de la dosis 0 para las tres generaciones estudiadas se promediaron también para obtener un solo testigo y proceder a los análisis de varianza con 16 tratamientos en lugar de 18. Pero el testigo se incluyó en los desgloses y los componentes.

Para estudiar los componentes se dividieron las dosis en dos grupos buscando equidistancia. Se analizaron por una parte las dosis 0, 1000, 2000 y 3000 rads y por otra parte las dosis 3000, 6000 y 9000 rads.

Con el propósito de estudiar el grado de variabilidad existente entre las diferentes longitudes de panoja y entre las diferencias en peso de panoja, se hicieron análisis estadísticos con los rangos promedios de estas variables. Para ello se sacó la diferencia entre la panoja de mayor longitud y la panoja de menor longitud y se sacó un promedio por parcela. Se procedió de la misma manera para peso de panoja.

Debido a la inconsistencia de los efectos se procedió al estudio de población de las generaciones R_1 , R_2 y RR a las dosis de 2000, 3000 y 6000 rads. Con el objeto de comparar dichas poblaciones con el testigo, también se estudió el com-

ortamiento de la población del testigo o sea la dosis 0. Por otra parte para complementar el estudio se analizó la distribución de la población total de las tres generaciones a las mismas dosis anteriormene señaladas para la caracterís-ica de peso de panoja.

Resultados Experimentales

Longitud de panoja - Para las dosis de 0, 1000, 2000 y 3000 rads solamente hubo efectos significativos para la generación R_2 y para las dosis de 0, 3000, 4000 y 9000 rads los efectos fueron significativos en las 3 generaciones R_1 , R_2 y RR. En la figura 1 se observan las líneas de tendencia para longitud de la panoja. La dosis de 2000 rads tiene un efecto estimulante en la longitud de la panoja.

Peso de Panoja - En la figura 2 se pueden observar las líneas de tendencia de las diferentes dosis. Las dosis 2000 y 6000 rads. muestran cierto estímulo en el aumento de peso de panoja.

Porcentaje de Flores Estériles. En la figura 3 se presentan las líneas de tendencia de las mismas dosis en las diferentes generaciones estudiadas. Se puede observar que la generación R_2 resultó tener un porcentaje de flores estériles intermedio entre R_1 y RR a la dosis de 2000 rads, mientras que a las dosis de 6000 rads este porcentaje fué mayor que las generaciones R_1 y RR.

Peso de 100 Granos - La figura 4 muestra la tendencia de las generaciones bajo el efecto de las diferentes dosis. Se puede observar que no hubo diferencia significativa.

Observando la similitud existente entre longitud de panoja y peso de panoja en cuanto al efecto de las diferentes dosis, se estudió la posible correlación entre estas dos características. Se encontraron correlaciones altamente significativas entre estas dos características para las generaciones R_1 y R_2 a las diferentes dosis bajo estudio. En la tabla 1 se presenta el cuadro de concentración de las correlaciones obtenidas.

En las tablas 2, 3, 4 y 5 se presentan los cuadros de concentración de los valores de los diferentes caracteres estudiados. En la tabla 6, se presenta un cuadro de concentración de los parámetros de fijación y de dispersión y de los coeficientes de asimetría de las muestras a las dosis 0, 2000, 3000 y 6000 rads. En esta tabla se puede apreciar que tanto la media, la moda y la mediana se desplazaron hacia los individuos más pesados conforme aumenta la dosis, excepción hecha de la dosis de 2000 rads que tuvo una media mayor que las demás. A las dosis de 2000 y 3000 rads la moda y la mediana tienden a estabilizarse sugiriendo así que el número de individuos no varía mucho en su respuesta a las diferentes dosis. Se puede observar también que la desviación standard o típica de los individuos con respecto a la media de la muestra no varía mucho, lo mismo que el coeficiente de variabilidad. En cuanto al coeficiente de asimetría se aprecia que para las dosis 0, 2000 y 3000 rads la asimetría fué mayor que cero, además de que esta asimetría fué positiva o sea que existen más individuos de mayor peso en la muestra. En cuanto a la dosis de 6000 rads la asimetría fué negativa y resume que esta muestra tenía más individuos con menor peso que la media. En el caso de la dosis de 3000 rads la asimetría es muy moderada puesto que es menor de 0.1. En los otros casos la asimetría es muy marcada puesto que es mayor de 0.3. En las dosis de 2000 rads es solamente marcada.

LONGITUD DE PANOJA EN CMS. (PROMEDIO DE 6 REPETICIONES)

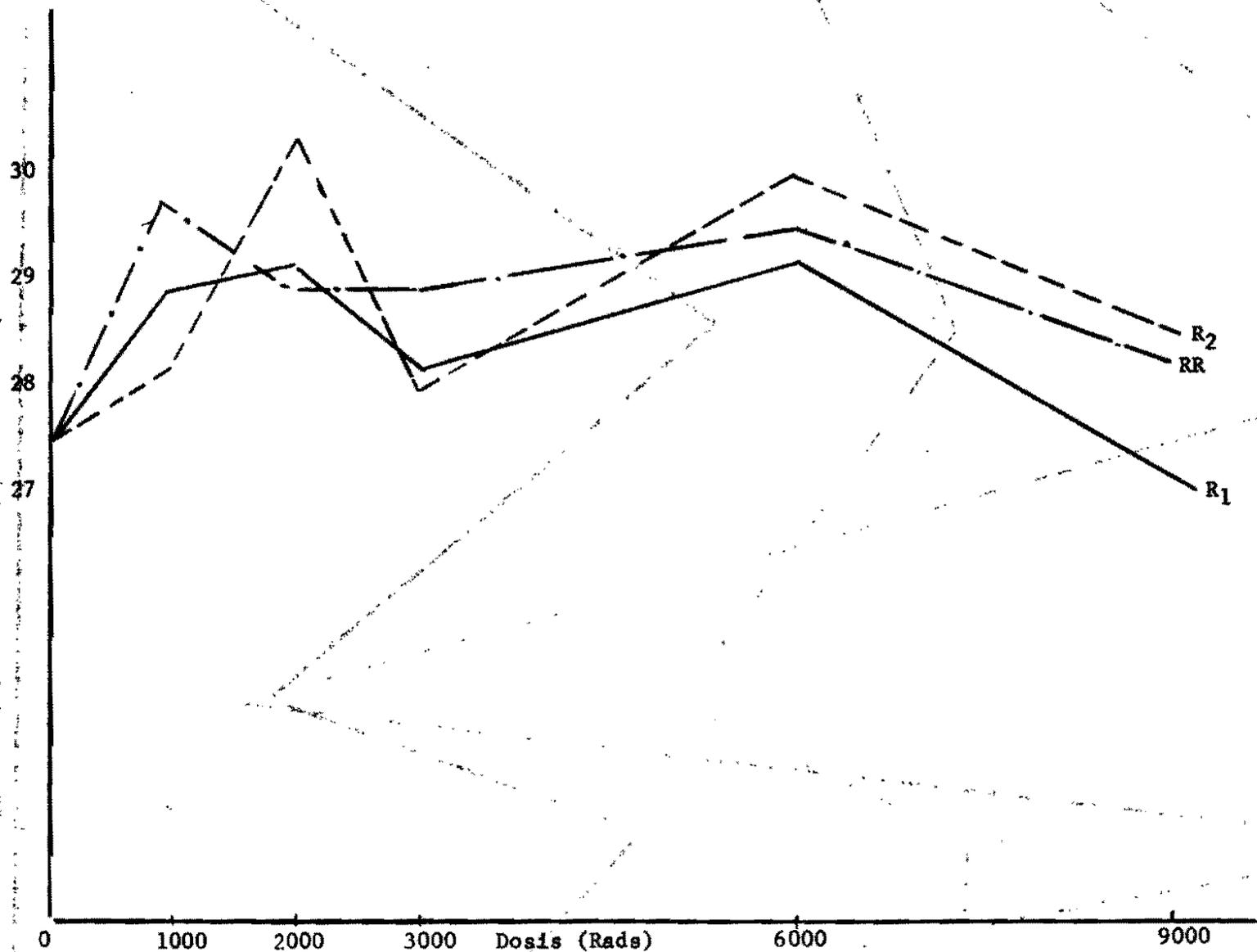
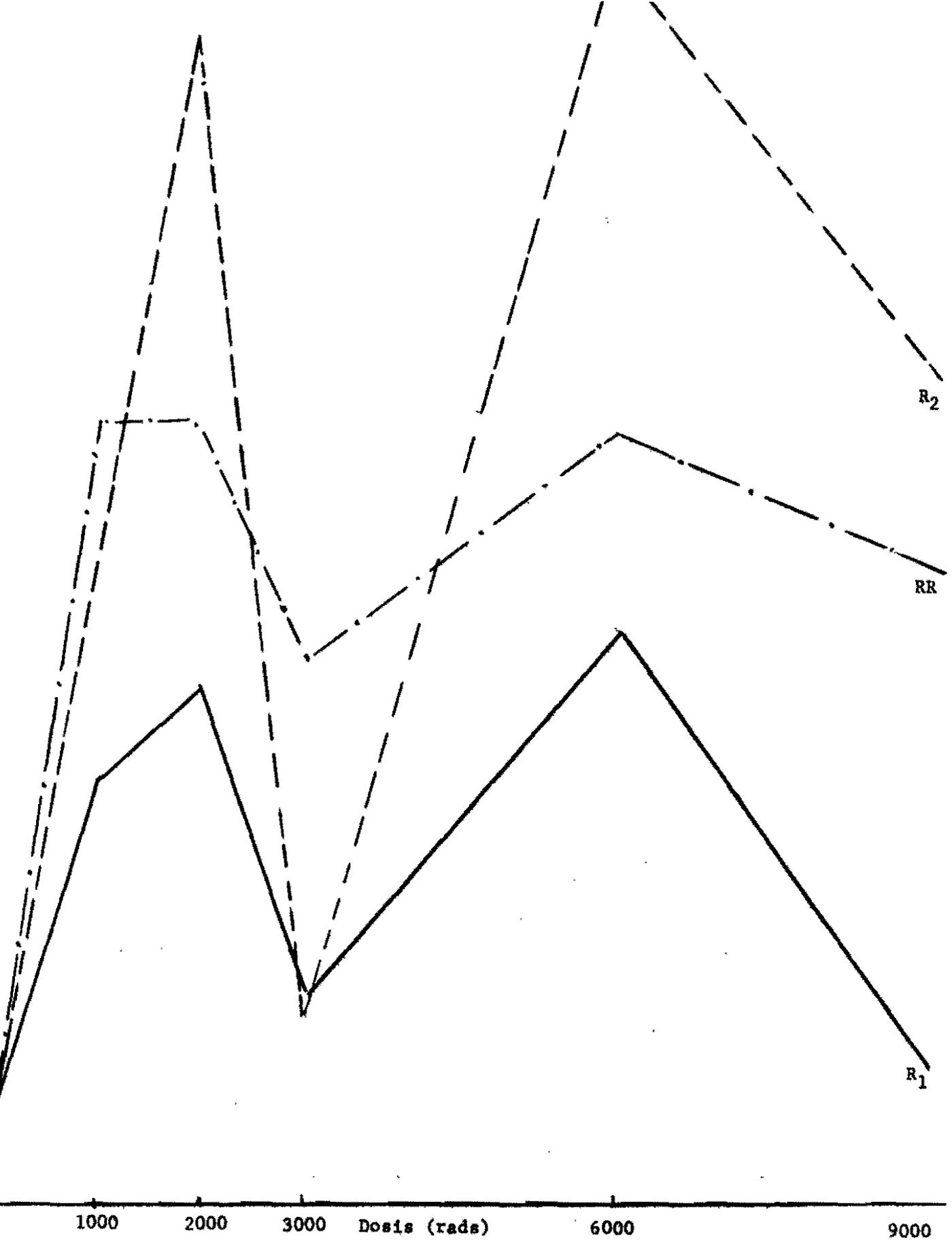


FIGURA 1. LINEAS DE TENDENCIA PARA LONGITUD DE PANOJA A LAS DOSIS 0, 1, 2, 3, 6, 9, Krads EN LAS GENERACIONES R₁, R₂, RR



2. LINEAS DE TENDENCIA PARA PESO DE PANOJA A LAS DOSIS: 0, 1, 2, 3, 6, 9 Krads EN LAS GENERACIONES R₁, R₂, RR.

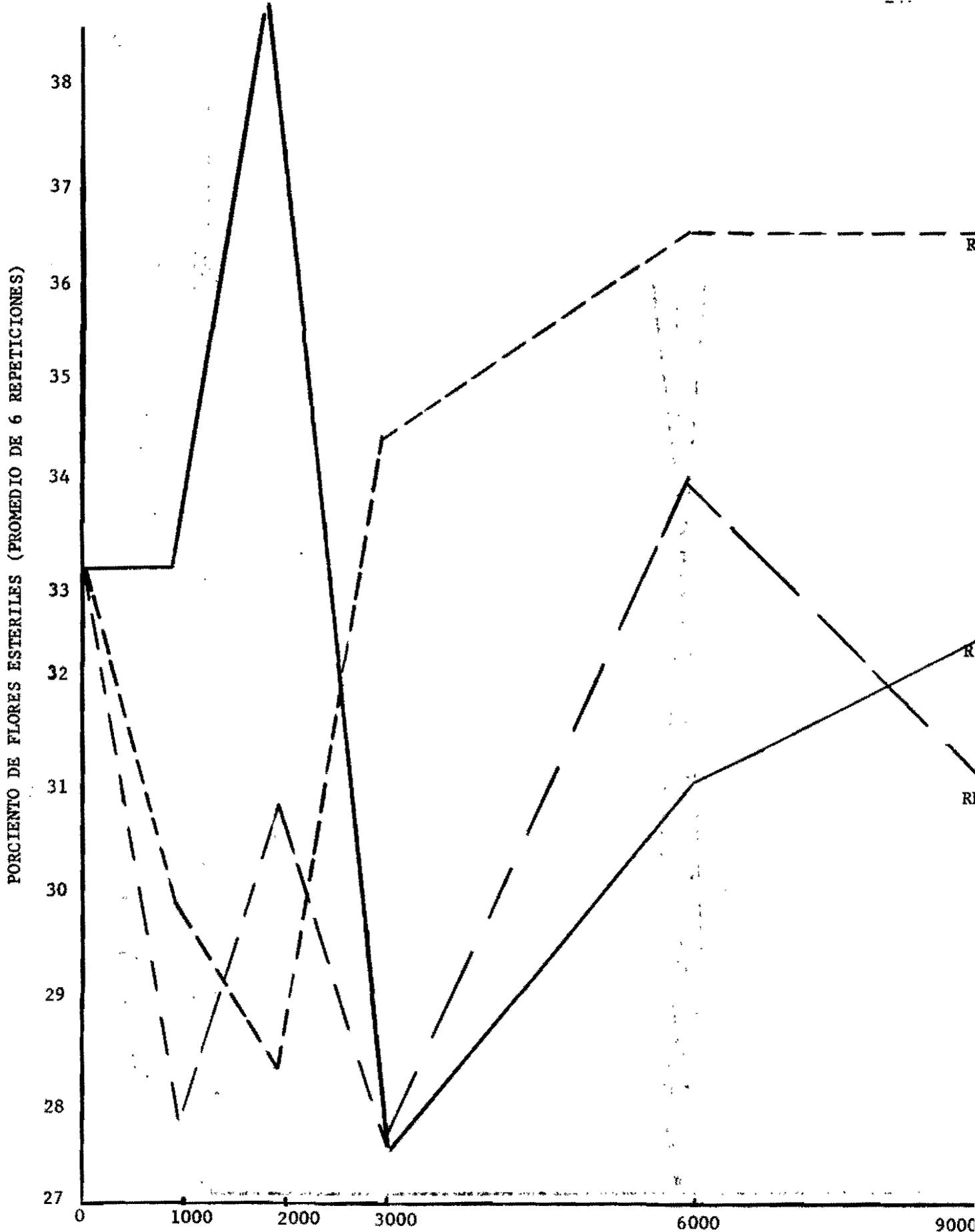


FIGURA 3. LINEAS DE TENDENCIA PARA PORCIENTO DE FLORES ESTERILES A LAS DOSIS: 0, 2, 3, 6, 9, Krads, EN LAS GENERACIONES R_1 , R_2 , RR .

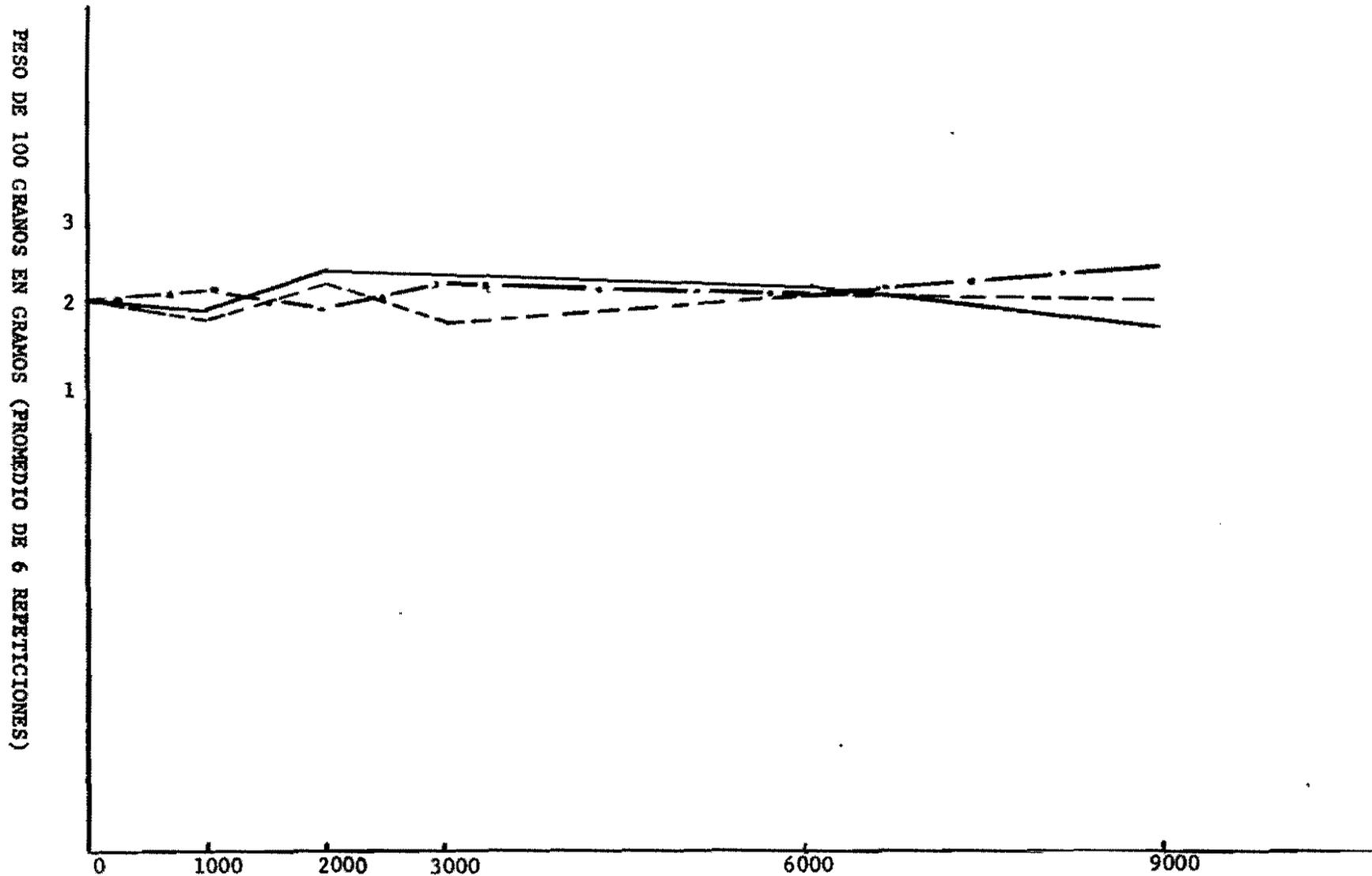


FIGURA 4. LINEAS DE TENDENCIA PARA PESO DE 100 GRANOS A LAS DOSIS: 0, 1, 2, 3, 6, 9, Krads EN LAS GENERACIONES R_1 , R_2 , RR.

Tabla 1.- Cuadro de concentración del coeficiente de correlación entre longitud de panoja y peso de panoja para las generaciones R_1 , R_2 y RR.

	r	0.05	0.01
R_1	0.969	0.811	0.917
R_2	0.938	0.811	0.917
RR	0.882	0.811	0.917

Tabla 2.- Cuadro de concentración para longitud de panoja en cms. (promedio de las seis repeticiones).

G	0	1000	2000	3000	6000	9000
R_1	27.3	28.6	28.8	28.0	28.8	27.1
R_2	27.3	28.0	29.8	27.8	29.5	28.3
RR	27.3	29.3	28.6	28.6	29.1	28.0

Tabla 3.- Cuadro de concentración para peso de panoja en gramos (promedio de las seis repeticiones).

G	0	1000	2000	3000	6000	9000
R_1	25.8	29.1	30.0	27.0	30.5	26.1
R_2	25.8	31.0	36.3	26.8	37.0	33.1
RR	25.8	32.6	32.6	30.3	32.5	31.1

Tabla 4.- Cuadro de concentración para porcentaje de flores estériles en porcentaje (promedio de las seis repeticiones).

G	0	1000	2000	3000	6000	9000
R ₁	33.3	33.3	39.0	27.5	31.1	32.5
R ₂	33.3	30.0	28.3	34.5	36.5	36.5
RR	33.3	27.8	31.0	27.6	34.1	31.0

Tabla 5.- Cuadro de concentración para peso de 100 granos en gramos (promedio de las seis repeticiones).

G	0	1000	2000	3000	6000	9000
R ₁	1.91	1.88	2.15	2.01	2.00	1.76
R ₂	1.91	1.86	2.11	1.80	2.06	2.08
RR	1.91	1.96	1.90	2.05	2.00	2.15

Tabla 6.- Cuadro de concentración de los parámetros de fijación y de dispersión y del coeficiente de asimetría de las muestras a las dosis de 0, 2000 3000 y 6000 rads.

Dosis	Media	Moda	Mediana E.	E. Típico	C.V.	a'
0	26	18	22	12.56	40%	+ 0.60
2000	31	28	26	12.40	40%	+ 0.20
3000	29	28	26	11.55	40%	+ 0.01
6000	33	28	31	12.26	37%	- 0.40

Así, para las dosis de 0, 3000 y 6000 rads la distribución es platicúrtica o sea que el polígono de frecuencias es de poca altura en relación a la base. En el caso de la dosis de 2000 rads la distribución es leptocúrtica o sea que el polígono de frecuencias de la muestra es de poca base en relación a la altura. Debido a lo anterior a las dosis de 2000 y 6000 rads los individuos fueron más pesados que a las demás dosis corroborando así las observaciones anteriores en el sentido de que existe un estímulo marcado a la dosis de 2000 rads en cuanto a peso de panoja.

Conclusiones

1. La observación de los resultados indica que las dosis bajas del orden de 1000 a 9000 rads de radiación gamma afectan muy poco las características fenotípicas del sorgo de grano (Sorghum vulgare Pers.)
2. Existe una marcada tendencia de estímulo a las dosis de 2000 y 6000 rads en cuanto a longitud y peso de panoja, junto con un decremento a las dosis de 3000 y 9000 rads con respecto al testigo.
3. La generación R_1 (semilla proveniente de la primera irradiación) respondió en forma más consistente al estímulo de las dosis de 2000 y 6000 rads para la característica de longitud y peso de panoja que las demás generaciones.
4. La generación RR (semilla re-irradiada) no mostró mayores respuestas a pesar de la mayor probabilidad de individuos mutantes que pudiera provocar la doble irradiación.
5. La irradiación a bajas dosis no solamente causa un aumento de peso en relación al testigo, pero también tiende a cambiar la distribución de los individuos; sin embargo, la variabilidad de las muestras no sobrepasa la del testigo.

Resumen

Se trató de evaluar los efectos de la radiación gamma (Co-60) sobre algunas características fenotípicas en sorgo de grano (Sorghum vulgare Pers.). Se emplearon dosis bajas de radiación de 0, 1000, 2000, 3000, 6000 y 9000 rads. Los resultados obtenidos demuestran una gran inconsistencia en cuanto a las respuestas de las características estudiadas a las dosis empleadas en las tres generaciones (R_1 , R_2 , y RR). Parece existir una ligera tendencia de estímulo a las dosis de 2000 y 6000 rads en cuanto a las características de longitud y peso de panoja. La inconsistencia de los efectos observados indica la necesidad de una amplia investigación para localizar los factores relacionados con la poca respuesta del sorgo (Sorghum vulgare Pers.) a las dosis bajas comparado con las demás gramíneas.

BIBLIOGRAFIA

1. Anónimo-1966- International Atomic Energy. Vienna pp. 6-27
2. Blanchard, C.H. et al - 1964. Introduction to Modern Physics. Prentice Hall, Inc. Engewood Cliffs. N.J. pp. 297-304
3. Desroier, W. N. - 1966. Conservación de Alimentos-CECSA. México. pp. 374-389.
4. Elliott, F.C. 1964. Citogenética y Mejoramiento de Plantas CECSA. México pp. 130-139
5. Ewing, E.G. 1960. Instrumental Methods of Chemical Analysis. 2da. Ed. Mc Graw-Hill Book Co. N.Y. pp. 259-262.
6. Giese, A.C., 1962. Cell Physiology. 2da. Ed. W.B. Saunders Co. Philadelphia. pp. 161-187.
7. Grand-Pierre, Claude. 1971. Efecto de la Irradiación Gamma (Co-60) sobre Algunas Características Fenotípicas en Sorgo de Grano (*Sorghum vulgare Pers*) en Condiciones de Campo. Tesis sin publicar. Inst Tecnol. Est. Sup. Monterrey, Div. Graduados, (México).
8. Guzmán Barron, E.S. - 1954. The Effects of X-Rays on Systems of Biological Importance. Rad. Biol. McGraw-Hill Co. N.Y. pp. 283-308.
9. Kabulov, D.T., et al 1967. The Effect of Repeated Gamma Radiation on Yield of Cotton. Nucl. Sci. Abst. 21: 36753.
10. Kawal, J., y Inoshita. R., 1965. Effect of Gamma Rationation on Growing Rice Plants. Irradiation of Four Main Development Stages. Rad. Biol. pp.
11. Kobayashi. T., 1966. Radiation Induced Benefical Mutants of Sesame Cultivated in Japan. The Use of Induced Mutations in Plant Breeding. IEAE/FAQ. (Vienna) 5:399-406.
12. Miner, H.A. 1959. Teaching with Radioisotopes. U.S. Atomic Energy Comission. Washington, D.C.
13. Price, W.J., 1964. Nuclear Radiation Detection. McGraw-Hill Book Co. N. Y., pp. 21-89.

14. Spear, F.G., 1953. Radiations and Living-Cells. John Wiley. M.Y. pp. 38-69.
15. Vasilev, J.M., 1963. Effect of Ionizing Radiations on Plant Translation Series. U.S.A. Energy Commission.
16. Woodstock, L.W. y O.L. Justice. 1967. Radiation Induced Changes in Respiration of Corn, Wheat, Sorghum, and Radish Seeds During Initial Stages of Germination in Relation to Subsequent Seedling Growth. Nucl. Sci. Abst. 21:22781.
17. White, H.E. 1965. Effects of Mutagenic Agent in Vicia sativa L. The Use of Induced Mutations in Plant Breeding. IEAE/FAQ (Vienna), Supl. Rad. Bot. pp. 205.

Walter Fegan Escobar 1/

INTRODUCCION

Dentro de un programa de mejoramiento genético de plantas, es necesario un conocimiento adecuado de los mecanismos genéticos que intervienen en el carácter o caracteres que se desean mejorar y en esta forma determinar el material genético más apropiado para los fines que se persiguen.

En maíz se han realizado numerosos trabajos con el propósito de estimar efectos o variancias genéticas. Las conclusiones abtenidas por estas investigaciones han sido resumidas por Gardner (1963) de la manera siguiente:

1. Se ha probado que la variancia genética aditiva se encuentra aún en variedades adaptadas de polinización libre. Esta suposición está basada en las estimaciones directas, y en las ganancias obtenidas mediante selección.
2. La magnitud de las estimaciones de la variancia de dominancia, indican que la dominancia existe probablemente en la mayoría de los loci considerados. Se supone que la dominancia es en la dirección del gene más favorable.
3. Las estimaciones de los efectos genotípicos varían con el medio ambiente; luego estimaciones de parámetros basados en observaciones obtenidas en un solo medio ambiente estarán sesgadas.

El objetivo del estudio es estimar los efectos genéticos involucrados en los caracteres: rendimiento, altura de planta, altura de mazorca, ancho de hoja y largo de hoja en cuatro razas de maíces peruanos, y la utilización de estas estimaciones como criterio para la adopción de esquema de mejoramiento más apropiado.

REVISION DE LITERATURA

Numerosos investigadores han propuesto métodos para estimar los efectos y/o las variancias genéticas.

Mather (1949) determinó que la variación medida mediante experimentos apropiados puede ser descompuesta en tres componentes: una variación no heredable resultante de la acción de agentes ambientales; un segundo componente debido a la diferencia en la expresión promedio del carácter asociado con los dos homocigotas para cada uno de los pares de genes considerados, el tercer componente de variación resulta de la diferencia entre la expresión de los heterocigotas y el promedio de los dos correspondientes homocigotas.

1/ Ing. Agr. Profesor Asociado del Departamento de Fitotecnia, Programa Académico de Agronomía. Genetista del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz Universidad Nacional Agraria - La Molina. Lima, Perú.

Comstock y Robinson (1948) definen las variancias genéticas aditiva, de dominancia y epistática de la manera siguiente:

- a) La variancia genética aditiva, es la porción de la variancia genética total que puede ser atribuida a la regresión lineal del valor genotípico sobre el número de genes favorables del genotipo.
- b) La variancia de dominancia es la porción atribuida a las desviaciones de la regresión.
- c) La variancia epistática, es la porción debida a desviaciones del modelo aditivo por la interacción de genes no alélicos.

Hayman y Mather (1955), considerando dos loci y dos alelos en cada uno de los, usan 8 parámetros para dar una completa descripción de los 9 genotipos resultantes.

Cockerham (1954), realizó la partición de la variancia genética total en n componentes, análogo al análisis lineal y cuadrático de una representación factorial 3^n , donde n es el número de loci, cada uno con tres fases genéticas.

Comstock y Robinson (1952) presentaron tres diseños de cruzamientos conocidos como los diseños I, II y III, para la estimación del grado promedio de dominancia, en función de las estimaciones de las variancias genéticas aditiva y de dominancia. Las suposiciones necesarias fueron: dos alelos por locus, equilibrio de ligamiento y no epistasis. Para estimar el grado promedio de dominancia necesario suponer una frecuencia génica de 0.5 para todos los loci.

Horner, Comstock y Robinson (1955) estudiaron las limitaciones de los tres diseños presentados anteriormente por los dos últimos autores, cuando las interacciones entre genes no alélicos constituyen una fuente de variación genética. Las conclusiones a las que llegaron son de que tanto para los diseños I y II las variancias genéticas aditiva y de dominancia son sobreestimadas si existe el efecto de la epistasis. Mientras que en el diseño III las variancias genéticas aditiva y de dominancia algunas veces son sobreestimadas, y en otras subestimadas.

Eberhart, Moll, Robinson y Cockerham (1966) estimaron las covariancias entre hermanos completos y medio hermanos a dos niveles de endogamia ($F = 0$ y $F = 1$); a fin de obtener estimaciones de las variancias genéticas en las variedades Jarvis e Indian Chief. Los resultados obtenidos en siete caracteres estudiados (rendimiento, número de mazorcas, longitud y diámetro de mazorca, altura de planta, altura de mazorca y días a la floración) indicaron que la variancia aditiva es la que contribuye en mayor proporción a la variancia genética total. Ninguna evidencia de variancia epistática fué hallada con excepción probablemente para el caracter rendimiento en la variedad Indian Chief.

Gardner y Eberhart (1966) proponen un modelo para la estimación de efectos genéticos a partir de las cruza dialélicas de un grupo de variedades de polinización libre y de las poblaciones derivadas. Los parámetros son definidos como variancias de las frecuencias génicas y de los efectos aditivo y de dominancia.

Eberhart y Gardner (1966 a) extienden el modelo propuesto anteriormente, con el propósito de permitir la inclusión de alelos múltiples y los efectos epistáticos aditivo x aditivo, suponiendo que los otros efectos epistáticos están ausentes.

Molina (1968) analizó los datos provenientes de 12 líneas parcialmente endogámicas junto con las posibles F_1 , F_2 y retrocruzas, considerando las medias poblacionales en términos de componentes genéticos. Se consideraron los efectos epistáticos encontrando que las desviaciones epistáticas negativas fueron más frecuentes que las positivas.

Castro (1968) utilizó 5 variedades de polinización libre, cada una representativa de un grupo racial y 35 poblaciones derivadas a partir de ellas (V_k , F_1 , F_2 y F_{1s}); las características consideradas fueron: rendimiento, días a la floración, altura de planta y número de mazorcas en 10 plantas. El análisis usado fué el propuesto por Gardner y Eberhart (1966).

Los resultados obtenidos indicaron que el factor con una mayor contribución a la variación genética en el caso de rendimiento fué el efecto de dominancia (52.4%); mientras que los efectos génicos aditivos fueron los que contribuyeron más en los otros caracteres estudiados.

MATERIALES Y METODOS

Para el estudio se escogieron 4 razas de maíz adaptadas a las condiciones ambientales de la Costa. De cada una de estas razas se seleccionó al azar una colección típica. Las razas escogidas y la colección que se tomó como representativa fueron:

<u>Raza</u>	<u>Colección</u>
Alazán	Libertad 26
Arizona	Libertad 2
Mochero	Lambayeque 5
Perla	Lima 2

con las colecciones utilizadas se realizaron las cruzas posibles y se derivaron otras poblaciones, obteniéndose las siguientes generaciones en cada una de las 6 familias formadas:

- V_k : variedad k de polinización libre
- $V_{k'}$: variedad k' de polinización libre
- F_1 : generación obtenida por cruzamiento planta a planta entre las variedades k y k'
- F_{1s} : generación producida por autofecundación de plantas F_1
- F_2 : población obtenida por cruzamiento fraternal entre plantas F_1
- F_{2s} : generación derivada por autofecundación de plantas F_2
- $RC_1(k k')$: retrocruza de plantas F_1 hacia el progenitor k

- RC₂(k k'): retrocruza de plantas F₁ al progenitor k'
- V_{ks}: generación obtenida por autofecundación de plantas tomadas al azar en la variedad k
- V_{k's}: generación producida por autofecundación de plantas tomadas al azar en la variedad k'.

El ensayo para la evaluación del material experimental se sembró en tres lugares de la Costa: La Molina, Monterrico y Cañete durante la época de primavera-verano 1967-68. La conducción del experimento fué la normal para las condiciones de la Costa.

El diseño experimental fué el de Bloques al azar utilizándose 6 repeticiones. Considerándose únicamente plantas competitivas se tomaron las siguientes características:

Rendimiento por planta.- El rendimiento en grano obtenido en cada parcela fué corregido a un 14% de humedad, y luego dividido entre el número de plantas competitivas cosechadas a fin de tener el rendimiento por planta.

Altura de planta.- Este caracter fué tomado cuando la planta alcanzó su máximo desarrollo, midiendo desde el suelo hasta la inserción de la hoja superior.

Altura de mazorca.- Para esta característica se consideró hasta el punto de inserción de la mazorca superior.

Largo de hoja.- Esta característica fué tomada en la hoja de la mazorca superior, cuando ya había alcanzado su mayor desarrollo la planta.

Ancho de hoja.- La medición se realizó en la parte más ancha de la hoja de la mazorca superior.

El análisis de variancia fué el correspondiente al diseño usado. Para descomponer la variación entre las medias de las generaciones se utilizó el modelo propuesto por Eberhart y Gardner (1966 a), quienes consideran los siguientes efectos genéticos:

$$G_i(kk') = M + C_{i1}a_k + C'_{i1}a_{k'} + C_{i2}d_k + C'_{i2}d_{k'} + C_{i3}h_{kk'} + C_{i4}aa_{kk'}$$

$i \text{ k} = k'$

$$C'_{i1} = C'_{i2} = C_{i3} = C_{i4} = 0$$

Los efectos considerados en el modelo se definen de la manera siguiente:

G_i(kk'): generación considerada

M: es la media de todas las posibles líneas homocigotas que pueden extraerse de las variedades en estudio

a_k: es la contribución debida al efecto aditivo de los genes mas el efecto de la interacción epistática aditivo x aditivo intravarietal.

d_k: es una función de los efectos de dominancia de los genes

- $h_{kk'}$: es la contribución de los efectos de la heterosis, la cual es debida a la diferencia en frecuencia génica en las variedades k y k'
- $aa_{kk'}$: es el efecto de la interacción epistática aditivo x aditivo inter-varietal.

El parámetro $h_{kk'}$ es posible descomponerlo de la forma siguiente:

$$h_{kk'} = \bar{h} + h_k + h_{k'} + s_{kk'}$$

donde

- \bar{h} : es la heterosis promedio del grupo de variedades consideradas en el estudio.
- $h_k, h_{k'}$: es la heterosis promedio de la variedad k (k') presente en sus cruas, medida como una desviación a partir de \bar{h}
- $s_{kk'}$: es la heterosis específica que ocurre cuando la variedad k es cruzada con la variedad k'

Las restricciones necesarias en esta descomposición de $h_{kk'}$ son

$$\sum_k h_k = \sum_k s_{kk'} = \sum_{k'} s_{kk'} = 0$$

En la tabla 1 se presentan las medias esperadas de las poblaciones utilizadas en función de los efectos genéticos considerados.

El procedimiento seguido para realizar el análisis estadístico con el propósito de subdividir la variación entre generaciones fué ajustando diferentes modelos, mediante un programa de regresión múltiple.

Se combinaron los análisis de los ambientes que presentaron homogeneidad de variancia.

BLA 1. MEDIAS ESPERADAS DE LAS GENERACIONES EN ESTUDIO EN FUNCION DE LOS PARAMETROS GENETICOS DEFINIDOS.

Generaciones	Parámetros Genéticos									
	M	a_k	$a_{k'}$	d_k	$d_{k'}$	\bar{h}	h_k	$h_{k'}$	$s_{kk'}$	$aa_{kk'}$
	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
	1	1	0	1/2	0	0	0	0	0	0
	1	0	1	0	1/2	0	0	0	0	0
(kk')	1	1/2	1/2	1/2	1/2	1	1	1	1	1
(kk')	1	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1
(kk')	1	1/2	1/2	1/4	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1
(kk')	1	1/2	1/2	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1
(kk')	1	3/4	1/4	3/4	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4
(kk')	1	1/4	3/4	1/4	3/4	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4

RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos obtenidos fueron analizados siguiendo el modelo propuesto por Eberhart y Gardner (1966 a) mostrándose los correspondientes análisis de variancia en las Tablas 2, 3 y 4, donde se puede ver que la variación atribuible a los parámetros genéticos del modelo utilizado han alcanzado significación estadística a los niveles del 1% ó 5% en los tres medios ambientes considerados.

El porcentaje de la variación entre las generaciones que es debida a cada uno de los efectos estudiados se presenta en la Tabla 5, siendo este porcentaje un promedio de los tres medios ambientes. En esta Tabla se puede notar que en los caracteres estudiados los efectos a_k contribuyen en mayor proporción a la variación entre las medias de las generaciones, con excepción del caracter rendimiento, en el que la mayor contribución a la variación entre las medias está dado por los loci en estado heterocigota, o sea los efectos d_k .

La proporción de la variación atribuible a los efectos epistáticos de la interacción aditivo x aditivo varía entre 1.4% y 3.3%; es menor su contribución en el caracter rendimiento y mayor en el caracter ancho de hoja, siendo significativa estadísticamente en los tres ambientes para todos los caracteres, con excepción del caracter rendimiento en el ambiente 2.

La contribución de los efectos genéticos h_{kk} varía entre 1.3% a 2.4% como puede verse en la Tabla 5, siendo mayor la contribución en los caracteres largo de hoja y rendimiento.

En el análisis de variancia combinado que se presenta en la Tabla 6 se encuentra evidencia de la existencia de apistasis del tipo aditivo x aditivo en las combinaciones intervarietales, en los cinco caracteres considerados. Al ser estadísticamente significativa al 1% de probabilidad la fuente de variación denominada desviaciones en los caracteres: altura de planta, altura de mazorca, ancho de hoja y largo de hoja, sugiere la presencia de otros tipos de epistasis, así como de un posible efecto del desequilibrio de ligamiento. Analizando separadamente a cada uno de los caracteres estudiados tenemos:

Rendimiento.- En este caracter la mayor proporción de la variación entre generaciones, en promedio de los tres medios ambientes es debida al efecto de la interacción inter alélica, o sea los efectos d_k (56.3%) como puede verse en la Tabla 5. La variedad Lambayeque 5 (Mochero), es la menos rendidora con 0.098 Kg/planta (2.7 Ton/Ha). Esta menor capacidad rendidora se explica en base a la estimación del efecto de la interacción inter alélica (d_1) que es bastante pequeña en comparación con las estimaciones de este mismo efecto en las otras variedades, como puede apreciarse en la Tabla 7, donde se presentan las estimaciones de los efectos genéticos en promedio de los tres medios ambientes. La cruza de mayor rendimiento fué Libertad 2 x Lima 2 (Arizona x Perla); este resultado se puede atribuir a los correspondientes efectos de la interacción interalélica que son las estimaciones de mayor magnitud (d_3 y d_4), y al efecto heterótico específico (s_{34}). En la Tabla 7 podemos apreciar que en su gran mayoría las estimaciones de los efectos epistáticos debidos a la interacción intervarietal aditivo x aditivo son negativas.

TABLA 2. ANALISIS DE VARIANCIA DE LOS 5 CARACTERES ESTUDIADOS CORRESPONDIENTES AL MEDIO AMBIENTE 1
(CAÑETE 1967 - 68)

Fuentes de Variación	G.L.	CUADRADOS MEDIOS.				
		Rendimiento	Altura de Planta.	Altura de mazorca.	Ancho de hoja	Largo de hoja
Repeticiones	5	0.00898**	0.11026**	0.07126**	0.00008	0.00487**
Generaciones	43	0.03114**	0.65211**	0.36414**	0.00084**	0.07724**
a_k	3	0.16410**	7.61780**	4.12398**	0.00968**	0.89018**
d_k	4	0.19256**	0.98578**	0.58407**	0.00100**	0.11943**
$aa_{kk'}$	6	0.00372**	0.09571**	0.06559**	0.00014**	0.00774**
$h_{kk'}$	6	0.00364**	0.01947*	0.00910	0.00014**	0.00725**
\bar{h}	1	0.00762**	0.06474**	0.00474	0.00000	0.00234
h_k	3	0.00342*	0.01460	0.01124	0.00004	0.00654**
$s_{kk'}$	2	0.00198	0.00414	0.00807	0.00036**	0.01077**
Desviaciones	24	0.00134	0.02306**	0.02090**	0.00005	0.00347**
Error	215	0.00098	0.00745	0.00635	0.00004	0.00112
Total	263					
Coeficiente de Variación		15.4%	4.4%	7.4%	7.2%	4.2%

TABLA 3. ANALISIS DE VARIANCIA DE LOS 5 CARACTERES ESTUDIADOS CORRESPONDIENTES AL MEDIO AMBIENTE 2 (LA MOLINA 1967-68)

Fuentes de Variación	G.L.	CUADRADOS MEDIOS.				
		Rendimiento	Altura de Planta	Altura de mazorca	Ancho de hoja	Largo de hoja
Repeticiones	5	0.00542**	0.35699**	0.17571**	0.00007*	0.00618**
Generaciones	43	0.01800**	0.43683**	0.25810**	0.00033**	0.02820**
a_k	3	0.04200**	4.22958**	2.62816**	0.00266**	0.25742**
d_k	4	0.14188**	1.19068**	0.50260**	0.00099**	0.07377**
$aa_{kk'}$	6	0.00129	0.04826**	0.03716**	0.00010**	0.00712**
$h_{kk'}$	6	0.00504**	0.10066**	0.04814**	0.00004	0.00825**
\bar{h}	1	0.01986**	0.40260**	0.14088**	0.00012*	0.00642*
h_k	3	0.00182	0.04802*	0.03628**	0.00002	0.00848**
$s_{kk'}$	2	0.00246	0.02865	0.01956	0.00003	0.00882**
Desviaciones	24	0.00214	0.01827	0.01382*	0.00006**	0.00220*
Error	215	0.00161	0.01327	0.00877	0.00003	0.00137
Total	263					
Coefficiente de Variación		21.4%	5.2%	6.8%	5.2%	4.0%

TABLA 4. ANALISIS DE VARIANCIA DE LOS 5 CARACTERES ESTUDIADOS CORRESPONDIENTES AL MEDIO AMBIENTE 3
(MONTERRICO 1967-68)

Fuentes de Variación	G.L.	CUADRADOS MEDIOS				
		Rendimiento	Altura de Planta	Altura de mazorca	Ancho de hoja	Largo de hoja
Repeticiones	5	0.00342**	0.26312**	0.29667**	0.00015**	0.02266**
Generaciones	43	0.02854**	0.52018**	0.24594**	0.00049**	0.04026**
a_k	3	0.22896**	5.64368**	2.56900**	0.00530**	0.44432**
d_k	4	0.11053**	0.95952**	0.52113**	0.00051**	0.06360**
$aa_{kk'}$	6	0.00305**	0.08904**	0.04102**	0.00012**	0.00822**
$h_{kk'}$	6	0.00276**	0.07732**	0.01788**	0.00008*	0.00517**
\bar{h}	1	0.00624**	0.23268**	0.07116**	0.00000	0.00984**
h_k	3	0.00334**	0.03260**	0.00878	0.00014**	0.00072
$s_{kk'}$	2	0.00015	0.06672**	0.00489	0.00003	0.00951**
Desviaciones	24	0.00115*	0.02502**	0.01793**	0.00007**	0.00264**
Error	215	0.00066	0.00731	0.00627	0.00003	0.00125
Total	2263					
Coeficiente de Variación		15.9%	4.6%	7.3%	5.7%	4.3%

TABLA 5. PORCENTAJE DE LA VARIACION ENTRE GENERACIONES, DEBIDA A CADA UNA DE LAS FUENTES DE VARIACION CONSIDERADAS, EN PROMEDIO DE LOS TRES MEDIOS AMBIENTES.

Caracter	Fuentes de Variación						Desviaciones
	a_k	d_k	$aa_{kk'}$	\bar{h}	h_k	$s_{kk'}$	
Rendimiento	36.3%	56.3%	1.4%	1.2%	0.7%	0.4%	3.7%
Altura de planta	74.9	18.9	2.0	1.1	0.5	0.3	2.3
Altura de mazorca	74.3	18.7	2.3	0.7	0.4	0.2	3.4
Ancho de hoja	71.0	16.3	3.3	0.3	0.9	0.9	7.3
Largo de hoja	73.7	17.8	2.6	0.4	0.9	1.1	3.5

TABLA 6. ANALISIS DE VARIANCA DE LOS 5 CARACTERES ESTUDIADOS COMBINANDO DOS MEDIOS AMBIENTES.

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados Medios				
		Rendimiento	Altura de Planta	Altura de Mazorca	Ancho de hoja	Largo de hoja
Repet./Amb.	10	0.00620**	0.18669**	0.18396**	0.00011**	0.01442**
Generaciones	43	0.05786**	1.15633**	0.59678**	0.00077**	0.06656**
a_k	3	0.38856**	13.16812**	6.59546**	0.00770**	0.68570**
d_k	4	0.30676**	1.94226**	1.10200**	0.00141**	0.13616**
$aa_{kk'}$	6	0.00550*	0.17827**	0.10321**	0.00022**	0.01345*
$h_{kk'}$	6	0.00458*	0.07726	0.01781	0.00006	0.01161*
h	1	0.01386	0.27138	0.05634	0.00012	0.01614
h_k	3	0.00362	0.04262	0.01624	0.00008	0.00562
$s_{kk'}$	2	0.00138	0.03216	0.00090	0.00000	0.01833**
Desviaciones	24	0.00145	0.03816**	0.03087**	0.00012**	0.00458**
Ambientes (m)	1	0.23176**	0.63564**	0.01110	0.03252**	0.87006**
Generac. x Amb.	43	0.00183**	0.01674**	0.01357**	0.00005**	0.00252**
$a_k \times m$	3	0.00452**	0.09338**	0.09754**	0.00026**	0.01606**
$d_k \times m$	4	0.00532**	0.00304	0.00321	0.00006	0.00120
$aa_{kk'} \times m$	6	0.00127	0.00648	0.00339	0.00001	0.00188
$h_{kk'} \times m$	6	0.00187*	0.01953*	0.00916	0.00006	0.00183
$h \times m$	1	0.00030	0.02598	0.01956	0.00006	0.00018
$h_k \times m$	3	0.00314**	0.00460	0.00376	0.00006	0.00356
$s_{kk'} \times m$	2	0.00075	0.03870**	0.01206	0.00006	0.00006
Desv. x m	24	0.00104	0.01131*	0.00845	0.00002	0.00138
Error	430	0.00082	0.00738	0.00631	0.00003	0.00131
Total	527					
Coefficientes de Variación		15.7%	4.5%	7.4%	5.2%	4.2%

TABLA 7. ESTIMACIONES DE LOS EFECTOS GENETICOS CONSIDERADOS PARA
LOS 5 CARACTERES EN ESTUDIO, EN PROMEDIO DE LOS TRES MEDIOS
AMBIENTES.

Parámetro estimado	Rendimiento	Altura de Planta	Altura de Mazorca	Ancho de Hoja	Largo de Hoja
<i>M</i>	0.038 Kg/pi	1.67 m	0.92 m	0.088 m	0.736 m
a ₁	0.019	-0.33	-0.23	-0.009	-0.108
a ₂	-0.003	0.03	0.00	0.001	0.041
a ₃	-0.025	-0.10	-0.05	0.005	-0.018
a ₄	0.009	0.40	0.29	0.003	0.085
d ₁	0.035	0.04	0.08	0.001	0.018
d ₂	0.197	0.57	0.47	0.012	0.115
d ₃	0.203	0.51	0.29	0.016	0.198
d ₄	0.226	0.38	0.32	0.016	0.114
h	0.050	0.26	0.16	0.005	0.062
h ₁	0.017	0.05	0.04	0.004	0.020
h ₂	-0.019	-0.05	-0.10	0.002	0.009
h ₃	0.012	-0.01	0.07	0.000	-0.035
h ₄	-0.010	0.01	-0.01	-0.006	0.006
s ₁₂	0.023	0.07	0.04	0.000	-0.009
s ₁₃	-0.028	-0.14	-0.12	-0.003	-0.015
s ₁₄	0.005	0.07	0.08	0.003	0.024
s ₂₃	0.005	0.07	0.08	0.003	0.024
s ₂₄	-0.028	-0.14	-0.12	-0.003	-0.015
s ₃₄	0.023	0.07	0.04	0.000	-0.009
aa ₁₂	-0.043	-0.20	-0.07	-0.010	-0.080
aa ₁₃	-0.022	-0.04	-0.09	-0.007	0.006
aa ₁₄	-0.024	-0.20	-0.14	-0.004	-0.062
aa ₂₃	-0.025	-0.19	-0.14	-0.006	-0.035
aa ₂₄	0.003	-0.04	0.04	0.004	-0.052
aa ₃₄	-0.031	-0.17	-0.17	0.000	-0.019

Los subíndices identifican a las variedades de la manera siguiente:

1 = Lambayeque 5 (Mochero)

2 = Libertad 26 (Alazán)

3 = Libertad 2 (Arizona)

4 = Lima 2 (Perla)

altura de planta.- En este caracter, la mayor proporción de la variación entre las medias de las generaciones es atribuible a los efectos aditivos (a_k), ya que este factor se debe el 74.9% de la variación mientras que a los efectos d_k se le atribuye el 18.9% de la variación; juntos estos dos efectos explican el 93.8% de la variación entre generaciones.

Los efectos epistáticos estimados del tipo aditivo x aditivo son todos negativos, teniendo por lo tanto un efecto de depresión en el caracter. En el análisis de variancia combinado, la variación debida a los efectos aa_{kk} , fueron significativos al 1% de nivel de probabilidad, mientras que su interacción con los efectos ambientales no fueron significativos. La variación debida a las desviaciones con respecto al modelo, alcanzaron alta significación estadística; lo que indica que en la expresión de este caracter, intervienen otros tipos de acción génica, además de los considerados en el modelo, sin embargo estos efectos no incluidos en el modelo explican solamente el 2.3% de la variación entre generaciones.

altura de mazorca.- Al considerar este caracter se encuentran resultados muy similares a los que ya se han visto al estudiar altura de planta.

Ancho de hoja.- En este caracter los efectos a_k y d_k explican en conjunto el 7.3% de la variación entre las medias de las poblaciones en promedio de los tres ambientes, siendo a los efectos a_k a los que se les atribuye la mayor contribución con 71.0% de la variación. En la acción génica responsable de este caracter, intervienen otros efectos genéticos no incluidos en el modelo, lo que está indicado por la alta significación que alcanza la fuente de variación denominada desviaciones en el análisis combinado de variancia (Tabla 6), así como en la proporción con que contribuyen estos efectos a la variación entre medias, que es de 7.3% (Tabla 5) que es un promedio de los tres ambientes.

Largo de hoja.- El rango de variación en este caracter fluctúa entre 0.652 m de la variedad Lambayeque 5 hasta 0.936 m que es el largo medio de hoja de la variedad Lima 2, ésta diferencia se explica en función de las estimaciones de los efectos a_k y d_k que se presentan en la Tabla 7, pues mientras la variedad Lambayeque 5, es la que menos efectos alélicos aditivos favorables presenta con respecto al promedio del grupo de variedades consideradas, la variedad Lima 2 es la que mayor cantidad de efectos aditivos favorables presenta y así también la estimación de d_k es de mayor magnitud en esta variedad.

Los efectos genéticos considerados en la fuente de variación denominada desviaciones, alcanzaron alta significación estadística en el análisis de variancia combinado, lo que también indicaría la participación en la expresión de este modelo de otros efectos genéticos no considerados en el modelo.

BIBLIOGRAFIA

ANDERSON V. L. y KEMPTHORNE O. 1954. A model for the study of quantitative inheritance. *Genetics* 39: 833-898.

BAUMAN L. F. 1959. Evidence of non-allelic gene interaction in determining yield ear height and kernel row number in corn. *Agronomy Journal* 51: 531-534.

CASTRO M., GARDNER C.O. y LONNQUIST J.H. 1968. Cumulative gene effects and the nature of heterosis in maize crosses involving genetically diverse races. *Crop Science* 8: 97-101.

COCKERHAM C.C. 1954. An extension of the concept of partitioning hereditary variance for analysis of covariances among relatives when epistasis is present. *Genetics* 39: 859-882.

_____. 1956. Analysis of quantitative gene action. *Brookhaven Symposia of Biology* 9: 53-68.

COMSTOCK R.E. y ROBINSON H.F. 1948. The components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. *Biometrics* 4: 254-266.

_____. 1952. Estimation of average dominance of genes. *Heterosis*: 494-516. Iowa State College Press. Ames.

EBERHART S.A. 1964. Least squares methods for comparing progress among recurrent selection methods. *Crop Science* 4: 230-231.

_____. MOLL R.H., ROBINSON H.F. y COCKERHAM C.C. 1966. Epistatic and other genetic variance in two varieties of maize. *Crop Science* 6: 275-280.

_____. y GARDNER C.O. 1966a. A general model for genetic effects. *Biometrics* 22: 864-881.

FALCONER D.S. 1970. *Introducción a la genética cuantitativa*. Compañía Editorial Continental S.A., México.

GAMBLE E.E. 1962. Gene effects in Corn (*Zea mays* L) I Separation and relative importance of gene effects for yield. *Canadian Journal of plant science* 42: 339-348.

_____. 1962a. Gene effects in corn (*Zea mays* L) II Relative importance of gene effects for plant height and certain component attributes of yield. *Canadian Journal of plant science* 42: 349-358.

GAMBLE E.E. 1962b. Gene effects in Corn (*Zea mays* L) III Relative stability of the gene effects in different environments. *Canadian Journal of plant science* 42: 628-634.

- ARDNER C.O. 1963. Estimates of genetic parameters in cross-fertilizing plants and their implications in plant breeding. Statistical genetics and plant breeding. NAS-NRC. Publication 982.
- _____ y EBERHART S.A. 1966. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. Biometrics 22: 439-452.
- _____ y LONNQUIST J.H. 1966. Teoría genético-estadística y procedimientos útiles para el estudio de las variedades y cruzamientos intervarietales de Maíz. CIMMYT. Folleto de investigación N° 2. México.
- ROBMAN A., SALHUANA W. y SEVILLA R. 1961. Races of maize in Perú. NAS - NRC. Publication 915.
- AYMAN B.I. y MATHER K. 1955. The description of genic interactions in continuous variation. Biometrics 11: 69-82.
- ORNER T.W., COMSTOCK R.E. y ROBINSON H.F. 1955. Non-allelic gene interaction and the interpretation of quantitative genetic data. North Carolina Agricultural Experiment Station Tech. Bull. No. 118, Raleigh.
- MATHER K. 1949. Biometrical Genetics. Methuen, London.
- OLINA J.D. 1968. Generation mean components and their relationship with epistatic effects in diallel crosses involving selected partial inbred lines of maize. Tesis para obtener el doctorado. Department of genetics. North Carolina State University.
- OLLAK E., ROBINSON H.F. y COMSTOCK R.E. 1957. Interpopulation hybrids in open-pollinated varieties of maize. American Nat. 91: 387-391.
- AWLINGS J.O. y COCKERHAM C.C. 1962. Triallel analysis. Crop Science 2: 228-231.
- ROBINSON H.F. COMSTOCK R.E. y HARVEY P.H. 1955. Genetic variances in open pollinated varieties of Corn. Genetics 40:45-60.
- _____ y COCKERHAM C.C. 1961. Heterosis and inbreeding depression in populations involving two open-pollinated varieties of maize. Crop Science 1: 68-71.
- PRAGUE G.F., RUSSELL W.A., PENNY L.H., HORNER T.W. y HANSON W.D. 1962. effect of epistasis on grain yield in maize. Crop Science 2: 205-208.
- _____. 1964. Estimates of genetic variations in two open pollinated varieties of maize and their reciprocal F_1 hybrids. Crop Science 4: 332-334.
- TUBER C.W., MOLL R.H. y HANSON W.D. 1966. Genetic Variances and interrelationships of six traits in a hybrid populations of Zea mays L. Crop Science 6: 455-458.
- _____ y MOLL R.H. 1969. Epistasis in Maize (Zea mays L) I F_1 hybrids and their S_1 progeny. Crop Science 9: 124-127.

EFFECTO DE DIFERENTES FUENTES NITROGENADAS EN LA PRODUCCION DEL
MAIZ EN DOS VALLES DE LA COSTA PERUANA.

José Davelouis 1/
Américo Valdez 2/
Dr. Manuel Arca 3/
José Benitez 4/

INTRODUCCION

En el mercado existen varias fuentes nitrogenadas las cuales se presentan en forma de fertilizantes simples o compuestos, variando en su grado de solubilidad al agua, así como en la forma de interaccionar con el suelo. Otras pueden diferir no sólo en su forma química sino también en su forma física, existiendo además de fertilizantes químicos una amplia gama de materiales orgánicos empleados en agricultura como fuentes de nutrientes. (9).

Una de las prácticas agrícolas mediante la cual se puede reducir el grado de interferencia de los factores del suelo en el suministro del elemento Nitrógeno a la planta de maíz por un fertilizante nitrogenado, es la correcta selección de la fuente de fertilizante con la solubilidad apropiada y adecuado tamaño de partícula. (9).

Dado que el maíz es una de las plantas que mejor responde a la aplicación de fertilizantes y al gran desarrollo que alcanza en su corto período vegetativo, (14), exige disponer de elementos nutritivos asimilables desde la emergencia y en las primeras etapas de crecimiento; necesidad de eficiencia de abonamiento que se hace más patente cuando se trata de maíces híbridos de alta productividad cuyas óptimas cosechas sólo se pueden lograr con una adecuada fertilización y prácticas culturales apropiadas.

-
- 1/ Profesor Auxiliar del Dpto. de Suelos. Agronomista del Proyecto Agronómico del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Universidad Nacional Agraria - La Molina.
 - 2/ Profesor Asociado del Dpto. de Fitotecnia. Agronomista del Proyecto Agronómico del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Universidad Nacional Agraria - La Molina.
 - 3/ Profesor Principal del Dpto. de Suelos. Universidad Nacional Agraria - La Molina.
 - 4/ Profesor Contratado del Dpto. de Fitotecnia. Agronomista del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Universidad Nacional Agraria - La Molina.

Es de interés dilucidar el problema de la existencia o no de una diferencia entre las fuentes nitrogenadas que se emplean en el mercado en función de un mayor rendimiento en maíz grano, manteniendo al óptimo las condiciones agronómicas del cultivo como son: preparación del terreno, riegos, abonamiento y control fitosanitario así como densidad de siembra.

En el presente experimento se han ensayado por tres años consecutivos, en dos suelos de la Costa, diferentes fórmulas de abonamiento nitrogenado con distintas fuentes de nitrógeno, con y sin adición de un complemento fosfo-potásico, en comparación con diferentes formulaciones de fertilizantes complejos compuestos constituidos por nitrógeno, fosfórico y potasa.

REVISIÓN DE LITERATURA

Desde el año 1959, el Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz de la Universidad Nacional Agraria- La Molina, viene investigando en el efecto del empleo de diferentes fuentes nitrogenadas en el rendimiento de híbridos y variedades de maíz en la Costa Peruana, obteniéndose resultados en los diferentes valles como son: Piura, Virú, Supe, Casma, Huaura, Chillón, Rímac y Cañete, que en forma general manifiestan una cierta preferencia por la aplicación combinada de una fuente orgánica como el Guano de Islas con una mineral, sea Nitrato de Amonio, Sulfato de Amonio o Urea, a la dosis de 160 Kgs. de N x Ha para suelos de fertilidad natural baja y 120 Kgs de N x Ha. para suelos de fertilidad natural media; con un complemento fosforado a base de Superfosfato de Calcio, con dosis de 80 Kgs de P_2O_5 x Ha. para suelos de un nivel de fertilidad medio a bajo y 40 Kgs de P_2O_5 x Ha. para suelos bien provistos en fósforo, Cabe mencionar que estos resultados se obtuvieron con una población de 55.500 plantas por Ha.

En valles como Cañete, en el año 1965, se obtuvo mejor respuesta con el Nitrato de Amonio en comparación con el Sulfato de Amonio, posiblemente por la mayor solubilidad del Nitrato de Amonio al agua, y el Guano de Islas Rico superó a la Urea debido tal vez a que la primera tiene otros elementos además del nitrógeno que la ponen en ventaja frente a la segunda fuente, ayudando el agua en la mejor solubilización de dichas fuentes, elemento que no fué limitante en dicho valle; por otro lado no hubo diferencia entre el Nitrato de Amonio y el Guano de Islas, (3, 4, 5, 11, 17, 18).

Scheuch, Paulette y Arca (15) y Gruneberg (10), reportan la posibilidad del empleo de cualquier fuente nitrogenada, garantizada en el mercado, en la Costa Peruana, obteniéndose buenos resultados con la mitad de la dosis nitrogenada, como Guano de Islas Rico aplicado a la siembra complementando con un fertilizante químico al aporque.

Figari y Duarte (8), en el medio Piura y Alfaro Cortez (2) en Cañete, obtienen mejor respuesta con 120 a 160 Kgs de N x Ha aplicados: mitad a la siembra como Guano de Islas y mitad al aporque con un fertilizante químico.

Los fertilizantes nitrogenados pueden clasificarse como orgánicos naturales o químicos, estando entre los primeros el Guano de Islas y entre los segundos el resto de fertilizantes ensayados, siendo el Guano Balanceado una mezcla de un fertilizante orgánico natural con un químico (16).

La ventaja de los materiales naturales orgánicos es su lenta descomposición y liberación retardada de su nitrógeno, lo cual permite una disminución de las

pérdidas y una mejor utilización por las plantas de maíz.

Gruneberg (10) reporta la preferencia del maíz por el nitrógeno nítrico, aún cuando también lo asimila en forma amoniacal, lográndose resultados favorables con el Sulfato de Amonio en aplicación temprana, similares al Nitrato de Amonio, debido posiblemente a la nitrificación de las sales de amonio por las bacterias del suelo; en cambio las plantas adultas prefieren las formas nítricas.

El mismo autor manifiesta que, dado que en la mayoría de los suelos para el cultivo del maíz se cuenta con una intensa actividad bacteriana y por ende elevada nitrificación, la planta contará siempre con una abundante cantidad de nitrógeno a su disposición indistintamente de la forma nitrogenada que presente el fertilizante aplicado.

Whitehead y Mayer citados por Gruneberg (10) comprobaron que una excesiva fertilización con Sulfato de Amonio eleva el contenido de aminoácidos gama, los que son difícilmente aprovechables por los animales, disminuyendo por ello el valor nutritivo del grano.

Rhoades y Lowrey (13) reportan que el Nitrato de Amonio, Sulfato de Amonio y Urea se comportan igualmente eficaces como portadores de nitrógeno.

Tiedjens y Robbins, citados por Adams (1), establecen que el nitrógeno bajo la forma de amonio, se absorbe más rápidamente a un pH de 7 a 8, mientras que el nitrógeno nítrico lo es entre pH 4 a 5.

Debido a que el maíz recién a la floración requiere los 2/3 de su necesidad de nitrógeno, aprovecha mejor de esta manera los abonos orgánicos, los cuales suministran lentamente los elementos nutritivos llegando a tener su mayor acción en dicha época (10).

Existe una tendencia a reducir el costo de la mano de obra involucrada en la aplicación del fertilizante para lo cual se recomienda el empleo de mezclas de los tres elementos mayores N, P, K especialmente en lugares donde la fertilización es una práctica normal en la producción agrícola y con el objeto de reducir además el costo de transporte, por lo cual se está prefiriendo el uso de fertilizantes de alta ley (9).

MATERIALES Y METODOS

Los experimentos fueron conducidos en los Valles del Rímac y Pativilca en la Costa Peruana. Las características de los mismos se presentan en el Cuadro 1, correspondiendo ellas a suelos aluviales, de buen drenaje y apropiados para el cultivo de maíz, siendo su fertilidad natural similar, bajos en contenido de materia orgánica, así como en Nitrógeno total, su pH varía de 7.9 a 8.3, sin problemas de salinidad, de textura mediana a moderadamente gruesa, bajos en contenido de Fósforo, variando el nivel de Potasio de medio a bajo.

En el Cuadro 2 se presentan las características climáticas sobre temperaturas medias mensuales, humedad relativa y precipitación pluvial del Valle del Rímac, (no existiendo datos meteorológicos del Valle de Pativilca en el período de conducción del experimento 1967-1969), que corresponden a las condiciones áridas de la Costa.

CUADRO 1. CARACTERISTICAS QUIMICAS Y FISICAS DE LOS SUELOS EN CAMPOS EXPERIMENTALES

Valle	Profund. (cm)	pH 1:2.5 (H ₂ O)	Carbonat. (%)	Conductivid. eléctrica del estrac. Sat. (Mmhos/cm)	Mat. Org. (%)	Nitróg. Total (%)	Disponibles P Olsen (ppm) K (H ₂ SO ₄ .6N) (ppm)		Clase Textural
Rímac	0-30	8.3	0.25	1.1	1.5	0.061	4	238	Fco. Ao.
Pativilca	0-25	8.0	0.00	1.3	1.5	0.089	4	166	Fco.
	25-48	7.9	0.00	0.6	1.1	0.067	2	107	Fco.
	+48	7.9	0.00	0.6	0.7	0.044	3	68	Fco. Ao.

CUADRO 2. DATOS CLIMATOLÓGICOS REGISTRADOS EN EL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA - LA MOLINA.

VALLE DEL RIMAC

Latitud: 12°05' S

Longitud: 76°57' W

Altura: 238 m s.n.m.

Año 1967	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temp. Media (C)	20.2	22.3	21.6	21.1	18.0	14.7	15.9	13.8	14.1	15.1	16.0	18.2
Temp. Máx. (C)	25.0	27.5	27.1	27.2	23.0	17.8	16.2	16.9	17.3	19.1	19.7	22.5
Temp. Mín. (C)	17.4	19.0	17.8	16.5	14.7	12.8	12.6	11.9	12.5	12.8	13.7	15.2
Hum. Rel. Med. (%)	84	79	78	78	84	89	91	89	90	86	85	83
Lluvia (mm)	1.6	3.6	2.0	----	0.2	2.4	4.5	1.9	3.1	1.0	0.4	2.0

Año 1968												
Temp. Media (C)	20.8	21.4	20.6	18.1	15.7	14.2	14.0	14.5	15.0	15.9	16.9	19.4
Temp. Máx. (C)	26.0	26.9	26.3	24.1	20.6	17.9	17.7	18.0	18.8	19.0	20.6	24.0
Temp. Mín. (C)	17.0	17.3	16.7	14.1	12.7	11.6	11.2	12.5	12.9	14.3	14.6	16.0
Hum. Rel. Med. (%)	81	80	81	86	89	88	87	88	87	88	85	83
Lluvia (mm)	----	----	0.4	1.7	3.7	0.4	0.9	0.5	1.0	1.5	0.8	0.1

Año 1969												
Temp. Media (C)	21.0	21.9	22.1	20.6	19.1	17.2	15.0	14.8	16.1	16.8	18.1	19.7
Temp. Máx. (C)	25.8	26.6	26.6	24.7	22.9	19.8	18.0	18.0	19.9	20.5	21.6	23.9
Temp. Mín. (C)	17.3	18.7	19.0	17.8	15.9	15.8	13.4	12.9	14.0	14.7	16.1	16.9
Hum. Rel. Med. (%)	81	82	82	85	83	86	86	89	87	84	85	83
Lluvia (mm)	0.5	0.1	----	0.5	0.4	0.9	2.5	3.2	0.9	2.3	1.9	0.3

Los ensayos fueron conducidos durante tres años consecutivos a partir del año 1967, siendo las fechas de siembra y cosecha las siguientes:

Campañas	Siembra		Cosecha		Per. Vegetativo (días)	
	Rímac	Pativilca	Rímac	Pativilca	Rímac	Pativilca
Primera	8-8-1967	24-5-1967	6- 1-1968	9- 1-1968	151	230
Segunda	30-5-1968	24-2-1968	9-12-1968	21-8-1968	193	188
Tercera	13-5-1969	7-10-1968	20-11-1969	4-3-1969	191	148

El diseño experimental empleado fue Blocks Randomizados con 16 tratamientos sobre combinaciones de Fuentes nitrogenadas a la dosis de 160 Kg. de N por Ha. con sin complemento Fosfo-Potásico y 4 tratamientos adicionales de abonos compuestos complejos de la Firma Comercial Indus, totalizando 20 tratamientos con 5 repeticiones.

El híbrido de maíz empleado fue el PM-204 sembrándose mediante el sistema de golpes.

La distancia entre surcos fue de 0.80 m y la distancia entre golpes 0.60 m. (62400 plantas por Ha.)- El desahije a tres plantas por golpe se realizó cuando las plántulas tenían una altura de 0.20 m. y el aporque cuando alcanzaron 0.50 m.

La parcela experimental consistió de seis surcos de 9 m. de largo considerando los surcos externos como borde que se descartó para la cosecha y en el cálculo de los rendimientos obtenidos.

El abonamiento se aplicó fraccionando el Nitrogeno mitad a la emergencia de las plántulas y mitad al aporque, aplicándose en el primer fraccionamiento todas las fuentes orgánicas y los abonos compuestos complejos y en el segundo fraccionamiento sus complementos químicos para el caso de las mezclas de un fertilizante orgánico con un mineral.- La relación de las fuentes fertilizantes ensayadas en los Valles del Rímac y Pativilca se presentan en los Cuadros 3 y 10 respectivamente.

El abonamiento se efectuó según el procedimiento "puyado", aplicándose la cantidad exacta de cada fertilizante por golpe, mediante medidas volumétricas calibradas para cada fertilizante ensayado.

La cosecha se realizó cuando el nivel de humedad del grano era apropiado, efectuándose la corrección correspondiente para expresar los rendimientos obtenidos a un contenido de humedad de 14%.

CUADRO 3. EFECTO DE DIFERENTES FERTILIZANTES SOBRE LA PRODUCCION DEL MAIZ HIBRIDO PM-204 DURANTE 3 AÑOS CONSECUTIVOS.

Localidad: Universidad Nacional Agraria - La Molina
Valle del Rimac

Rendimiento en Maíz Grano a 14% de Humedad

	Dosis de Abonamiento:		Resultados por años			Promedio de	
	Kgs N/Ha	Kgs P205-K20/Ha	1967 OM	1968 OM	1969 OM	3 años 1967-68-69	OM
1	160	GB ^a	9198 6	7396 6	5765 12	7453	4
2	160	G1 ^b	9046 9	7004 11	6018 8	7356	9
3	160	NA ^c	8484 12	6606 17	5569 17	6886	17
4	160	SA ^d	8269 15	6581 18	5625 13	6825	18
5	160	UR ^e	8149 17	7124 9	5585 15	6953	15
6	160	NA 60 SUP ^f	9369 2	7188 8	6709 1	7755	2
7	160	SA 60 SUP	8730 11	6688 15	6344 3	7254	10
8	160	UR 60 SUP	9710 1	7472 4	6277 4	7820	1
9	160	NA 60 SUP - 60 KC1 ^B	9299 4	7434 5	5501 18	7411	8
10	160	SA 60 SUP - 60 KC1	7997 18	6979 12	6445 2	7140	13
11	160	UR 60 SUP - 60 KC1	8256 16	6233 19	6226 5	6905	16
12	80	GI+80NA	8819 10	6941 13	5866 10	7209	12
13	80	GI+80SA	9217 5	7535 2	5490 19	7414	7
14	80	GI+80UR	8471 13	7200 7	6074 6	7248	11
15		Testigo (sin abonamiento)	7649 20	4912 20	3596 20	5386	20 ///...

.../// Cuadro 3

Tratamientos adicionales

(Abonos compuestos complejos)		1967	OM	1968	OM	1969	OM	1967-68-69	OM
16	60-60-0 (16-16-0) ^h + 100 NA	9305	3	7744	1	5788	11	7612	3
17	30-60-30 (4-8-4) ^h + 30 NA + 100 NA	8420	14	6777	14	5979	9	7059	14
18	60-60-60 (10-10-10) ^h + 100 NA	7864	19	6669	16	5580	16	6704	19
19	60-60-60 (12-12-12) ^h + 100 NA	9147	8	7093	10	6029	7	7423	6
20	30-60-0 (10-20-0) ^h + 30NA + 100 NA	9179	7	7523	3	5585	14	7429	5

(a): GB = Guano Balanceado (12% N - 9.5% P205 - 15% K20)

(b): GI = Guano de Islas (12% N - 9% P205 - 2% K20)

(c): NA = Nitrato de Amonio (33% N)

(d): SA = Sulfato de Amonio (20% N)

(e): UR = Urea (46% N)

(f): SUP = Superfosfato (20% P205)

(g): KCl = Cloruro de Potasio (60% K20)

(h): Abonos compuestos complejos

RESULTADOS Y DISCUSION

EXPERIMENTO N° 1

Localidad: Universidad Nacional Agraria - La Molina. Valle del Rímac.

En el Cuadro 3 y Figura 1, se presentan los resultados obtenidos con el empleo de las distintas fuentes nitrogenadas en un ensayo de larga duración en el cultivo de maíz, durante tres años consecutivos, observándose una mayor consistencia de los tratamientos ensayados durante los años 1967 y 1968 habiéndose obtenido una correlación altamente significativa entre dichos años con un coeficiente de correlación superior al de las campañas 1968 y 1969.

En el Cuadro 4 se presentan los rendimientos promedios de las campañas 1967 y 1968 observándose mediante la prueba de Duncan un mayor efecto de la fertilización sobre el testigo sin abono.

Se observa en los Cuadros 5 y 6, una diferencia no significativa entre los promedios generales de los fertilizantes químicos: Urea, Nitrato de Amonio y Sulfato de Amonio.

En el Cuadro 5 se manifiesta una aparente contribución del Fósforo a elevar los rendimientos con las tres fuentes nitrogenadas químicas y especialmente con la Urea con la cual se logra un incremento de 0.9 Ton. de maíz grano por Ha., lo cual es explicable dado el bajo contenido de Fósforo en este suelo (6); notándose además una ausencia del efecto del Potasio, el cual ha producido una diferencia notable respecto a la combinación 160 UR-60 P₂O₅.

Se obtuvo rendimientos superiores en el caso de las mezclas del Guano de Islas con los fertilizantes minerales (Urea, Nitrato de Amonio y Sulfato de Amonio) y en especial con el Sulfato de Amonio, con cuya mezcla se produjo un incremento de cerca de una tonelada de maíz grano (Cuadro 6), efecto que se ha venido observando en una serie de Valles de la Costa Peruana (3, 4, 5, 11, 17, 18).

En el Cuadro 3 se observa una disminución de los rendimientos del año 1968 con respecto a 1967 debido a diferencias en el control del cultivo y en el suministro de la humedad al suelo.

En general no existe diferencias notablemente significativas entre las fuentes de Nitrógeno sea aplicadas en forma simple o en combinación con fertilizantes compuestos.

EXPERIMENTO N° 2

Localidad: Hacienda Potao - Valle de Pativilca.

Los rendimientos en maíz grano obtenidos con el empleo de las diferentes fuentes nitrogenadas en un ensayo de larga duración durante tres años consecutivos se presentan en el Cuadro 10 y Figura 2, observándose una alta correlación entre las campañas 1968 y 1969, realizándose un Análisis Combinado de la Variancia de estas dos campañas (Cuadro 15).

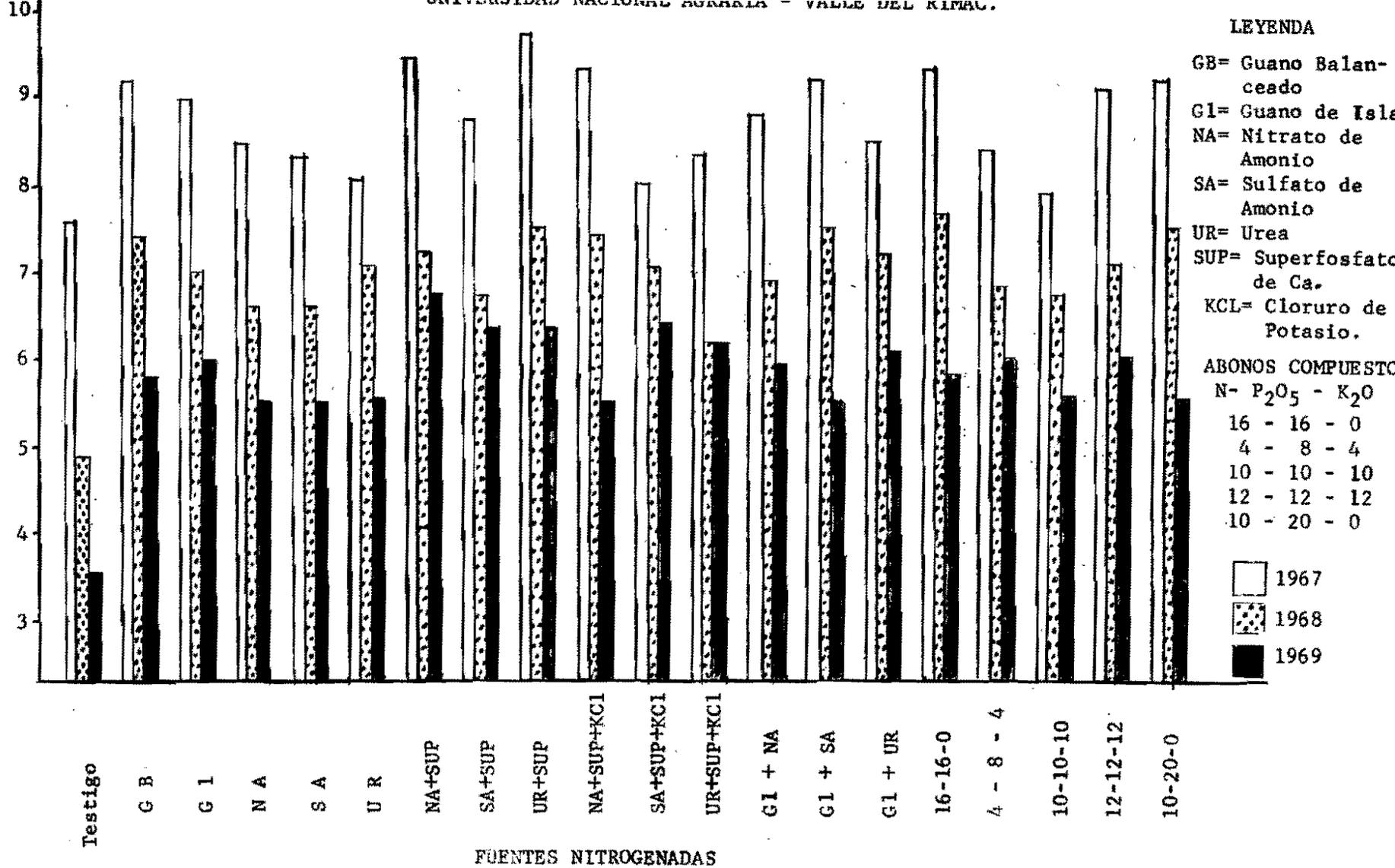


Figura 1 Rendimientos obtenidos con el Maíz Híbrido PM-204 con diferentes fuentes nitrogenadas con y sin complemento fosfo-potásico.

CUADRO 4. COMPARACIONES POR EL METODO DE DUNCAN ENTRE LOS RENDIMIENTOS DEL MAIZ HIBRIDO PM-204 EMPLEANDO DIFERENTES FUENTES NITROGENADAS.

Localidad: Universidad Nacional Agraria - La Molina
(Campo Chacarilla) Valle del Rimac

Rendimiento en Maiz Grano a 14% de Humedad

Promedio de dos años: 1967 - 68

Dosis de Abonamiento		Kg/Ha	Signific. al 0.05	Porcentaje sobre el Testigo
Kgs de N	Kgs P205-K20			
160 UR	60 SUP	8591	a	137
60-60-0(16-16-0)+	100 NA	8524	ab	136
80 GI + 80 SA		8376	bc	133
160 NA	60 SUP 60 KCl	8366	bc	133
30-60-0(10-20-0)+	30 NA + 100 NA	8351	bc	133
160 GB		8297	c	132
160 NA	60 SUP	8278	cd	132
60-60-60(12-12-12)+	100 NA	8120	de	129
160 GI		8025	ef	128
80 GI + 80 NA		7880	fg	125
80 GI + 80 UR		7835	gh	125
160 SA	60 SUP	7709	hi	123
160 UR		7636	ij	122
30-60-30(4-8-4)+	30 NA + 100 NA	7598	ij	121
160 NA		7545	ijk	120
160 SA	60 SUP 60 KCl	7488	jk	119
160 SA		7425	kl	118
60-60-60(10-10-10)+	100 NA	7266	lm	116
160 UR	60 SUP 60 KCl	7244	m	115
Testigo sin abono		6280		100

DLS_{0.05} = 1078 Kgs

CUADRO 5. EFECTO PROMEDIO DEL COMPLEMENTO FOSFO-POTASICO EMPLEANDO LOS DISTINTOS FERTILIZANTES NITROGENADOS.

Promedio de dos años (1967-68)

Localidad: Universidad Nacional Agraria - La Molina
(Campo Chacarilla) Valle del Rimac

Fertilizantes Kgs de N/Ha	Complemento P2O5 - K2O			Promedios Generales
	0 - 0	60 - 0	60 - 60	
160 UR	7635	8591	7244	7824
160 NA	7545	8278	8366	8063
160 SA	7425	7709	7488	7541
Promedios Generales	7535	8193	7699	7809

CUADRO 6. EFECTO PROMEDIO DEL FERTILIZANTE MINERAL SOLO Y EN MEZCLA CON GUANO DE ISLAS.

Promedio de dos años (1967 - 68)

Localidad: Universidad Nacional Agraria - La Molina
(Campo Chacarilla) Valle del Rimac

Fertilizantes	Forma de Aplicación (Kgs de N/Ha)		Promedios Generales
	Mezcla 80N + 80GI	Fertilizante Mineral 160N	
UR	7835	7636	7735
NA	7880	7545	7712
SA	8376	7425	7900
Promedios Generales	8030	7535	7782

HACIENDA POTAO - VALLE DE PATIVILCA

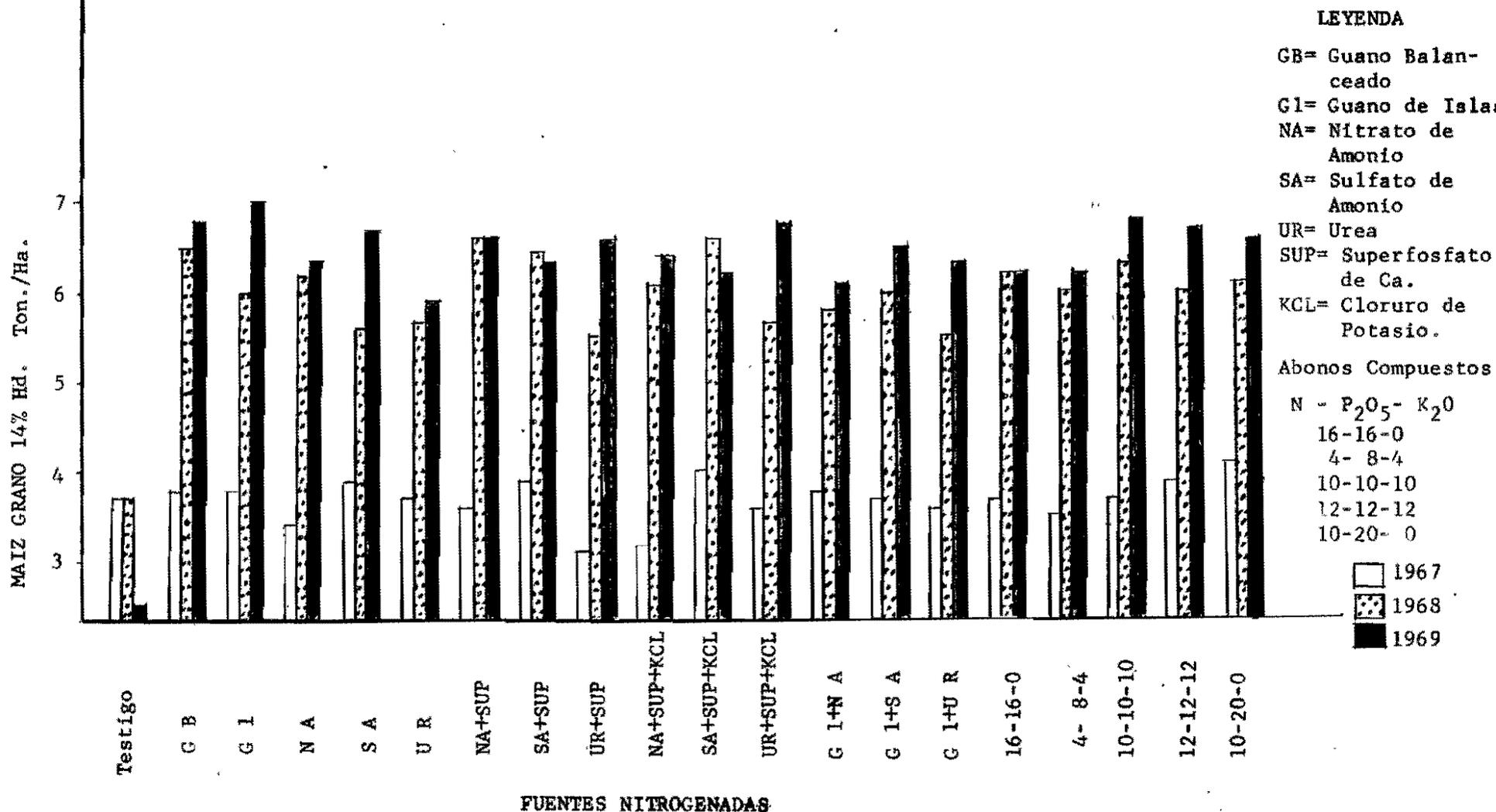


Fig. 2 Rendimientos obtenidos con el Maíz Híbrido PM-204 con diferentes fuentes nitrogenadas con y sin complemento fosfo-potásico.

CUADRO 7. ANALISIS DE LA VARIANCIA DE LOS RENDIMIENTOS EN MAIZ GRANO DE TRES AÑOS
CONSECUTIVOS EN EL VALLE DEL RIMAC.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios		
		1967	1968	1969
Total	99	----	----	----
Tratamientos	4	16.9043	19.1768 ^{XX}	24.7600 ^{XX}
Repeticiones	19	16.6388	33.7429 ^{XX}	173.6100 ^{XX}
Error	76	10.0510	6.9822	6.1500

C.V. = 11.44% C.V. = 12.00% C.V. = 12.06%

CUADRO 8. ANALISIS COMBINADO DE LA VARIANCIA DE LOS RENDIMIENTOS EN MAIZ GRANO DE LAS CAMPAÑAS 1967 y 1968.

VALLE DEL RIMAC

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado Medio
Total parcelas	199	
Tratamientos	19	31.5527 ^{XX}
Tratamientos x Años	19	4.5279
Años	1	1574.7270 ^{XX}
Repeticiones	8	25.1909 ^{XX}
Error	152	8.5166

C.V. = 11.72%

CUADRO 9. CORRELACIONES DE LOS RENDIMIENTOS EN MAIZ GRANO AL 14% DE HUMEDAD DE LAS TRES CAMPAÑAS DE MAIZ.

VALLE DEL RIMAC

	Años		
	1967	1968	1969
1967	-----	0.765 ^{XX}	.0.413
1968		----	0.587 ^{XX}
1969			----

CUADRO 10. EFECTO DE DIFERENTES FERTILIZANTES SOBRE LA PRODUCCION DEL MAIZ HIBRIDO PM-204 DURANTE TRES AÑOS.

Localidad: Hda. Potao - Valle de Pativilca

Rendimiento en Maíz Grano a 14% de Humedad

	Kgs N/Ha	Kgs P205-K20/Ha	Resultados por Años				Promedio				
			1967	OM	1968	OM	1969	OM	3 años	OM	
1	160GB ^a		3770	6	6524	3	6788	3	5694	1	
2	160GI ^b		3765	7	5968	13	6968	1	5567	6	
3	160NA ^c		3428	20	6159	7	6254	14	5280	14	
4	160SA ^d		3905	5	5608	17	6721	5	5411	10	
5	160UR ^e		3720	12	5692	15	5923	19	5112	19	
6	160NA	60SUP ^f	3619	15	6552	2	6591	8	5587	5	
7	160SA	60SUP	3933	4	6406	4	6344	12	5561	7	
8	160UR	60SUP	3619	16	5490	18	6614	7	5241	15	
9	160NA	60SUP	60KC1 ^g	3748	10	6080	9	6406	11	5411	9
10	160SA	60SUP	60KC1	3984	2	6558	1	6232	15	5591	4
11	160UR	60SUP	60KC1	3557	18	5664	16	6754	4	5325	13
12	80GI + 80NA		3765	8	5833	14	6097	18	5232	16	
13	80GI + 80SA		3675	14	6024	11	6485	10	5395	11	
14	80GI + 80UR		3613	17	5484	19	6282	13	5126	18	
15	Testigo sin abonamiento		3742	11	3681	20	2467	20	3297	20	

///...

.../// Cuadro 10

<u>Tratamientos adicionales</u> (Abonos compuestos complejos)			1967	OM	1968	OM	1969	OM	Promedio de 3 años	OM
16	60-60-0(16-16-0)	+ 100NA	3709	13	6215	6	6215	16	5380	12
17	30-60-30(4-8-4)+ 30NA	+ 100NA	3478	19	5973	12	6192	17	5214	17
18	60-60-60(10-10-10)	+ 100NA	3754	9	6333	5	6850	2	5646	2
19	60-60-60(12-12-12)	+ 100NA	3939	3	6041	10	6704	6	5561	8
20	30-60-0(10-20-0)+ 30NA	+ 100NA	4074	1	6136	8	6574	9	5595	3

El Cuadro 11 presenta los rendimientos promedios de las campañas 1968 y 1969 notándose un efecto positivo de la fertilización superando todos los tratamientos con fertilizantes al testigo sin abono.

En los Cuadros 12 y 13 se observa, al igual que en el Valle del Rimac, una diferencia no significativa entre los promedios generales de los fertilizantes químicos: Urea, Nitrato de Amonio y Sulfato de Amonio, sin apreciarse una respuesta clara del Fósforo y con una ausencia del efecto del Potasio, no encontrándose diferencias entre las mezclas del Guano de Islas con un fertilizante mineral en comparación al fertilizante mineral solo.

Es de observar en el Cuadro 15 la existencia de una interacción tratamientos por Años entre las campañas 1968 y 1969, debido posiblemente al efecto de la época de siembra, siendo la primera realizada en el mes de Marzo y la segunda en el mes de Octubre totalizando un período vegetativo de 188 días para la primera y 148 para la segunda.

En general, hay dificultad para poder sacar conclusiones precisas en este Valle, debido a la inconsistencia de los tratamientos en los años en estudio.

CONCLUSIONES

Existe una marcada respuesta a la fertilización nitrogenada y el menor efecto relativo de la fertilización fosforada y ausencia de respuesta a la fertilización potásica en los dos Valles, como es característica general de los suelos de la Costa peruana.

No se han presentado diferencias significativas entre los promedios generales correspondientes a la Urea, Nitrato de Amonio y Sulfato de Amonio habiéndose obtenido un mejor efecto al empleo de las mezclas de los fertilizantes minerales con el Guano de Islas, en el Valle del Rimac.

Es manifiesta la necesidad de refinar la metodología aplicable a la conducción de experimentos en forma continuada, la cual se encuentra en estudio.

CUADRO 11. COMPARACIONES POR EL METODO DE DUNCAN ENTRE LOS RENDIMIENTOS DE MAIZ HIBRIDO PM-204 EMPLEANDO DIFERENTES FUENTES NITROGENADAS.

Localidad: Hda. Potao - Valle de Pativilca

Rendimiento en Maíz Grano a 14% de Humedad

Promedio de dos años (1968 - 1969)

Fuentes Fertilizantes	Rdto.	Agrupam. tratam. de acuerdo al dif. signif. al 5%	Por ciento sob. el Testigo
160GB	6656	a	217
60-60-60(10-10-10)+ 100NA	6591	a	214
160NA 60SUP	6571	ab	214
160GI	6468	bc	210
160SA 60SUP 60KCI	6395	c	208
160SA 60SUP	6375	c	207
60-60-60(12-12-12)+ 100NA	6372	c	207
30-60-0(10-20-0)+ 30NA + 100NA	6355	cd	207
80GI + 80SA	6524	de	212
160NA 60SUP 60KCI	6243	ef	203
60-60-0(16-16-0)+ 100NA	6215	ef	202
160UR 60SUP 60KCI	6209	ef	202
160NA	6206	ef	202
160SA	6164	fg	201
30-60-30(4-8-4)+ 30NA + 100NA	6084	gh	198
160UR 60SUP	6052	hi	197
80GI + 80NA	5965	ij	194
80GI + 80UR	5883	jk	191
160UR	5807	k	189
Testigo sin abono	3074		100

DLS_{0.05} = 846 Kgs

CUADRO 12. EFECTO PROMEDIO DEL COMPLEMENTO FOSFO-POTASICO EMPLEADO EN LOS DISTINTOS FERTILIZANTES NITROGENADOS.

Promedio de dos años: 1968 - 1969

Localidad: Hda. Potao - Barranca - Valle de Pativilca

Fertilizantes Kgs N/Ha	Complemento P205-K20		Promedios Generales
	0 - 0	60 - 60	
16OUR	5807	6209	6023
16ONA	6206	6243	6340
16OSA	6164	6395	6311
Promedios Generales	6059	6282	6225

CUADRO 13. EFECTO PROMEDIO DEL FERTILIZANTE MINERAL SOLO Y EN MEZCLA CON GUANO DE ISLAS.

Promedio de dos años: 1968 - 1969

Localidad: Hda. Potao - Barranca - Valle de Pativilca

Fertilizantes	Forma de Aplicación (Kgs N/Ha)		Promedios Generales
	Mezcla 80N + 80GI	Fertilizante Mineral 160N	
UR	5883	5807	5845
NA	5965	6206	6085
SA	6254	6164	6209
Promedios Generales	6034	6059	6046

CUADRO 14. ANALISIS DE LA VARIANCIA DE LOS RENDIMIENTOS EN MAIZ GRANO DE TRES AÑOS CONSECUTIVOS EN EL VALLE DE PATIVILCA.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	1967	Cuadrados Medios 1968	1969
Total	99	-----	-----	-----
Tratamientos	4	1.7618	24.7889 ^{XX}	55.7621 ^{XX}
Repeticiones	19	2.0301	9.4575	19.6625
Error	76	2.1514	4.3111	4.7654

C.V. = 10.97% C.V. = 9.82% C.V. = 9.76%

CUADRO 15. ANALISIS COMBINADO DE LA VARIANCIA DE LOS RENDIMIENTOS EN MAIZ GRANO DE LAS CAMPAÑAS 1968 y 1969.

VALLE DE PATIVILCA

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado Medio
Total parcelas	199	-----
Tratamientos	19	70.7168 ^{XX}
Tratamientos x Años	19	9.8337 ^{XX}
Años	1	78.5005 ^{XX}
Repeticiones	8	14.5600 ^{XX}
Error	152	4.5382

C.V. = 9.82%

CUADRO 16. CORRELACIONES DE LOS RENDIMIENTOS EN MAIZ GRANO AL 14% DE HUMEDAD DE LAS TRES CAMPAÑAS DE MAIZ.

VALLE DE PATIVILCA

	1967	Años 1968	1969
1967	----	0.154	0.061
1968		----	0.816 ^{RM}
1969			----

BIBLIOGRAFIA

1. ADAMS, G.R. Liquid Nitrogen Fertilizers for direct application. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook N° 198.
2. ALFARO CORTEZ J., 1958. Experimento factorial 3N, 3P, 3K en presencia y ausencia de Guano de Islas. Tesis Ing. Agrónomo Universidad Nacional Agraria - La Molina - Lima 64 p.
3. ARCA M.N., VALDEZ L.A. y DAVELOUIS J.R. 1966. Resultados experimentales de ensayos agronómicos de maíz del Programa Coop. de Investigaciones en Maíz, Universidad Nacional Agraria - La Molina. Lima - Perú.
4. ARCA M.N., VALDEZ L.A., DAVELOUIS J.R. 1967. Resultados experimentales de ensayos agronómicos de maíz del Programa Coop. de Investigaciones en Maíz, Iniversidad Nacional Agraria - La Molina. Lima - Perú.
5. ARCHIVO DEL PROYECTO AGRONOMICO del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz (sin publicar) Universidad Nacional Agraria - La Molina, Lima - Perú.
6. BENITEZ J. y DAVELOUIS J. Estudios de Correlación entre los rendimientos en maíz grano y los análisis de suelos. Programa de Maíz, Universidad Nacional Agraria- La Molina. (Por publicar).
7. DONAHUE R.L. 1965. Soils. An introduction to soils plant growtr. Prentice - Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J. 2nd Ed. pag.: 122-125.
8. FIGARI, H. y DUARTE E. 1966. Ensayo de abonamiento en maíz PM-211 a diversos niveles de Nitrógeno, Fósforo y Potasio y diversas fuentes de abono nitrogenado. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria - La Molina, Lima 70 p.
9. FRIED, M. AND H. BROESHART. 1967. The soil plant system in relation to inorganic nutrition. Academic Press, New York.
10. GRUMBERG, F.H. 1959. Nutrición y Fertilización del maíz. Verlagsgesellschaft Für Ackerban M.B.H., Boletin Verde N° 9 48 p.
11. INFORME ANUAL 1963 del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz - Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima Perú.
12. PAPELETAS DEL AGRONOMO 1. 1965. Documents préparés par les Services Agronomiques de la Societé Commerciale des Potasses d' Alsace. S.C.P.A. 11 avenue Friedland-Paris.
13. RHOADES, H. y LOWREY G.W. 1954. Pruebas de la fertilización del Maíz. Implementos y tractores. 3(11): 40-41.
14. SANCHEZ H. 1971. Fenología del maíz: Primer periodo vegetativo y efecto de ciertos factores ambientales sobre el ritmo de crecimiento. Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Universidad Nacional Agraria- La Molina. Lima- Perú.

15. SCHEUCH, F., PAULETTE M. y ARCA M. 1963. Cultivo del maíz en la Costa. Ministerio de Agricultura S.I.P.A. 9 p.
16. TISDALE S.L. y NELSON W.L. 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes, Montaner y Simón S.A., Barcelona..
17. VALDEZ L.A. y DAVELOUIS J.R. 1964. Resultados experimentales de ensayos agronómicos en maíz, del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz - Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima-Perú.
18. VALDEZ L.A., y DAVELOUIS J.R. 1965. Resultados experimentales de ensayos agronómicos de maíz, del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Universidad Nacional Agraria, La Molina - Lima, Perú.
19. ZAPATA, F. y VILLAGARCIA S. 1969. Manual de uso de fertilizantes. Universidad Nacional Agraria. Programa Académico de Agronomía. Departamento de Suelos y Geología. Lima-Perú.

CMAT

COLECCION HISTORICA

