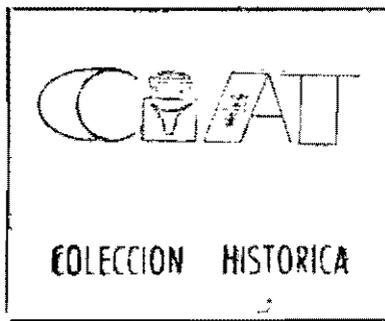


CIAT 0372
SB
191
M2
R48
C-3



V REUNION DE MAICEROS DE LA ZONA ANDINA

5, Cochabamba

CENTRO DE INVESTIGACIONES FITOTECNICAS Y ECOGENETICAS DE PAIRUMANI.

COCHABAMBA, BOLIVIA

5546

Marzo 26-30, 1973

Trabajo...

Publicación hecha por el Programa de Maíz, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Apartado Aéreo 67-13, Cali, Colombia. Junio, 1973.

V CONFERENCIA DE MAICEROS DE LA ZONA ANDINA REALIZADA EN PAIRUMANI

C O N T E N I D O

	INDICE
	PAGINAS
Bienvenida	I
Lista de Participantes	II - III
Programa	IV - V
Introducción	VI
 <u>Tópico I: Mejoramiento de la Calidad de la Proteína:</u>	
<u>Alberto Pradilla</u> - CIAT y Universidad del Valle, Cali Colombia, "Estado Actual de la Nutrición Humana en la Zona Andina".	1 - 11
<u>Antonio Manrique</u> - Programa de Maíz de la Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima, Perú. "Mejoramiento de la Calidad de Proteína en el Grano de Maíz".	12 - 22
<u>Federico Poey y Evangelina Villegas</u> - Colegio de Post Grados, E.N.A. Chapingo y CIMMYT, México. "Herencia del Fenotipo Córneo en Maíces Opaco-2 y su efecto en el Contenido de Proteína y Triptofano del Endospermo".	23 - 36
<u>Antonio Manrique</u> - Programa de Maíz, Perú. "Calidad del "Mote" y "Tostado" de Maíz de alta calidad Protéica".	37 - 39
<u>Mesa Redonda - Calidad de la Proteína</u> Participantes: A. Manrique, A. Brandolini, A. Pradilla, F. Poey, C. Francis.	40 - 41 ✓ 5550
 <u>Tópico II: Fisiología y Agronomía de Maíz:</u>	
<u>Hugo Sánchez C.</u> - Programa de Maíz de la Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima, Perú. "El Estado actual de la Agronomía y Fisiología del Maíz en la Zona Andina".	42 - 44

<u>Tópico II (Continuación)</u>	INDICE PAGINAS
<u>Hugo Sánchez C. y César Olivera A.</u> - Programa de Maíz, Lima, Perú. "Producción de Materia seca y estimación del potencial Fotosintético mediante la Defoliación Artificial en Maíz".	45 - 55
<u>Ben L. Grover</u> - Grupo Asesor de la Universidad Estatal de Utah, La Paz, Bolivia. "Una nueva visita a un modelo antiguo para la Interpretación de la Respuesta a Fertilizantes".	56 - 59
✓ <u>Luis Alfredo León S.</u> - Programa de Suelos, ICA Palmira, Colombia. "Respuesta del Maíz a la Fertilización en Colombia".	60 - 78
<u>Ricardo Ramírez</u> - Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Maracay, Venezuela. "Nutrición Mineral del Maíz en Venezuela."	79 - 85
<u>Carlos Díaz A., Manuel Torregroza C., y Guillermo Riveros R.</u> - Programas de Maíz y Sorgo y de Fisiología Vegetal, ICA, Bogotá, Colombia. "Efecto de eliminar hojas y mazorcas en el peso de los granos de maíces prolíficos de clima frío".	86 - 88
<u>Antonio Manrique Ch., y José Benítez J.</u> , - Programa de Maíz, Lima, Perú. "Efecto de la Población de Plantas y Fertilización en el Rendimiento de los Compuestos Bromatológicos y Minerales del Grano de Maíz".	89 - 104
<u>José R. Benítez Jump, Américo Valdez M. y Luis Ramírez D.</u> - Programa Maíz, Lima, Perú. "Métodos Estadístico-Económicos en la Experimentación con fertilizantes y Población de Plantas en Maíz."	105 - 128
<u>José Benítez J., J. Guzmán C. y A. Valdez M.</u> - Programa de Maíz - Lima, Perú. "Respuesta de las variedades de maíz: PMC-561 y amarillo de Ancash a la Fertilización y Población de plantas".	129 - 150
 <u>Tópico III: Mejoramiento de Maíz:</u>	
<u>M. Torregroza C.</u> - Programa de Maíz y Sorgo, ICA, Bogotá Colombia. "Estado actual del Mejoramiento del Maíz en los Climas Fríos de la Zona Andina."	151 - 156

Tópico III: Mejoramiento de Maíz (Continuación)

INDICE
PAGINAS

Alexander Grobman - Northrup, King & Co. Minneapolis, Minn. USA y Lima Perú.

"Estado del Mejoramiento del Maíz en el Trópico Bajo de la Zona Andina".

157 - 169

M. Torregroza, Fernando Arboleda, J.A. Rivera, Carlos Díaz, y Enrique Arias - Programa de Maíz y Sorgo, ICA, Colombia.

"Evaluación de la Selección Masal por Prolificidad en 2 Poblaciones de Maíz en Clima Frío".

170 - 171

Wilfredo Salhuana M. - Programa de Maíz, - Lima, Perú.

"Uso de la Computación electrónica en la preparación y análisis de Experimentos de Maíz".

172 - 192

Ricardo Sevilla Panizo, y Sergio Quevedo W.

Programa de Maíz, Lima y Cuzco, Perú.

"Respuesta a la Selección Masal en tres poblaciones de Maíz de la Sierra del Perú".

193 - 207

Fernando Arboleda Rivera - Programa de Maíz y Sorgo ICA, Palmira, Colombia.

"Interacción Genotipo-Ambiente: Selección Masal en Diferentes Ambientes".

208 - 225

Marco Nevado, y César Cárdenas - Programa de Maíz Lima y Piura, Perú.

"Estimación de Parámetros de Estabilidad para la Evaluación de Híbridos y Variedades de Maíz en Diferentes Epocas de siembra".

226 - 247

Alfonso Cerrate V. y Ricardo Sevilla - Programa de Maíz, Lima, Perú.

"Heterosis Intra-Racial evaluada en Compuestos de Maíces Peruanos".

248 - 255

Daniel Sarria V., Samuel Muñoz G. y Fernando Arboleda R. - Programa de Maíz y Sorgo, ICA, Palmira, Colombia.

"Conversión de Maíz Blanco en Amarillo".

256 - 263

Gonzalo Avila L. - Centro de Investigaciones Fitotécnicas y Econogéticas de Pairumani, Cochabamba, Bolivia.

"Comportamiento Genético de Algunas Líneas de Maíz Originarias de Norte América en Combinaciones con Germoplasma Boliviano".

264 - 272

Tópico III: (Continuación)

INDICE
PAGINAS

Fernando Arboleda R., Daniel Sarria V., y Samuel Muñoz G. Programa de Maíz y Sorgo, ICA, Palmira, Colombia.

"Resultados preliminares de conversión de maíces normales en Braquíticos".

273 - 277

Willy Villena y Elmer C. Johnson - Programa de Maíz CIMMYT.

"Respuestas a Selección para altura de planta y sus efectos en rendimiento de grano y Acame de raíz en tres poblaciones tropicales de Maíz".

278 - 286

Tópico IV: Protección Vegetal

Alfredo Saldarriaga V. - Programa de Entomología, ICA, Palmira, Colombia.

"Control de Plagas en Maíz y Sorgo en Colombia".

287 - 296

Alfredo Saldarriaga V. - Programa de Entomología ICA, Palmira, Colombia.

"Parásitos, Predadores y Organismos Entomófagos de Plagas del Maíz y Sorgo en Colombia".

297 - 301

"Insectos dañinos y otras plagas del Maíz y sorgo en Colombia"

302 - 311

Ricardo Escobar C., Hernán Coffiel O. Centro de Investigaciones Fitotécnicas de Pairumani, Cochabamba, Bolivia.

"Fuentes de Resistencia a Pudrición del pie causado por Gibberella dentro el Germoplasma Boliviano de Maíz".

312 - 316

Tópico V: Programas Internacionales.

Charles A. Francis - CIAT, Cali, Colombia. ✓

"Programas Cooperativos Internacionales".

5549
317 - 320 ✓

Tópico VI: Bancos de Germoplasma

Aureliano Brandolini - Agricultural Officer. Plant Project Division FAO Via delle Terme di Caracalla, Roma, Italia.

"Bancos y Conservación de Germoplasma".

321 - 325

Tópico VI: Bancos de Germoplasma (Continuación)

INDICE
PAGINAS

Aureliano Brandolini, -Gonzalo Avila L. Agricultural Officer, Plant Project Division, FAO. Via delle terme di Caracalla, Roma, Italia y Centro de Investigaciones Fitotécnicas y Econogéticas de Pairumani, Cochabamba, Bolivia.

"Algunas consideraciones sobre la clasificación y Evaluación Genética de las Colecciones de Maíces"

326 - 330

Wilfredo Salhuana M. y Ricardo Sevilla P. Programa de Maíz, Lima, Perú.

"Computación Electrónica en el Sistema de Registro del Banco de Germoplasma de Maíz"

331 - 342

Wilfredo Salhuana M. Luis F. Delgado de la Flor. - Programa de Maíz, Lima Perú.

"Determinación del número de capas de aleurona en colecciones de maíces Peruanos"

343 - 348

Tópico VII: Informes de los Grupos de Trabajo

Grupo I: Informe del Grupo de Mejoramiento de Maíz, Reunión de Cochabamba

349 - 353

Grupo II: Informe del Grupo de Protección Vegetal de Maíz

354 - 355

Grupo III: Informe del Grupo de Agronomía y Fisiología Vegetal de Maíz.

356 - 359

BIENVENIDA

Por parte de la Sociedad de Ingenieros Agrónomos de Bolivia, la Fundación Pro-Bolivia, y el Centro de Investigaciones de Pairumani, me permito ofrecerles una cordial bienvenida a Cochabamba y a Bolivia. Estamos muy agradecidos con todos los delegados de otros países de la zona Andina, de México y Centro América, por su asistencia a esta Conferencia tan importante.

Esperamos que la Conferencia será valiosa para todos ustedes, y que tendremos éxitos con el programa. En el Centro de Pairumani, estamos siempre a sus órdenes para resolver cualquier situación y ayudarles aquí en Cochabamba. Damos la bienvenida a todos los delegados, y esperamos que disfruten su estadía en Bolivia.

Gonzalo Avila

Cochabamba, Bolivia

Marzo 26, 1973

LISTA DE LOS PARTICIPANTES A LA V CONFERENCIA DE
MAICEROS DE LA ZONA ANDINA REALIZADA EN PAIRUMANI
MARZO 26-30, 1973.

BOLIVIA:

Gonzalo Avila
Ricardo Escobar
Hernán Coffiel
Centro de Investigaciones
Fitotécnicas y Ecogenéticas
de Pairumani
Casilla 128
Cochabamba.

Julio Vargas
Humberto Pacheco
Estación Experimental "La Tamborada"
Casilla 747
Cochabamba

Carlos Montellano
Carlos Cossio
Eric Rolón
Ana M. Kruger
Facultad de Agronomía
Cochabamba

Guido Delgadillo
Estación Experimental Saavedra
Casilla 247
Santa Cruz.

Ben Grover
Misión Utah
Ministerio de Agricultura
La Paz.

MEXICO:

Willy Villena
Carlos De León
CIMMYT
Apdo. Postal No. 6-641
México 6, D. F., México.

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

COLOMBIA:

Alberto Pradilla
Charles A. Francis
CIAT - Cali

Manuel Torregroza C.
C.N.I.A. Tibaitatá
Apartado Aéreo No. 7984
Bogotá, D. E.

Alfredo Saldarriaga
Apdo. Aéreo No. 233
Palmira, V.

Fernando Arboleda R.
Apartado Aéreo No. 233
Palmira, V.

Luis A. León
Programa Suelos
Apartado Aéreo No. 233
Palmira, V.

ITALIA:

Aureliano Brandolini
F.A.O.
Viale Aeronautica 11
Roma.

NICARAGUA:

Angel Salazar
Apartado 37
Masaya, Nicaragua.

PERU:

Wilfredo Salhuana M.
Luis Beingolea P.
Federico Scheuch H.
Ricardo Sevilla P.
José Benítez J.
Antonio Manrique Ch.
Alfonso Cerrate
Jorge Sarmiento
Hugo Sánchez C.
Apartado 456
Universidad Agraria - La Molina
Lima, Perú.

Gelacio Fukusaki
Real 507 El Tambo
Huancayo, Perú.

Alexander Grobman
Northrup, King & Co.
Av. Arequipa 340
Lima, Perú.

VENEZUELA:

Ricardo Ramírez
Apartado Postal 319
Maracay, Venezuela

Pedro Obregón
CENIAP,
Apdo. Postal 4653
Maracay, Venezuela

Urbano Vega
Universidad Central
de Venezuela
Facultad de Agronomía,
Genética
El Limón, Maracay.

PROGRAMA

Lunes, Marzo 26 Llegada de los participantes e inscripción en el Hotel Ambassador.

18:00 Inauguración - Los Portales

19:00 Coctel ofrecido por la Fundación Pro-Bolivia.

Martes, Marzo 27

08:00 Tópico: Mejoramiento de la calidad de Proteína

Presentaciones invitadas: Alberto Pradilla - CIAT
Antonio Manrique - Perú

Presentaciones voluntarias: Federico Poey - México
Mesa Redonda.

13:00 Tópico: Agronomía / Suelos / Fisiología

Presentación invitada: Hugo Sánchez - Perú

Presentaciones voluntarias: Hugo Sánchez - Perú
Ben Grover - Bolivia
Alfredo León - Colombia
Ricardo Ramírez- Venezuela
Manuel Torregroza-Colombia
Antonio Manrique- Perú
José Benítez - Perú

Miércoles, Marzo 28

08:00 Recorrido en Bus a Cochabamba y al Mercado Central

13:00 Tópico: Mejoramiento del Maíz

Presentaciones invitadas: Manuel Torregroza - Colombia
Alexander Grobman - Perú

Presentaciones voluntarias: Manuel Torregroza-Colombia
Wilfredo Salhuana- Perú
Ricardo Sevilla - Perú
Fernando Arboleda- Colombia
Marco Nevado - Perú
Alfonso Cerrate - Perú
Daniel Sarria - Colombia
Gonzalo Avila - Bolivia
Fernando Arboleda- Colombia

Miércoles, Marzo 28 (Cont).

18:00 Parrillada, ofrecida por el Centro Pairumani

Jueves, Marzo 29

08:00 Continuación del Tópico de Mejoramiento.

13:00 Tópico: Protección Vegetal

Presentación invitada: Carlos de León y
Willy Villena CIMMYT
Presentaciones voluntarias: Alfredo Saldarriaga-Colombia
Ricardo Escobar -Bolivia

15:00 Tópico: Sorgo

Presentación invitada : Angel Salazar - Nicaragua

16:00 Tópico: Programas Internacionales

Presentación invitada : Charles A. Francis - CIAT

Viernes, Marzo 30

08:00 Tópico: Bancos de Germoplasma

Presentación invitada : Aureliano Brandolini -FAO

Presentaciones voluntarias: Gonzalo Avila - Bolivia
Wilfredo Salhuana - Perú

10:00 Reuniones de los tres grupos de trabajo

Mejoramiento: Coordinador: Manuel Torregroza
Protección Vegetal: Coordinador: Jorge Sarmiento
Agronomía y Fisiología: Coordinador: Hugo Sánchez

13:00 Recorrido breve del Valle de Cochabamba
Parrillada

Sábado, Marzo 31 Salida de los delegados de Cochabamba.

INTRODUCCION

Es un gran placer poder ofrecer a los maiceros de la Zona Andina, la publicación de los trabajos presentados en la V Conferencia de Maiceros, recién realizada en Cochabamba.

La reunión tuvo mucho éxito y la calidad de las presentaciones como siempre, fue de la mejor categoría. El grupo se dividió en tres comités de trabajo, para coordinar los esfuerzos de investigación y desarrollo en la Zona Andina. Los grupos de mejoramiento, protección vegetal, y agronomía-fisiología deliberaron dos veces durante la semana, y en la parte final de esta publicación se presentan sus objetivos, factores limitantes, y planes de trabajo para el año actual. Estoy seguro de que este tipo de integración de trabajos tendrá mucho éxito en la Zona Andina y en el futuro nos ayudará para finalizar los proyectos de investigación en la forma más eficiente posible.

En nombre de todos los delegados y las entidades internacionales, me permito extender nuestros sinceros agradecimientos a la Fundación Pro-Bolivia, al Centro Pairumani, al Dr. Avila y Sra. de Avila, al Ing. Escobar y Señora de Escobar, y al Ing. Franzini y Sra. de Franzini por su gentil invitación y su hospitalidad durante la celebración de la Conferencia. La cordialidad y atenciones recibidas contribuyeron al éxito de la Conferencia y al bienestar de todos los delegados. Muchas gracias a ellos y pueden estar seguros que conservaremos de Cochabamba gratos recuerdos de la ciudad y de su gente.

C. A. Francis,
CIAT, Cali, Colombia
Marzo 30, 1973

ESTADO ACTUAL DE LA NUTRICION HUMANA EN LA ZONA ANDINA

Dr. Alberto Pradilla^{1/}

Las causas de la desnutrición están íntimamente ligadas a las causas del subdesarrollo. Por esta razón ninguna disciplina aislada puede proveer soluciones integrales. La función de equipos multidisciplinarios consiste en diseñar estrategias y estimular las estructuras políticas y gubernamentales para su implementación.

Si se analiza el problema desde un sólo punto de vista, ingreso per capita y en un país como Colombia, se visualiza claramente cómo los factores epidemiológicos que producen desnutrición, se acentúan en los grupos de población de menores ingresos, inclusive aquellos factores que aparentemente no tienen una relación directa con la capacidad de compra.

Tasa de natalidad : (Fig. 1). La tasa de fertilidad durante 1965, 1966 fue de 165 nacidos vivos por cada 1000 mujeres de 15 a 54 años. El control de fertilidad se efectúa por prevención de embarazos o por muerte fetal. En la tabla se demuestra la disminución progresiva de nacidos vivos a medida que aumenta el ingreso a expensas de un mayor número de embarazos evitados. Si se tiene en cuenta que el 40% de las familias recibieron un ingreso de \$300.00 *(US\$13.00) o menos por mes, el 45% de \$301.00 a \$1.000.00 (US\$48.00) y el resto más de esta cantidad se encuentra claramente como el grupo de población que ha disminuido la fertilidad pesa muy poco dentro de la estadística de aumento de población para el país. La situación es más dramática aún en el área rural donde el 58% de la población recibe menos de \$300.00 por mes contra un 23% en el área urbana (1) en ese mismo grupo.

Peso al nacimiento: Se ha encontrado que 25% de los niños nacidos en el área de Cali y 28% en una zona suburbana son de bajo peso, y la mitad de ellos son pequeños para el tiempo de gestación. La figura 2 en barras presenta los porcentajes de madres con diferentes niveles de ingreso, que se presentan con las variables peso (menos de 2.500 gms. o más), talla (menos de 46 y más cm. de talla) y edad gestacional (menos de 37 semanas y más). Una tercera parte de las madres que tuvieron hijos de menos de 2500 gms. está en el nivel de menos de \$100.00 colombianos per cápita, por mes. Estas diferencias para peso son significantes lo mismo que para edad gestacional. El análisis para talla muestra sólo una tendencia. (2,3,4).

* Un dólar equivalente a \$23.50 pesos colombianos. Todas las cifras están dadas en moneda colombiana.

^{1/} Profesor Asociado Departamento de Pediatría Universidad del Valle. Científico visitante CIAT, Cali - Colombia.

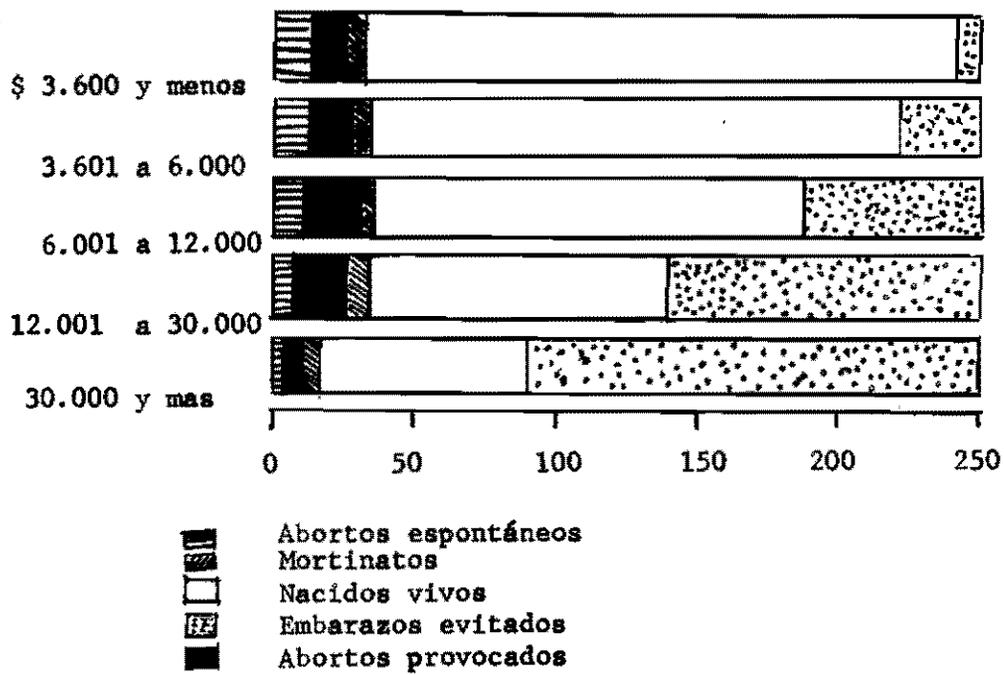


FIGURA 1. FECUNDIDAD Y FERTILIDAD SEGUN INGRESO FAMILIAR ANUAL. TASAS POR 1000 MUJERES.

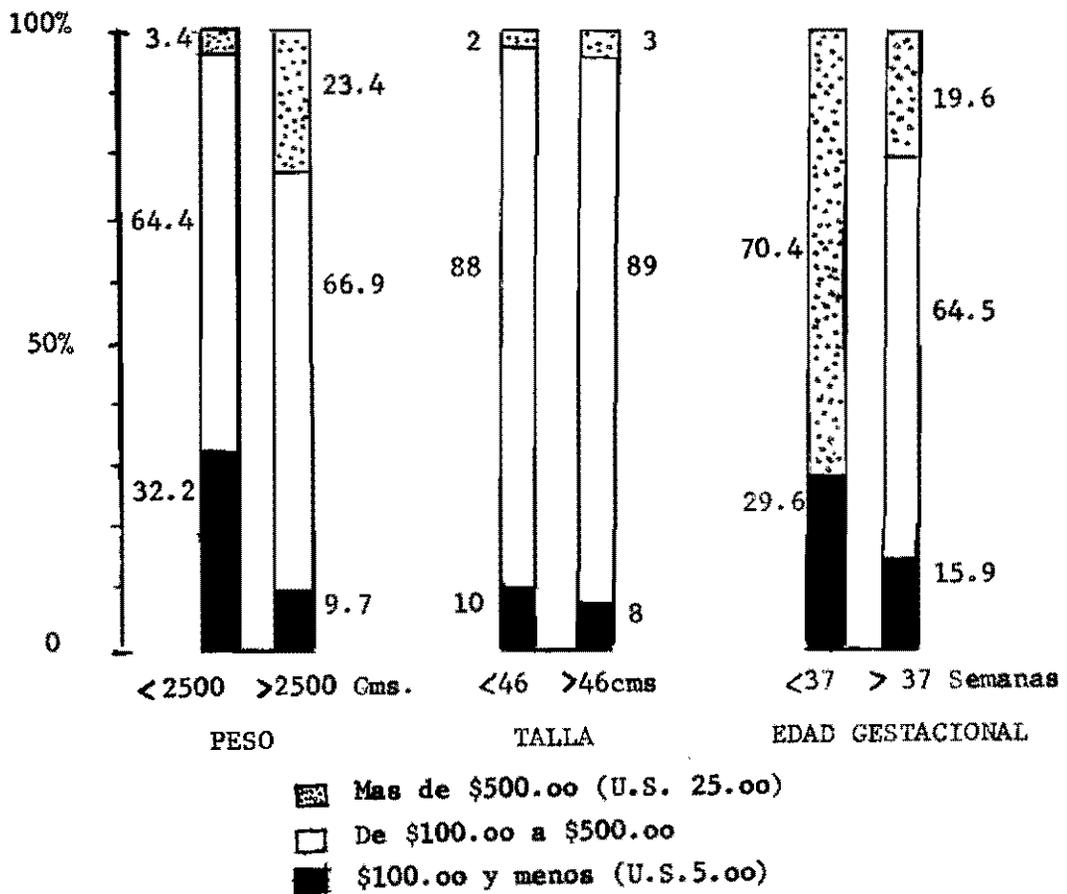


FIGURA 2. INGRESO PER CAPITA Y RELACION CON TALLA, PESO Y EDAD GESTACIONAL.

El bajo peso o talla de por sí no tendría problema, si no existieran evidencias demostrando que la morbilidad y la mortalidad es mayor en estos niños. Así mismo, hay alguna evidencia en animales que sugiere una pobre utilización de proteínas vegetales en animales bajos de peso al nacer. Este hecho pondría este grupo de población en una gran desventaja por ser este mismo quien recibirá una gran proporción de su dieta de fuentes vegetales.

Dieta: La adecuación de nutrientes para los diferentes niveles de ingreso es bastante bajo. Los promedios desafortunadamente no demuestran claramente el problema real, ya que no se tiene en cuenta la distribución familiar que tiende a proteger a aquellos individuos productores (padre, hijos mayores) ni la distribución de los grupos. En un modelo de programación lineal efectuado por el Instituto de Investigaciones Tecnológicas, se diseñó una dieta de costo mínimo inferior en un 70% del precio de aquella que contiene los alimentos usuales. Cifras discriminadas por ingreso en cinco regiones se obtuvieron para la programación. Las tablas 1 y 2, muestran claramente cómo aproximadamente la mitad de la población tiene barreras en su poder adquisitivo para obtener esta dieta. (5, 6).

Estado Sanitario: Como es de esperar los grupos sociales de ingresos bajos, son aquellos que poseen viviendas en peores condiciones: pisos en tierra, sin agua corriente ni alcantarillado, pobre ventilación y hacinamiento. Mas de la mitad de las viviendas en áreas rurales están en estas condiciones.

Enfermedad: Los factores mencionados dan como resultado una incidencia y prevalencia de enfermedad bastante elevados. La incidencia de enfermedad diarreica es significativamente más elevadas en grupos de población de bajos ingresos (7). La frecuencia y duración de enfermedad aumenta los requerimientos nutricionales en cifras que se han calculado, pueden llegar a un 100%, haciendo que el nivel de adecuación de nutrientes sea en realidad mucho mas bajo que el calculado para población sana.

La gráfica 3 muestra la situación de salud y enfermedad para la población en un período de dos semanas. La muy escasa consulta a agentes de salud depende posiblemente de dos factores: ingreso per-cápita y escasa disponibilidad de recursos de salud.

Estado Nutricional: Todos los factores anteriores llevan a: Ingreso per cápita bajo y estático, aumento del número de personas por familia, capacidad de compra de alimentos apropiados cada vez menor y períodos de enfermedad frecuentes y prolongados.

La figura 4, muestra la relación entre estado nutricional y nivel de ingreso que sigue la misma tendencia de los factores individuales. Para todo el país, 1 de cada 2 niños menores de 6 años presenta algún grado de desnutrición protéico-calórica.

TABLA 1.

POBLACION URBANA CON BARRERA DE INGRESO

-(Resumen por regiones)-

	Población Urbana (Miles)	% Con barrera de - Ingreso	Personas con ba- rreira de ingreso (miles)
Zona No. 1	2241	44.8	1005
Zona No. 2	1465	41.2	605
Zona No. 3	2544	27.2	672
Zona No. 4	3409	48.5	1690
Zona No. 5	2123	39.4	840
TOTAL	11782	41.0	4.382

Fuente: IIT.

TABLA 2. ADECUACION DE CALORIAS Y NUTRIENTES PER CAPITA POR DIA
POR SECTORES SOCIOECONOMICOS. EXPRESADO COMO PORCENTAJE.

Calorías y Nutrientes	Alta	Media	Baja	Muy Baja	Promedio
Calorías	108	92	88	77	85
Proteínas	116	97	80	65	78
Cá.	82	62	51	40	49
Fe	150	126	119	109	118
Vit.A	120	113	66	53	70
Tiamina	106	84	76	82	84
Riboflavina	98	79	65	52	63
Niacina	113	97	92	85	91
Vit. C.	204	151	176	142	157

Fuente:

Jaime Paez F.

Recursos Proteínicos en América Latina Incap 1971

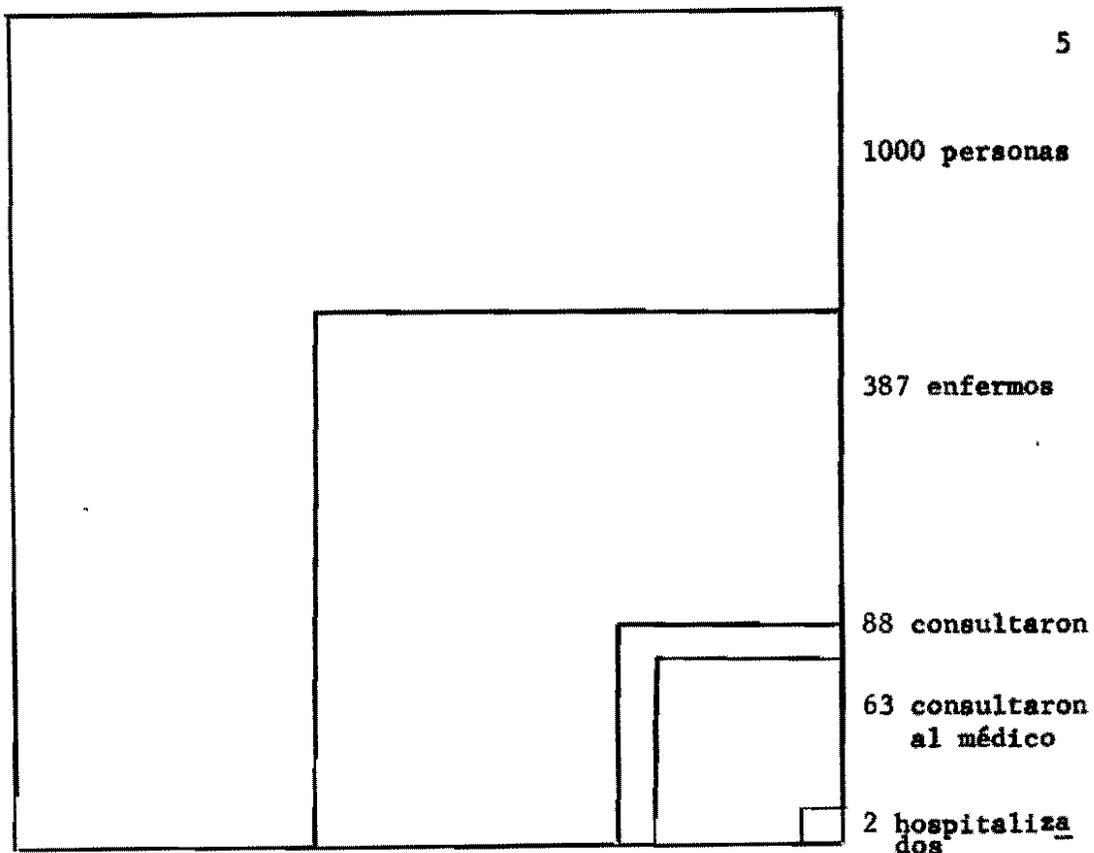


FIGURA 3. ATENCION MEDICA DE PROBLEMAS DE SALUD EN DOS SEMANAS
Fuente: ASCOFAME, MINISTERIO DE SALUD.

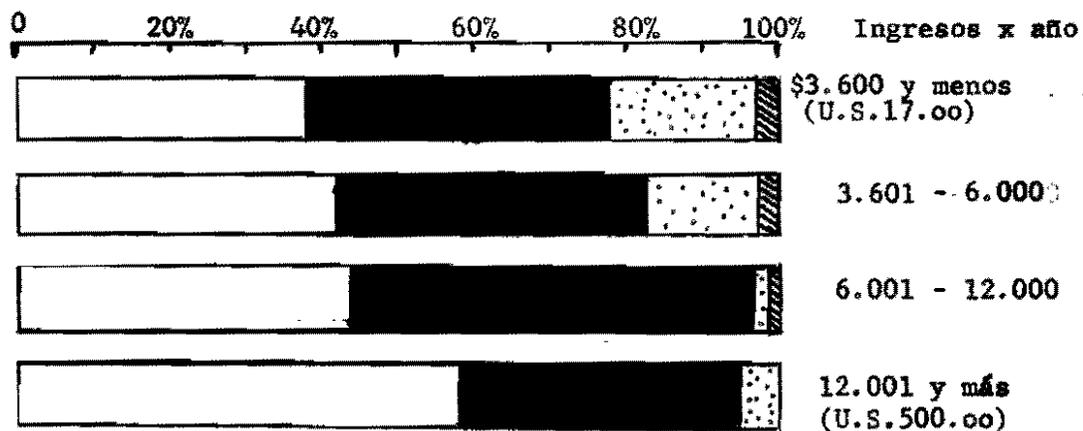


FIGURA 4. ESTADO NUTRICIONAL SEGUN INGRESO EN COLOMBIA

Normal
 Grado I
 Grado II
 Grado III

Fuente: ASCOFAME, MINISTERIO DE SALUD.

POSIBLES SOLUCIONES

Area de Salud: El diseño de sistemas de salud utilizando los recursos disponibles y a costos apropiados para los presupuestos existentes, la delegación de funciones a personal para-profesional y la prestación del servicio en la casa, permite hacer prevención de enfermedad más que curación de ella, promoción de salud y educación.

Al mismo tiempo permite que la atención a la enfermedad que requiere servicios del médico se haga oportunamente, y que el profesional sólo atienda aquellos casos que requieran de toda su experiencia.

En el área de Candelaria, población de 7000 habitantes, se ensayó este sistema. Un médico, una enfermera de salud pública, 2 auxiliares de enfermería y 13 promotoras (5 años de escuela primaria, 18 a 22 años) a un costo de US\$.40 por persona por año prestar el servicio. Cada promotora tiene bajo su cuidado 100 familias que visita una vez cada dos meses. En estas visitas obtiene información sobre hechos vitales, enfermedad, y pesa y mide los niños. Hace control prenatal, control de tratamiento antituberculoso y refiere al médico aquellos casos que requieren atención. Si un niño no llena los requisitos de alto riesgo nunca será visto por el médico. La descripción del sistema ha sido publicada en extenso en "Young Child Nutrition Programs. New Approaches, 1972" (8).

La figura 5 muestra los resultados obtenidos en esta población. La morbilidad por diarrea disminuyó de 50% por mes a 7% en los primeros dos años. La mortalidad infantil bajó de 80 por mil a 40 por mil en el mismo período (8, 9). Como puede verse en la tabla, la incidencia y prevalencia de desnutrición de todos los grados, disminuyó en un 50% de 1968 a 1970. Es interesante observar cómo todas estas cifras alcanzan un nivel y allí se estabilizan a pesar de que el programa de salud continúa con la misma intensidad y cobertura.

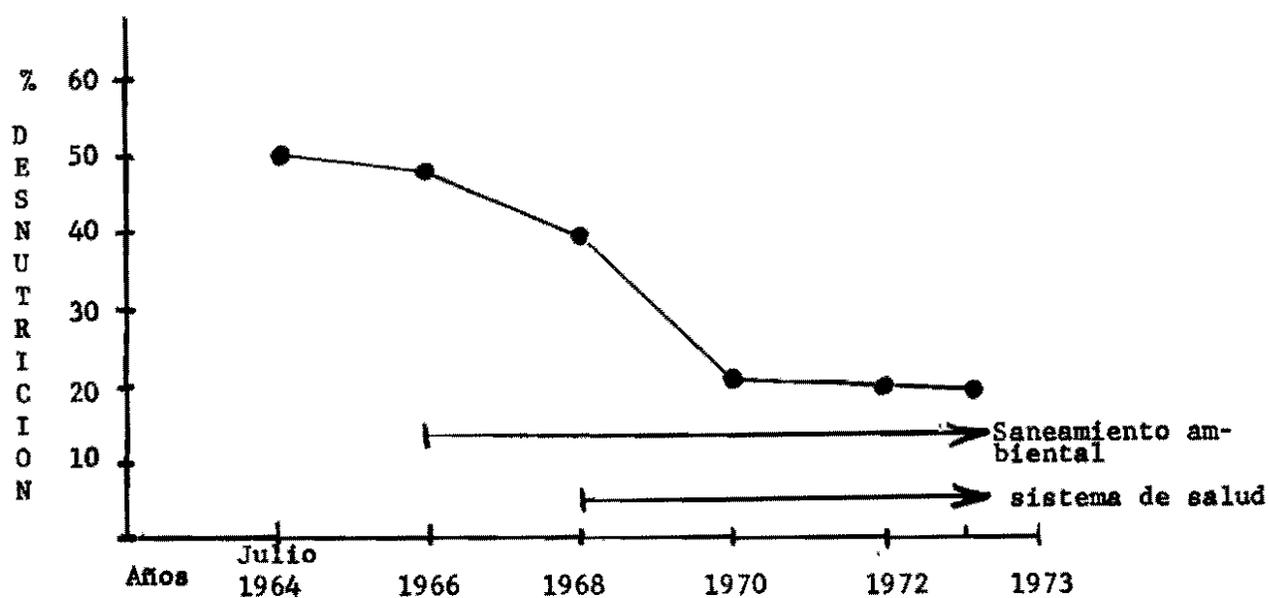
Otro hecho interesante de resaltar es el de que los hábitos nutricionales y el tipo de dieta no cambió significativamente durante este período, como ha sido demostrado por encuestas dietéticas efectuadas en 1968 y 1972 y la mejor nutrición posiblemente se debe a la disminución de los requerimientos nutricionales por menor frecuencia y duración de los episodios de enfermedad (9).

Creemos que el sistema aplicado no puede producir mas beneficio a no ser que se modifiquen otros factores socioeconómicos en el grupo de población que aún presenta casos de desnutrición (10).

Area de Mejoramiento:

Los sistemas de comunicación y mercadeo son prácticamente inexistentes para aquellos grupos de población que no pertenecen a la así llamada "Sociedad de consumo" no mayor de 30% en los países en desarrollo. Aún más, la industria alimenticia ha creado metas dietéticas por intermedio de su propaganda que modifica hábitos no siempre en la dirección adecuada. La

FIGURA 5. EVOLUCION DE DESNUTRICION, MORBILIDAD, MORTALIDAD Y GASTOS EN ALIMENTACION EN CANDELARIA.



Diarrea	50% x mes	7.3% x mes	7.5% x mes
Mortalidad infantil	80 x 1000	43 x 1000	
% de ingreso en alimentación	80%	74%	

TABLA 3. COMPARACION DE SEIS TIPOS DE MAIZ CON CASEINA EN NIÑOS.

	Digestibilidad	Valor Biol6-gico	Utilización neta de proteína	Retención Nitrogenada
H. 207	77	21	16	30
H. 253	66	17	11	20
H. 208(o ₂)	95	76	62	140
H. 255(o ₂)	95	80	86	120
I11.	88	76	67	170
f1 ₂	85	62	54	130
Caseina	98	85	83	130

propaganda continua crea calidades místicas de "tónicos", "vitaminizado", "fuerza", "poder" que para los grupos de escasos recursos son una pérdida de sastrosa de dinero. No existiendo estos métodos diseñados para nuestras poblaciones, es difícil por el momento estimular el consumo de mezclas vegetales u otros alimentos que podrían mejorar significativamente la dieta. El enriquecimiento con amino-ácidos de productos vegetales es otro método difícil de implementar ya que la mayoría del consumo para los grupos de ingresos bajos se basa en productos no procesados y no existe además vehículo universal, excepto sal, agua, y azúcar que permitan la adición de nutrientes.

Una posible solución podría ser la modificación genética de proteínas vegetales que permitiera, sin cambiar el fenotipo o substituir alimentos por otros "iguales en aspecto" pero de mejor calidad nutricional.

Un ejemplo de esta modificación lo constituyen los genes o_2 y $f1$ que modifican la calidad nutricional del endospermo y que podrían combinarse con cualquier tipo de fenotipo según evidencia presentada. El valor nutricional de la proteína de endospermo modificada por estos genes ha sido ampliamente demostrada en programas asociados de ICA, CIAT y la Universidad del Valle tanto en animales de laboratorio como en humanos (11, 12, 13, 14).

La tabla 3, demuestra los valores de utilización neta de proteína (NPU), valor biológico (VB) y digestibilidad para maíces normales y modificados comparados a un patrón de caseína. La utilización de estos maíces es el doble de la de maíces normales. En otra experiencia fue posible recuperar 12 niños que fueron admitidos en un estado severo de desnutrición protéico-calórica y que recibieron durante un período de 3 meses maíz modificado por el gene o_2 , como única fuente de proteína.

Estudios analíticos de fracciones protéicas del endospermo demuestran que la calidad depende de los niveles de zeína presentes en el endospermo. Al estudiar maíces mejorados genéticamente de fenotipos duros y blandos, se encontraron diferencias de cada una de cinco fracciones del endospermo no relacionadas con el fenotipo. Aquellos de buena calidad son bajos en zeína, pero la proporción de las otras fracciones es diferente en cada grano. En la figura 4 se muestran estos estudios en cuatro fenotipos con diferentes calidades. Se debería estudiar y teóricamente es posible que las varias fracciones sean gobernadas por diferentes genes, por lo tanto, se podría seleccionar para baja lisina y elevado albúmina y fracción G_3 que son aquellas con mayor contenido de lisina y triptofano (15).

Evaluación de maíces modificados de fenotipos duros dan valores biológicos muy similares a aquellos de fenotipo harinoso (16).

RESUMEN:

El problema nutricional es una consecuencia de numerosos factores y como tal, debe resolverse. Se demuestran algunas correlaciones entre ingreso per-capita y factores asociados a desnutrición.

Sistema de salud produce mejoría de estado nutricional hasta un nivel donde se estabiliza. En vista de la ausencia de medios apropiados de comuni-

14. Pradilla A. Availability of essential aminoacids of Opaque 2 Maize. Protein Foods for the caribbean. Ed. J.I. McKinney. Kingston, 1968.
15. Pradilla A., Betancur L. H., de Gaiter M. Genetic manipulation of Staple Food. Genetics in plant improvement. Cali Nov. 1972 in press.
16. Pradilla A., Francis C., Linares F. Studies on protein quality of flint phenotypes of o₂ maize. Archivos Latinoamericanos de Nutrición in press.

TABLA 4: CALIDAD, FENOTIPO Y FRACCIONES PROTEICAS DE DIFERENTES MAICES

Fenotipo	Calidad Nutricional	PORCENTAJE DE:			G ₁	G ₂	G ₃	Recuperación
		Albúminas	Zeinas					
<u>AMARILLO</u>								
BLANDOS								
H208 Pinzon	Buena	23.63	15.89	22.77	18.47	15.45	96.21 %	
Am. Calca	Mala	7.24	41.89	20.17	9.21	18.10	96.61 %	
Fragmentos blandos	Buena	14.48	15.48	10.34	9.13	40.04	89.47 %	
DUROS								
Fragmentos duros	Buena	23.96	13.02	26.57	8.83	25.55	97.91	
H207	Mala	17.14	39.35	10.20	10.14	22.7	99.53	
H208	Buena	25.37	18.30	10.50	13.43	28.35	95.95	
<u>BLANCO</u>								
BLANDOS								
H255	Buena	19.42	15.76	13.98	10.98	30.51	90.65	
PMC 561	Mala	9.89	38.79	22.96	11.53	8.41	91.58	
DUROS								
H253	Mala	5.74	44.31	23.90	9.24	16.26	99.72	
H255	Buena	15.32	24.95	18.82	8.82	30.55	98.46	

cación con población de bajos ingresos, la manipulación genética de alimentos vegetales podría ser otro factor que ayudase a la solución del problema.

B I B L I O G R A F I A :

1. Agualimpia C. Estudio de Recursos humanos para la salud y la educación Médica en Colombia ASCOFAME, Ministerio de Salud. 1969.
2. Escobar E., Pradilla A.: Estado socioeconómico y peso del Recién Nacido. Mimeógrafo Dpto. de Pediatría, Universidad del Valle. 1969.
3. Cartagena, M., Guerrero S. Nivel Socioeconómico, Talla y peso del Recién Nacido. Tesis de grado. Dpto. de Pediatría y Enfermería Universidad del Valle. 1970.
4. Rey H., Cartagena M., Guerrero S., Atuan J. Effects of Maternal Nutrition upon birth weight and height of the newborn. Sumario IX Congreso Int. de Nutrición 1972, Pag. 71.
5. Páez, J. Situación actual de las mezclas vegetales en Colombia. Recursos protéicos en la América Latina. INCAP. 1971. P.493
6. Instituto Investigaciones Tecnológicas. Bogotá. Teresa de Buckle. Comunicación Personal.
7. Wray J., Aguirre. Tesis para Master en Salud Pública.
8. Aguirre A., Pradilla A. Symposium in Young Child Nutrition Programs Newer community approaches. Ed. Jelliffe and Jelliffe 1971.
9. A. Tascón F., A. Martínez V., Aguirre, Pradilla A. Nutrition effects of a Symplified system of Health deliver in a semiurban community.
10. Salmerón E., A. Tascón F., Características Socioeconómicas de familias con desnutrición y libres de élla en Candelaria. Mimeo. Dpto. Pediatría U. del Valle.
11. Pradilla, A. Harpstead D., Linares F., Sarria D. Ensayos Analíticos y biológicos de la proteína de maíz modificado con Gene α_2 . Antioquia.
12. Pradilla A., Linares F., Francis C.A., Fajardo L., El Maíz de alta lisina en nutrición humana. Acta Médica del Valle.2:91, 1971
13. Pradilla A., Linares F., Harpstead D., Francis C., Sarria D. Quality Protein Maize in human nutrition. Purdue. Cimmyt Seminar Mexico 1972, in press.

MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE PROTEINA EN EL GRANO DE
MAIZ.^{1/}

Ing. Antonio Manrique Chávez ^{2/}

Los mutantes Opaco-2 y Harinoso-2, fueron dados a conocer por Singleton y Jones y por Munn respectivamente antes de 1935, como modificadores de la estructura del endospermo duro y cristalino del grano de maíz a una estructura suave y harinosa, como efecto monogénico recesivo. Luego Neuffer, Jones y Zubar (1968) confirmaron la ubicación del gene Opaco-2 (o_2) sobre el brazo corto del cromosoma 7 y la del gene Harinoso-2 (fl_2) sobre el brazo corto del cromosoma 4.

En 1963, Mertz, Bates y Nelson determinaron las propiedades de estos dos mutantes (o_2/o_2 y fl_2/fl_2) como modificadores de la síntesis de la zeína, en favor de la lisina del endosperma aumentando su contenido en el grano de 1.7 a 4.5, convirtiéndose así el grano de maíz de baja calidad proteica, en un cereal con buena calidad proteica y de alto valor nutricional capaz de suplir los déficits de carne, huevo, leche, etc. que día a día van siendo difíciles de abastecer las necesidades del consumo humano.

HERENCIA DE LOS MUTANTES o_2 y fl_2 :

En los trabajos de incorporación de los mutantes Opaco-2 y Harinoso-2, por investigadores de diferentes programas de mejoramiento genético de maíz, en el proceso de formación de poblaciones e híbridos comerciales, cristalinos o dentados han encontrado, que las proporciones segregantes presentan ciertas modificaciones. Así la proporción de tres normales por un harinoso para el gene o_2 se cumplía con ciertas limitaciones, señalando una mayor proporción en favor de los granos normales en mazorcas autofecundadas provenientes de plantas heterocigotas. (Nelson 1966, Alexander 1969, Feist y Lambert 1970, Poey 1970.) Estos resultados se trataron de explicar mediante tres hipótesis:

- a) Presencia de genes modificadores
- b) Efecto gametofítico ligado al o_2 reduciendo su transmisión
- c) Transmisión reducida del alelo per se

1/ Contribución del Programa de Maíz de la Universidad Nacional Agraria, La Molina. Lima - Perú. V. Reunión sobre Mejoramiento de Maíz de la Zona Andina. Marzo 26-30, Pairumani, Cochabamba, Bolivia. 1973.

2/ Ingeniero Agrónomo, 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.

En los trabajos del proyecto de Opaco conducidos por el Programa de Investigaciones en Maíz de la Universidad Nacional Agraria Perú (A. Manrique), se ha observado que de 650 familias segregantes de diferente germoplasma, 92 presentaron la proporción 3 : 1; 30 la proporción de 15 : 1; 38 la proporción 13 : 3 y las 515 restantes, segregaciones aberrantes y en todos los casos en favor de los tipos normales cristalinos. Estas modificaciones sugieren que en la expresión del fenotipo harinoso del Opaco-2 intervinieron más de un par de genes, los cuales interaccionan produciendo efectos que modifican el fenotipo harinoso y por lo tanto, sus efectos podrían ser afectados por el medio ambiente.

Con relación al Harinoso-2 (fl_2) Neuffer et al (1968) lo describe como dominante y Nelson (1969) como semidominante, observándose el fenotipo harinoso en plantas heterocigotas cuando el progenitor femenino es portador del gene fl_2 , como consecuencia del efecto maternal de doble dosis en el endospermo ($fl_2 fl_2 +$). Poey (1970), encontró una mayor frecuencia de los fenotipos harinosos, sugiriendo un posible efecto de genes complementarios en favor del harinoso.

Del estudio comparativo entre estos dos mutantes Opaco-2 y Harinoso-2, Dudley, Alexander y Lambert llegaron a determinar la superioridad del Opaco-2 tanto en estabilidad fenotípica como en contenido de lisina.

MODIFICADORES GENETICOS DEL ENDOSPERMO Y CALIDAD DE PROTEINA

La presencia de proporciones aberrantes en la transmisión de los genes Opaco-2 y Harinoso-2, en especial en los casos de incorporación del mutante Opaco-2 en líneas y variedades de maíz con endospermo cristalino o dentado, demanda un mayor cuidado por los investigadores en la determinación de las clases normales cristalinos (+/+) y harinosas Opaco-2 homocigotas (o_2/o_2) observándose así la presencia de porciones cristalinas de diferente tamaño en el endospermo harinoso del Opaco-2 homocigota (Nelson 1966, Alexander 1966, Haspted, Pradilla y Linares 1969, Paez, Helm y Zuber 1969, y Poey 1970).

Análisis bromatológicos presentados en el Informe No.1 del UNDP - CIMMYT (1972) Mexico, Cuadro 1, se observa que el contenido de proteína aumenta a medida que aumenta la vitriosidad del endospermo en el grano, pero el contenido en triptofano disminuye. Resultados similares se observan en el Cuadro 2, con material diverso del Proyecto Opaco del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz de la Universidad Nacional Agraria, La Molina. Lima Perú (A. Manrique). Efectos similares se observan en el Cuadro 3, en el análisis de las porciones cristalinas del endospermo, donde el contenido de la proteína aumenta pero el del triptofano baja. En cambio en las porciones amiláceas el contenido de la proteína es bajo pero el contenido del triptofano es alto.

El aislamiento de fenotipos opaco-2 homocigota (o_2/o_2) con un endospermo casi cristalino han demostrado contener cantidades de lisina similares a los harinosos opaco-2 homocigota (Lambert et al, Bauman 1971, Paez et al (69) como se puede ver en los siguiente resultados presentados por Poey (1970).

CUADRO 1. PORCENTAJE DE PROTEINA Y PORCENTAJE DE TRIPTOFANO EN PROTEINA DE DIFERENTES CATEGORIAS DE GRANOS DE OPACO-2 DE FENOTIPO MODIFICADO SELECCIONADOS DE DIFERENTES POBLACIONES DE OPACO 2.

No.	MATERIAL	% PROTEINA EN DIFERENTES CATEGORIAS DE GRANOS					% TRIPTOFANO EN PROTEINA EN DIFERENTES CATEGORIAS DE GRANOS				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	Compuesto K	8.79	8.29	7.75	7.59	7.47	0.65	0.68	0.75	0.79	0.88
2	PD (MS)6- Gr. Amar.	11.07	10.50	10.25	10.44	9.94	0.87	0.79	0.85	0.85	0.93
3	Compuesto Blanco Caribe	10.29	10.25	9.58	9.25	8.88	0.70	0.84	0.81	0.78	0.80
4	Tuxpeño-Ant. gpo.2-#-#	9.99	9.84	9.65	9.08	-	0.79	0.79	0.82	0.85	-
5	CIMMYT o ₂ Compuesto	9.36	8.56	9.07	8.69	8.05	0.55	0.72	0.71	0.77	0.87
6	Thai Opaco-2 Compuesto	8.58	8.50	8.43	8.82	7.86	0.82	0.80	0.83	0.82	0.93
7	Ver.181-Ant.gpo.2 x Venezuela 1-opaco-2	9.04	8.72	9.06	8.90	8.71	0.63	0.63	0.70	0.74	0.75
8	Amarillo Compuesto Duro	7.82	7.16	7.36	7.88	7.33	0.92	1.00	0.94	0.91	0.98
9	Ant. gpo. 2-#1 -3- 2-#	8.98	8.80	9.24	9.07	--	0.76	0.87	0.88	0.84	-
10	PD(MS)6-Eto-Cuba 11J-Pob. Crist.#1(A)-2-#-1-#	9.08	9.34	8.87	9.80	8.53	0.73	0.79	0.88	0.86	0.83

Categoría 1- Más o menos normal
 Categoría 2- 75% transparente - 25% opaco
 Categoría 3- 50% " - 50% "
 Categoría 4- 25% " - 75% "
 Categoría 5- 0% " -100% "

CUADRO 2. PORCENTAJE DE PROTEINA Y TRIPTOFANO EN LINEAS OPACO-2 HOMOCIGOTA QUE PRESENTARON GRANOS AMILACEOS MODIFICADOS Y CRISTALINO EN MATERIAL DIVERSO DEL PROYECTO OPACO DEL PCIM DE LA UNA - PERU (A. MANRIQUE).

MUESTRA	% Proteína	% Triptofano en endospermo	% Triptofano en Proteína
1375 ⊗ OPACO	7.04	0.065	0.92
1375 ⊗ modificado	7.60	0.058	0.76
1375 ⊗ cristalino	9.33	0.037	0.39
1380 # OPACO	7.73	0.074	0.95
1380 # modificado	8.80	0.072	0.81
1380 ⊗ OPACO	7.40	0.088	1.18
1380 ⊗ modificado	8.27	0.083	1.00
1456 # OPACO AMARILLO	8.18	0.088	1.07
1456 # OPACO BLANCO	7.83	0.086	1.09
1456 # modificado	7.96	0.079	0.99
1489 # OPACO AMARILLO	9.77	0.098	1.00
1498 # OPACO BLANCO	8.45	0.072	0.85
1489 # modificado	10.29	0.101	0.98
1476 # OPACO ROJO	7.92	0.085	1.07
1476 # OPACO AMARILLO	7.40	0.075	1.01
1476 # modificado	7.66	0.085	1.10
1502 # OPACO	7.83	0.061	0.77
1502 # modificado	8.18	0.066	0.80
1081 #	9.68	0.056	0.69
1241 ⊗ - 5	9.68	0.062	0.58

CUADRO 3. CONTENIDO DE PROTEINA, LISINA Y TRIPTOFANO EN EL ENDOSPERMO COMPLETO Y FRACCIONES DEL ENDOSPERMO DURO Y SUAVE SEPARADAMENTE - LINEAS OPACO-2 DE FENOTIPO MODIFICADO

L I N E A	% PROTEINA				% TRIPTOFANO EN PROTEINA				% LISINA EN PROTEINA			
	Endosp. Complet.	Fracción Duro	Dife- Opac.	Dife- ren.%	Endosp. Completo	Fracción Opaco	Difer. Duro	%	Endosp. Completo	Fracción Opaco	Diferen- cia	%
PD(MS)6 Eto-Cuba 11J- Pob. Crist.#1 (A)-1-#-#	9.88	9.99	7.69	29.90	0.70	0.83	0.63	31.75	2.67	2.88	2.22	29.73
PD(MS)6 Eto-Cuba 11J Pob.Crist.#1-#1-# - #	8.75	8.49	9.13	7.54	0.87	0.87	0.77	12.98	2.81	3.30	2.60	26.92
Pob. Crist. #1 - #-#-#	9.42	10.21	8.43	21.11	0.73	0.72	0.55	30.91	2.73	3.36	2.43	38.27
(Tropical opaco-2 Comp. 163-6-1-#1) x PD (MS)6-# -# -# -#	10.92	11.57	11.25	2.84	0.76	0.85	0.63	34.92	2.87	3.65	2.90	22.48

Progress Report of UNDP/CIMMYT Global Research, Project N. 1 1972 - 1973

CUADRO 4. PESO Y PORCENTAJE DE 200 GRANOS NORMALES, OPACOS Y MODIFICADOS. PROYECTO OPACO - PCIM - UNA - PERU (A. MANRIQUE)

MATERIAL	DURO		OPACO Gr. /200	%	MODIFICADOR	
	CRISTALINO Gr /200	%			Gr. /200	%
1373	33.6	100	25.4	75.6	28.0	83.3
1378	71.8	100	70.0	97.5	77.5	107.9
1387	62.5	100	52.7	84.3	58.7	93.9
1389	52.9	100	44.0	83.2	47.8	90.4
1391	47.1	100	37.8	80.2	47.0	99.8
1401	56.0	100	46.7	83.4	52.0	92.8
1405	59.7	100	52.1	87.3	50.9	85.2
1375	65.7	100	56.7	86.3	56.2	85.6
1382	64.9	100	59.2	91.2	60.8	93.7
1456	65.0	100	68.0	104.6	65.5	100.8
1470	56.5	100	51.0	90.3	58.0	102.6
1473	57.5	100	56.0	97.4	53.5	93.0
1489	47.2	100	64.0	135.6	60.5	128.2
1502	42.9	100	48.5	113.0	50.0	116.6

Muestra	AMILACEO			MODIFICADO		
	Tryptofano		Proteína %	Tryptofano		Proteína %
	Proteína %	Muestra %		Proteína %	Muestra %	
Segreg. o_2/o_2	8.86	.080	.92	10.02	.78	.80

El desarrollo de poblaciones e híbridos opaco-2 homocigotas (o_2/o_2) con endospermo casi cristalino vendría a suplir las desventajas presentadas por el opaco-2 y harinoso-2.

Peso del grano y relación endospermo/embrión.

Las variedades e híbridos que llevan el gene Opaco-2 o Harinoso-2 presentan en el endospermo del grano almidón suave y harinoso, comparado con el normal de endospermo cristalino; son de menor peso específico o baja densidad. En ensayos comparativos entre híbridos opacos y su similar normal se encuentran reducciones de rendimiento entre 15 y 7%.

Dudley, Alexander y Lambert (1972), comparando el peso de los granos de Opaco-2 con sus similares normales, encuentran consistente reducción con respecto al normal (Fiest y Lambert, 1970; Sreeramulu y Bauman, 1970). Resultados similares han sido encontrados en líneas Opaco-2 y su contraparte en el Programa de Opacos del Programa de Maíz de la Universidad Nacional Agraria, Cuadro 4, (A. Manrique).

Paralelamente a esta reducción de peso y baja densidad del grano en los mutantes Opaco-2 y Harinoso-2, se ha encontrado un incremento en el tamaño del embrión (Sreeramulu et al 1970; Lambert, Alexander y Dudley 1969; Poey 1970).

APROVECHAMIENTO DEL EFECTO DE DOBLES MUTANTES EN LA CALIDAD DE LA PROTEÍNA DEL GRANO:

La existencia de mutantes que modifican la textura del endospermo de maíz, por acción directa en el proceso de transformación de los azúcares del grano en almidón, y los resultados de los trabajos de Nelson 1966, Poey 1970 y otros sobre el efecto del doble mutante o_2/o_2 fl_2/fl_2 (fenotipo cristalino de apariencia normal), han inducido a los investigadores de la Universidad de Purdue dirigidos por los Dres. D.V. Glover y P. Crane a dirigir sus trabajos a determinar los efectos de la calidad de la proteína del grano del Maíz Opaco-2 y Harinoso-2 en combinaciones con otros mutantes que modifican el endospermo tales como Waxy (wx); amilosa - extender (ae) sugary - 1 (su_1); Schranken -2 (sh2) brittle-1 (bt1); brittle-2 (bt2) y dull (du), que reducen la síntesis del almidón a excepción del wx y ae. Habiéndose encontrado resultados sorprendentes como el del doble mutante bt_1/bt_1 y bt_2/bt_2 con o_2/o_2 que muestran valores de 5% y 311 de lisina en la proteína, y son presentados en los Cuadros 5 y 6 del Informe Anual del Departamento de Agronomía.

CUADRO 5. SUMARIO DE PORCENTAJE DE PROTEINA, LISINA Y PORCENTAJE DE LISINA DE PROTEINA EN EL ENDOSPERMO DE OH43 LINEAS ISOGENICAS PARA VARIAS COMBINACIONES MUTANTES DOBLES CON OPACO-2

Genotipo	Proteína %	% Lisina de Muestra	% Lisina de Proteína
$\underline{o}_2/\underline{o}_2$	9.40	.310	3.32
$\underline{ae}/\underline{ae} \underline{o}_2/\underline{o}_2$	10.90	.421	3.86
$\underline{du}/\underline{du} \underline{o}_2/\underline{o}_2$	9.65	.354	3.67
$\underline{wx}/\underline{wx} \underline{o}_2/\underline{o}_2$	9.60	.357	3.72
$\underline{su}_1/\underline{su}_1 \underline{o}_2/\underline{o}_2$	13.25	.569	4.28
$\underline{su}_2/\underline{su}_2 \underline{o}_2/\underline{o}_2$	10.70	.429	4.01
$\underline{fl}_1/\underline{fl}_1 \underline{o}_2/\underline{o}_2$	10.05	.407	4.05
$\underline{h}/\underline{h} \underline{o}_2/\underline{o}_2$	9.85	.357	3.62
$\underline{fl}_2/\underline{fl}_2 \underline{o}_2/\underline{o}_2$	11.25	.315	2.80
$\underline{bt}_1/\underline{bt}_1 \underline{o}_2/\underline{o}_2$	10.25	.512	5.00
$\underline{bt}_2/\underline{bt}_2 \underline{o}_2/\underline{o}_2$	15.60	.798	5.11

CUADRO 6. SUMARIO DE PORCENTAJE DE PROTEINA, LISINA Y PORCENTAJE DE LISINA DE PROTEINA EN EL ENDOSPERMA DE OH43 LINEAS ISOGENICAS PARA VARIAS COMBINACIONES MUTANTES DOBLES CON HARINOSO-2

Genotipo	Proteína %	% Lisina de Muestra	% Lisina de Proteína
$\frac{o_2}{o_2}$	9.40	.310	3.32
$\frac{f1_2}{f1_2}$	11.45	.261	2.28
$\frac{f1_2}{f1_2} \frac{o_2}{o_2}$	11.25	.315	2.80
$\frac{ae}{ae} \frac{f1_2}{f1_2}$	12.05	.364	3.02
$\frac{du}{du} \frac{f1_2}{f1_2}$	13.30	.338	2.55
$\frac{wx}{wx} \frac{f1_2}{f1_2}$	11.60	.308	2.66
$\frac{su_1}{su_1} \frac{f1_2}{f1_2}$	13.45	.374	2.79
$\frac{su_2}{su_2} \frac{f1_2}{f1_2}$	12.20	.297	2.44
$\frac{sh_1}{sh_1} \frac{f1_2}{f1_2}$	12.60	.363	2.89
$\frac{f1_1}{f1_1} \frac{f1_2}{f1_2}$	10.85	.312	2.88
$\frac{h}{h} \frac{f1_2}{f1_2}$	10.90	.282	2.58
$\frac{bt_1}{bt_1} \frac{f1_2}{f1_2}$	12.45	.361	2.90
$\frac{bt_2}{bt_2} \frac{f1_2}{f1_2}$	17.30	.584	3.36

MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE PROTEÍNA:

El mejoramiento de la calidad de proteína, como consecuencia de la incorporación de los mutantes Opaco-2 y Harinoso-2, viene tomando fuerza en estos últimos años. La planta de maíz es de polinización cruzada, por lo tanto, existe la posibilidad de obtener individuos que presenten en su endospermo cantidades diferentes de triptofano en la proteína, como resultado de la recombinación e interacción de los genes que modifican el endospermo amiláceo, acompañado de los efectos aditivos de estos genes. La determinación de diferentes valores en el contenido de lisina en el endospermo de grano de individuos de la misma familia, agrupados en clases - presentan una distribución continua y la determinación de alta significación estadística en cruza simples para habilidad combinatoria general y específica en el porcentaje de proteína, indican que tanto los efectos aditivos como los no aditivos son importantes en el porcentaje y rendimiento de proteína, mientras que para el contenido de lisina solo hubo significaciones para la H.C. general indicando que para este aminoácido son de mayor importancia los efectos aditivos (Sreeramulu y Lambert 1970, Poey 1970, Dudley et al 1972).

Estos conocimientos han traído como resultado que si bien es cierto que por retrocruzamientos se pueden obtener Híbridos Opacos-2 y Harinoso-2 comercialmente aceptables, sus rendimientos tienen un límite. Por esta razón la mayoría de los programas ha comenzado a incorporar estos genes a poblaciones de amplia base genética para continuar mejorando la población tanto en rendimiento como en el contenido y calidad de la proteína, debido a que existe alta correlación entre porcentaje de proteína y porcentaje de lisina, ya que la selección solamente en base a porcentaje de lisina produciría una reducción de rendimiento (Dudley, Alexander y Lambert 1972).

B I B L I O G R A F Í A

1. Alexander, D. E. Problems associated with breeding opaque-2 corns, and some proposed solutions. Proc of the High-Lysine Corn. Conference, 1966. (Publ. by Corn Refiner's Assn., Washington D.C.)
2. Bauman, L. F. and Harold Aycock. 1971. "Selection for modifiers to improve performance of opaque-2 genotypes." Proc. 25th Corn and Sorghum Research Conference, pp. 139-143.
3. Dudley, J. W., R. J. Lambert and D. E. Alexander. 1971. Variability and relationships among characters in Zea mays L. Synthetics with improved protein quality. Crop Sci. 11:512-514.
4. Dudley, J. W. D. E. Alexander and R.J. Lambert. 1972. Genetic Improvement of Modified Protein Maiz.
5. Feist, W. A., and R. J. Lambert. 1970. Changes in six different opaque-2 genotypes of Zea mays L. during successive generations of

- backcrossing. *Crop Sci.* 10: 663-665.
6. Lambert, R.J. Alexander, D.E. and J. W. Dudley. 1969. Relative performance of normal and modified protein (opaque-2) maize hybrids. *Crop Sci.* 9: 242-243.
 7. Manrique Ch. A. Programa Cooperativo de Investigaciones en Maiz - Universidad Nacional Agraria La Molina - Lima - Perú. Datos no publicados.
 8. 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: 279-290.
 9. Nelson, O.E. 1966. Opaque-2, floury-2 and high protein maize. *Proc. High Lysine Corn Conf., Corn Ind. Res. Found. publication* pp. 156-160.
 10. Paez, A. V., J. L. Helm, and M.S. Zuber. 1969. Lysine content of opaque-2 maize kernels having different phenotypes. *Crop Sci.* 9: 251-252.
 11. Poey, F. R. 1970. Comparación de los efectos de los genes opaco-2 y harinoso-2 en el peso, volumen y densidad en grano de maíces tropicales. *Agrociencia, México, Vol. 4 No. 1:* 47-65.
 12. Poey, F. R. y E. Villegas. 1970. Variaciones en el fenotipo de maiz opaco-2. *Resúmenes, VIII Reunión Lationamericana de Fitotecnia. Colombia,* 179.
 13. Sreeramulu, C., L.F. Bauman and Gary Roth. 1970. Effects of outcrossing on protein quality, Kernel weight, and related characters in opaque-2 and floury-2 maize (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* 10: 235-236.
 14. Sreeramulu, C.L. and L. F. Bauman. 1970. Yield components and Protein Quality of Opaque-2 and Normal Diallels of Maize. *Crop Sci.* 10: 262-264.
 15. Progress Report of UNDP/CIMMYT Global Research Project No. 1. August 1972 through February 1973.
 16. Annual Report on The Inheritance and Improvement of Protein Quality and Content in Maize. July 1, 1970 -June 30, 1971. Purdue University, Lafayette, Indiana.

HERENCIA DEL FENOTIPO CORNEO EN MAICES OPACO-2 Y SU
EFECTO EN EL CONTENIDO DE PROTEÍNA Y TRIPTOFANO DEL
ENDOSPERMO.

Por Federico R. Poey y Evangelina Villegas^{1/}

RESUMEN

La estructura harinosa del endospermo característica del genotipo o_2/o_2 puede modificarse genéticamente hacia una estructura parcial o totalmente córnea. Cuatro líneas homocigotas o_2/o_2 con aproximadamente 75% de endospermo córneo fueron autofecundadas y cruzadas recíprocamente hacia genotipos homocigotos o_2/o_2 de endospermo harinoso y hacia genotipos normales $+/+$. Estos cruces fueron autofecundados y a la vez retrocruzados hacia ambos progenitores.

Los fenotipos resultantes en cada mazorca se clasificaron visualmente en 6 clases de acuerdo a la proporción aproximada de endospermo córneo en el grano. Las frecuencias relativas de las diferentes clases observadas fueron interpretadas atribuyéndose un valor numérico para cada mazorca con el objeto de estudiar las progenies y analizarlas estadísticamente. Los resultados observados sugieren que el efecto modificador de la estructura del endospermo es de naturaleza cuantitativa con una acción génica promedio de recesividad parcial aunque efectos aditivos y parcialmente dominantes actúan también. Se apreció un fuerte efecto materno que se explica en base a la constitución triploidea del tejido endospermico.

En cuanto a valores de proteína, se aprecia que el contenido de proteína del endospermo tiende a subir y el de triptofano a bajar en los fenotipos modificados. Sin embargo, los valores de triptofano en estos fenotipos duplicaron los valores de los genotipos heterocigotos ($+/o_2$) y normales ($+/+$).

La estructura amilacea del endospermo de maíz asociado al genotipo homocigoto o_2/o_2 ocasiona disminución en el peso y densidad del grano, además de ser su fenotipo de apariencia diferente a la aceptada generalmente en los mercados de maíz en grano. Esta característica implica en la actualidad, un fuerte obstáculo para su aceptación comercial en esos mercados.

Se ha cuantificado la pérdida en peso en granos del tipo amilaceo (o_2/o_2) en 13.13% en comparación a granos normales ($+/+$; $+/o_2$) según un estudio con 50 mazorcas segregantes de maíces tropicales en proceso de conversión a o_2/o_2 (Poey, 1970). La pérdida en densidad en esas mismas muestras fue de 11.72%.

^{1/} Alumno de Doctorado en Ciencias Agrícolas en Colegio de Post-Graduados, ENA, Chapingo, y Directora de Laboratorio de Calidad de Proteínas, CIMMYT, respectivamente.

En Colombia un estudio de factibilidad para la introducción de maíz opaco-2 a consumo humano concluyó que la menor aceptación encontrada fue de bida principalmente a su textura amilacea. (Pinstrup-Andersen, 1971).

La posibilidad de modificar genéticamente la estructura amilacea del endospermo en genotipos o_2/o_2 fue originalmente reportada por Paez, Helm y Zuber en 1969. Estos investigadores encontraron granos o_2/o_2 con proporciones aproximadas de 50% entre endospermo córneo y amilaceo en los cuales ambas fracciones contenían esencialmente la misma cantidad de lisina en muestra.

Un fenotipo similar y otros intermedios fueron reportados por Poey y Villegas en 1.970, quienes sugirieron además una acción genética cuantitativa en su mecanismo hereditario. Bauman, en ese mismo año, también reportó diferentes fenotipos de endospermo modificado con valores comparables de calidad de proteína a los reportados en los genotipos amilaceos o_2/o_2 .

En 1971, Pollacsek y colaboradores, en Francia, reportaron segregaciones de fenotipos intermedios en observaciones realizadas antes de 1.967. Ellos señalan la presencia de efectos maternos y acción génica recesiva en la expresión fenotípica del tipo modificado. Análisis de lisina en grano entero de sus líneas demostraron un 20% de superioridad en los tipos amilaceos en comparación a los fenotipos prácticamente normales obtenidos en las líneas o_2/o_2 estudiadas. De trabajos realizados en el programa de calidad de proteína del Centro Internacional del Mejoramiento de Maíz y Trigo en México (CIMMYT), Vasal reportó en 1971 que el contenido de proteína aumenta en el endospermo modificado con una reducción concomitante en triptofano, cuando se practicó selección divergente en mazorcas segregantes de algunas familias. Vasal sugirió, además, la presencia de por lo menos dos tipos de mecanismos modificadores que se diferencian en la magnitud del efecto en la calidad de la proteína, mientras que ambos aumentan la textura córnea del grano.

Actualmente se realizan investigaciones en el Colegio de Post-Graduados, Chapingo y en el CIMMYT para evaluar en más detalle la naturaleza genética de los modificadores de la estructura del endospermo y sus efectos en los valores de proteína.

El término "Amilaceo" se usa en este trabajo para identificar los fenotipos de endospermos completamente harinosos en los genotipos homocigotos o_2/o_2 , mientras que el término "Modificado" describe los fenotipos que de-muestran endospermos parcialmente córneo también en genotipos o_2/o_2 .

Materiales y Métodos

Cuatro líneas tropicales o_2/o_2 con 75% de estructura córnea en el endospermo fueron sembradas en febrero de 1972 en las cercanías de Cuautla, - Estado de Morelos. Plantas de estas 4 fuentes fueron autofecundadas y recíprocamente cruzadas a materiales homocigotos (o_2/o_2 no emparentados, presumiblemente carentes de genes modificadores del endospermo, y también a materiales normales (+/+) no emparentados.

Mazorcas bien desarrolladas fueron desgranadas individualmente y los fenotipos de los endospermos clasificados visualmente en 6 clases de acuerdo a la proporción relativa de estructura córnea presente, según se describe a continuación:

Clase 0.5: Endospermo completamente amilaceo o con menos de 1% de estructura córnea.

Clase 13.5: Endospermo con 2 a 25% de estructura córnea.

Clase 38: Endospermo con 26 a 50% de estructura córnea.

Clase 63: Endospermo con 51 a 75% de estructura córnea.

Clase 87.5: Endospermo con 76 a 99% de estructura córnea.

Clase 99.5: Endospermo con más de 99% de estructura córnea.

La frecuencia porcentual de granos de cada clase en cada mazorca fue es timada para computar un valor numérico fenotípico, ponderado por el tamaño de intervalo y frecuencias de la clase respectiva, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\frac{\sum x_i f_i t_i}{\sum f_i t_i}$$

Donde: x_i = Punto medio de clase
 f_i = Frecuencia porcentual de clase
 t_i = Tamaño de intervalo de clase.

Para el análisis de varianza los valores numéricos computados para cada mazorca dentro de cada progenie de plantas autofecundadas o cruza das fueron consideradas como repeticiones y las progenies de cada grupo como tratamientos en un diseño completamente al azar.

Además, los valores promedio de clases estimados en cada progenie fueron graficados de acuerdo a su frecuencia porcentual con el objeto de ayudar a la interpretación de los resultados.

Las progenies o tratamientos que se estudiaron provinieron de las siguientes autofecundaciones y cruzamientos:

Autofecundaciones de Modificado
 Modificado X Amilaceo
 Amilaceo X Modificado
 Autofecundación de (Amilaceo X Modificado)
 Autofecundación de (Modificado X Amilaceo)
 (Amilaceo X Modificado) X Amilaceo
 (Modificado X Amilaceo) X Amilaceo

Las progenies de los cruces recíprocos entre fenotipos Modificados (o_2/o_2) X Normales (+/+) que producen genotipos heterocigotos (+/ o_2) no fueron ²incluidos en el análisis de varianza por no manifestarse en esas pro genies segregación de fenotipos modificados.

Para estudiar los valores de proteínas, se hicieron análisis químicos de solamente 3 clases fenotípicas. Estas clases fueron visualmente seleccionadas de acuerdo al siguiente criterio.

- 0%: Granos con endospermo completamente amiláceo.
- 50%: Granos con aproximadamente 50% de estructura córnea en el endospermo.
- 75%: Granos con aproximadamente 75% de estructura córnea en el endospermo.

Diez granos de cada una de las 3 clases mencionadas de 21 mazorcas bien fecundadas y desarrolladas fueron analizadas después de pulverizarlas y extraer totalmente su grasa. Los contenidos de nitrógeno y triptofano se determinaron siguiendo las técnicas de Micro-Kjeldahl y el método colorimétrico rápido, respectivamente, descritos en la publicación del CIMMYT sobre métodos químicos de pre-selección para calidad de proteína en maíz. (Villegas y Mertz, 1971). La proteína total se estimó multiplicando el contenido de nitrógeno por el factor 6.25.

La variación entre mazorcas y clases fenotípicas fue estadísticamente analizada de acuerdo a un diseño de bloques al azar donde las clases fueron consideradas como tratamientos y las mazorcas como repeticiones o bloques con el objeto de minimizar la variación entre mazorcas debido al ambiente y otros efectos genéticos diferentes de los modificadores del endospermo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los objetivos principales de este trabajo son dos. El primero pretende lograr información sobre el tipo de herencia y acción génica en la manifestación del fenotipo modificado. El segundo, pretende conocer los posibles efectos de los fenotipos modificados en la cantidad y calidad de la proteína. El aminoácido triptofano es utilizado en este trabajo para inferir en la calidad de la proteína, ya que su contenido está altamente correlacionado con el contenido de lisina en endospermo además de ser ambos aminoácidos esenciales y limitantes para animales monogástricos. (CIMMYT, 1968). Los resultados y discusión sobre estos objetivos se presentan por separado.

Herencia de Modificadores de Endospermo Amiláceo

Granos de un total de 92 mazorcas fueron clasificados de acuerdo a 6 clases y sus respectivos valores numéricos del fenotipo de cada mazorca computado según se describió anteriormente. Según ese criterio, los valores altos describen mazorcas con mayor proporción e intensidad de granos-modificados. Los valores numéricos de mazorcas para las progenies estudiadas se promedian en el Cuadro 1. En las Figuras 1, 2 y 3, las frecuencias porcentuales de clases en cada progenie se describen gráficamente.

La siguiente hipótesis de trabajo fundamentada en los trabajos citados y en observaciones preliminares puede ayudar a la interpretación de los resultados:

"Efectos en la modificación de la estructura amilacea del endospermo en maíz homocigoto para el locus opa co-2 son de naturaleza multigénica con una acción génica promedio de recesividad parcial, no obstante estar involucrados también efectos aditivos y parcialmente dominantes."

Antes de discutir los resultados conviene recordar que el tejido del endospermo es de naturaleza triploide, de manera que el genotipo materno está representado por dos dosis y el paterno por una en el endospermo de granos correspondiente a la generación F_1 . Por otro lado los granos de maíz corresponden a la siguiente generación con relación a la planta que los produce. Por lo tanto, el efecto materno en el fenotipo sólo se deberá manifestar en la generación F_1 , no debiendo influir en la segregación gamétrica esperada en subsiguientes generaciones de autofecundación o polinización aleatoria dentro de la población.

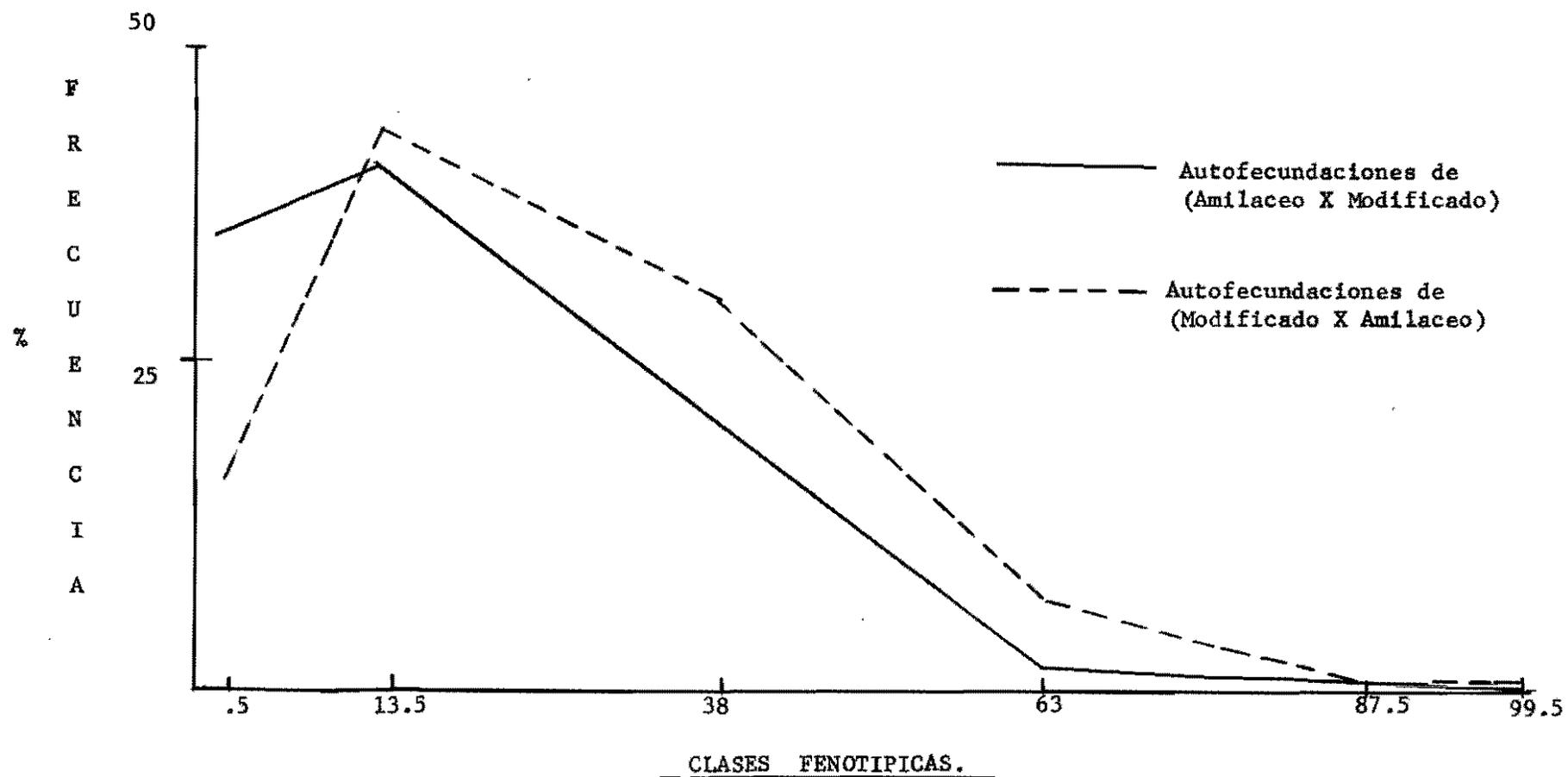
Los resultados de la progenies autofecundadas de plantas F_1 de los cruzamientos recíprocos entre Amilaceo y Modificado apoyan la hipótesis en lo que se refiere a la naturaleza cuantitativa con efecto medio de recesividad parcial.

El valor numérico promedio de 21.71 y 25.49 para estas progenies son más bajos que lo que se esperaría si sólo la acción génica aditiva estuviera involucrada. Debe tenerse en mente que la semilla de los padres Modificados fue de aproximadamente 75% de endospermo córneo, mientras que los padres Amilaceos presumiblemente carecían de genes modificadores, perteneciendo a la clase 0.5. Si la acción génica es sólo aditiva, estas progenies deberían clasificar en un punto intermedio entre los valores de los de los padres, en algún lugar cerca del punto medio de la clase 38. Los valores más bajos encontrados pueden entonces ser interpretados como resultado de un promedio de efecto recesivo de todos los genes modificadores involucrados. En la Fig. 1, estos resultados se pueden interpretar gráficamente.

Otros comportamientos interesantes, fundamentado en el efecto materno, puede apreciarse además en estas progenies respaldando la hipótesis en lo concerniente a efectos aditivos y parcialmente dominantes. En ellas se observa una tendencia a valores bajos cuando el progenitor femenino fue Amilaceo en el cruce original en contraste con el cruce recíproco (21.71 vs. 25.49).

Esta tendencia no se esperaría si la selección de semilla en la progenie F_1 de los cruces recíprocos hubiera sido independiente de los efectos maternos del endospermo. La diferencia observada a favor de la clase más baja en la progenie donde el material amilaceo fue la madre, puede explicarse como resultado de haber seleccionado granos modificados cuyos genes-modificadores solamente tenían efectos dominantes provenientes del gameto masculino, es decir efectos por consecuencia de una sola dosis. Cuando la semilla fue seleccionada del material femenino Modificado, los fenotipos-correspondían a efectos de acción génica aditiva, así como de la dominante de los genes modificadores presentes en los gametos femeninos, los cuales contribuyeron con dos dosis genéticas. La progenie de estos granos entonces demostrarían mayor frecuencia de clases más altas de fenotipos modificados como resultado de haber seleccionado indirectamente más genes -

FIG. 1: FRECUENCIAS PROMEDIO DE CLASES FENOTIPICAS DE ENDOSPERMO MODIFICADO EN PROGENIES DERIVADAS DE AUTOFECONDACIONES DE CRUCES RECIPROCOS ENTRE MATERIALES HOMOCIGOTOS (o_2/o_2) DE ENDOSPERMO MODIFICADO Y AMILACEO.



modificadores; los correspondientes a los de acción aditiva más los de acción dominante.

Este efecto materno se aprecia en los resultados de la progenie F_1 entre cruces recíprocos entre Modificado y Amilaceo y la autofecundación de Modificados detallado en el Cuadro 1. El valor fenotípico de las progenies de Modificado X Amilaceo y de las autofecundaciones de Modificados fueron estadísticamente similares (31.12 y 29.19). El cruce recíproco, Amilaceo X Modificado, sin embargo, tuvo un valor mucho más bajo (19.66) que demostró ser estadísticamente diferente a un nivel de probabilidad del 1%. (El Cuadro 2 resume el nivel de significancia para cada par de progenies comparadas).

En la figura 2 estos resultados son interpretados gráficamente - demostrándose las similitudes y diferencias arriba mencionadas. Resumiendo, la acción génica aditiva de algunos de los genes modificadores puede justificar el comportamiento similar de tipos Modificado en progenies F_1 de autofecundación de Modificados y cruzamiento de Modificado X Amilaceo. Cabe insistir que ambos progenitores hembras de estas progenies fueron del tipo Modificado, permitiendo la doble dosis de núcleos maternos en el endospermo la manifestación de los efectos aditivos. Por otro lado, dominancia parcial puede estar actuando para producir fenotipos modificados en la progenie F_1 de Amilaceo X Modificado, es decir cuando Amilaceo fue el progenitor femenino.

La figura 3 describe las frecuencias porcentuales observadas en progenies de retrocruzas de los cruces recíprocos entre Amilaceo y Modificado, a Amilaceo. Aquí es evidente otra vez una tendencia que favorece los valores de clases bajas cuando la madre fue endospermo Amilaceo en el primer cruzamiento (20.92 vs. 23.18). Este comportamiento puede explicarse también como una consecuencia de selección indirecta de mayor número de genes modificadores cuando la madre es de fenotipo modificado.

Los cruces recíprocos de Amilaceo x Normal produjeron solo fenotipo completamente córneo, implicando esto la necesidad de la condición homocigota $\frac{o_2}{o_2}$ para manifestarse el fenotipo modificado.

Las siguientes conclusiones sobre el mecanismo hereditario del endospermo modificador pueden ser presentadas basadas en la interpretación de datos y materiales estudiados:

1. Fenotipos de endospermo modificado demuestran una variación continua fluctuando de completamente amilaceo o completamente córneo. Esta variación continua puede explicarse como resultado de una acción génica cuantitativa con un efecto promedio de recesividad parcial del genotipo modificador.
2. Efectos de aditividad y dominancia parcial también se manifiestan favoreciendo el fenotipo modificado, aunque, en proporción, estos efectos son menores que los que determinan recesividad parcial.

CUADRO 1.

VALOR NUMERICO PROMEDIO DE FENOTIPOS MODIFICADOS EN PROGENIES DE AUTOFECDUN-
DACIONES Y CRUZAMIENTOS DE MATERIALES HOMOCIGOTOS (σ_2/σ_2) MODIFICADOS Y
AMILACEOS.

Autofecundación de Modificados	29.19
Modificados X Amilaceo	31.12
Amilaceo X Modificado	19.66
Autofecundación de (Amilaceo X Modificado)	21.71
Autofecundación de (Modificado X Amilaceo)	25.49
(Amilaceo X Modificado) X Amilaceo	20.92
(Modificado X Amilaceo) X Amilaceo	23.18

CUADRO 2.

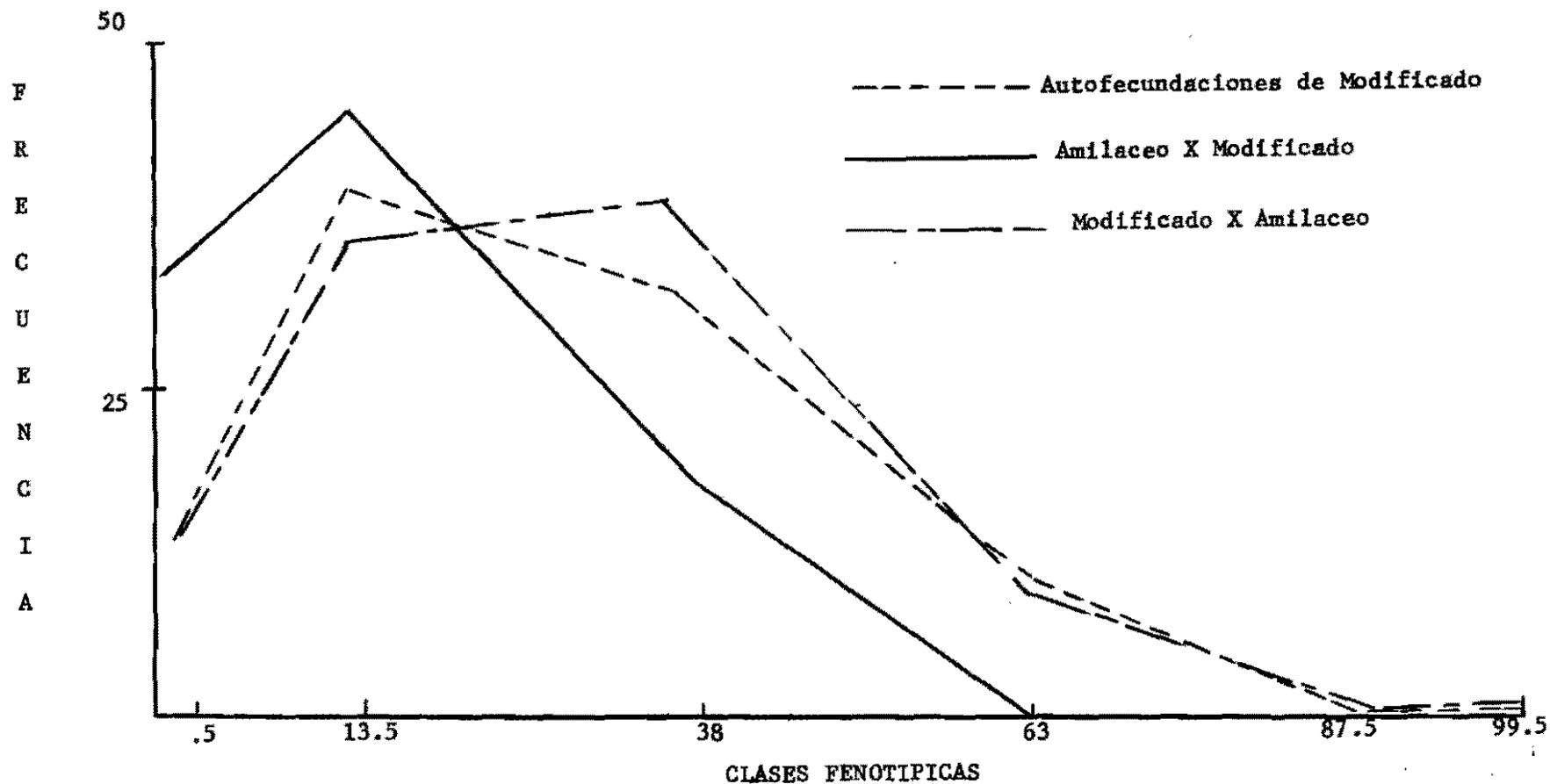
NIVEL DE SIGNIFICANCIA ENTRE COMPARACIONES DE VALORES FENOTIPICOS DE LAS -
PROGENIES ESTUDIADAS

TRATAMIENTOS COMPARADOS	D.M.S.
Autofecundaciones de modificado y (Modificado X Amilaceo)	N.S.
Autofecundaciones de modificado y (Amilaceo X Modificado)	**
(Modificado X Amilaceo) vs. (Amilaceo X Modificado)	**
Autofecundaciones de (Modificado X Amilaceo) vs. Autofecundaciones de (Amilaceo X Modificado)	N.S.
(Modificado X Amilaceo) X Amilaceo vs. (Amilaceo X Modificado) X Amilaceo	N.S.

** Altamente significativa al 1% de probabilidad

N.S. No significativa

FIG. 2: FRECUENCIAS PROMEDIO DE CLASES FENOTIPICAS DE ENDOSPERMO MODIFICADO EN PROGENIES DE AUTOFECCUN-
 DACIONES Y CRUCES RECIPROCOS DE MATERIALES HOMOCIGOTOS (o_2/o_2) DE ENDOSPERMO MODIFICADO Y
 AMILACEO.



3. El fenotipo modificado no se manifestó en el genotipo heterocigoto ($o_2/+$) dependiendo, por lo tanto, para su expresión, en la condición homocigota (o_2/o_2).

Efecto de Genes Modificadores sobre Valores de la Proteína

La siguiente hipótesis de trabajo puede ayudar a la interpretación de los resultados:

"La estructura córnea en endospermo de maíz homocigoto para el locus opaco-2 está asociado a un aumento en contenido de proteína total y a una disminución en contenido de triptofano con relación a endospermo amiláceo de granos isogénicos."

Los resultados apoyan en general esta hipótesis. Los valores de proteína total aumentaron en las clases de endospermo modificado, aunque sus medias no fueron estadísticamente diferentes a un nivel del 5% de probabilidad. Por otro lado, los valores de triptofano disminuyeron en las clases de mayor proporción de endospermo córneo a un nivel altamente significativo de probabilidad.

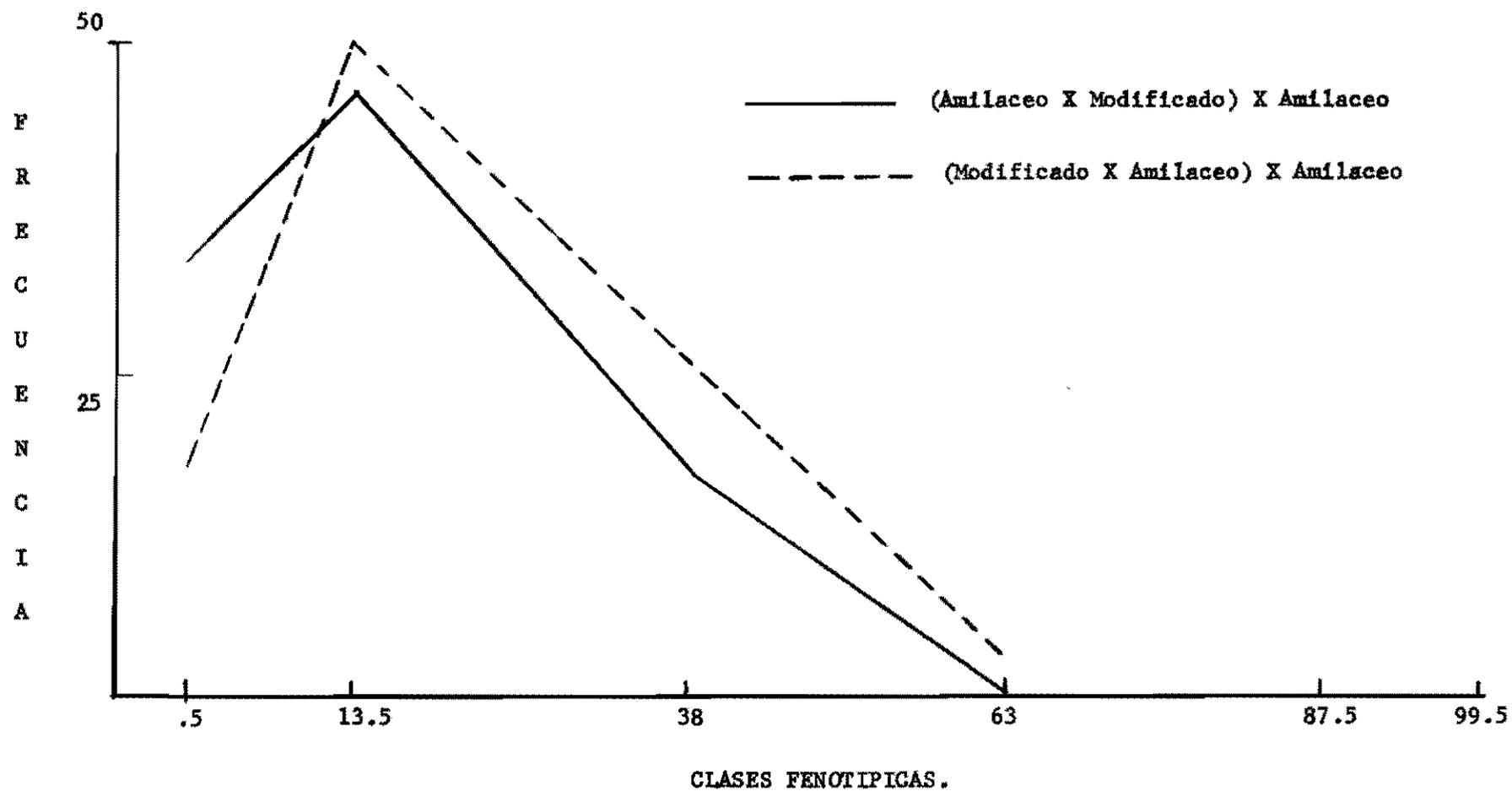
El Cuadro 3 resume el contenido de proteína y triptofano de endospermo de las tres clases fenotípicas en 21 mazorcas homocigotas o_2/o_2 segregado para endospermo de estructura modificada. El Cuadro 4 incluye los cuadros medios y niveles de significancia obtenidos para el análisis de varianza para porcentaje de proteína y porcentaje de triptofano en muestra y en proteína.

Los altos valores en proteínas y los bajos valores en triptofano observados en las clases modificadas son difíciles de explicar con la información disponible. Sin embargo, puede ser posible que el resto del genotipo haya interactuado con genes de endospermo modificado favoreciendo la síntesis de zeína, lo cual resultaría en mayor contenido de proteína total con una disminución concomitante en el contenido de triptofano.

Puede mencionarse que de las 92 mazorcas homocigotas (o_2/o_2) que incluyeron fenotipos modificados, solamente 6 demostraron una frecuencia muy baja de modificados que corresponde a la clase completamente normal (99.5). Granos de estas excepciones fueron analizados y se encontraron, en dos casos, valores altos de triptofano comparables a tipos amiláceos. Estos valores se reportan en el Cuadro 5. Por esta razón se asume que los fenotipos completamente normales pueden obtenerse en genotipos homocigotos o_2/o_2 .

Cruzamientos recíprocos hechos entre genotipo homocigoto (o_2/o_2) con endospermo Modificado y genotipo normal ($+/+$) con 100% de estructura córnea, produjeron granos heterocigotos ($+/o_2$) que todos fueron clasificados en la clase 99.5. Esta clase corresponde a fenotipos completamente normales comparable a genotipos sin el gene opaco-2. Análisis químico de endospermo de 4 de estas progenies heterocigotas ($+/o_2$) se reportan en el cuadro 6. Es evidente que valores obtenidos de triptofano son bajos y típicos del maíz normal sin el gene opaco-2. Estos bajos valores son esperados, sin embargo, ya que el alto contenido de triptofano solamente está asociado a la condición homocigota del endospermo en materiales opaco-2 (Paez, 1970).

FIG. 3: FRECUENCIAS PROMEDIO DE CLASES FENOTIPICAS DE ENDOSPERMO MODIFICADO EN PROGENIES DE CRUCES DE (MODIFICADO X AMILACEO) Y (AMILACEO X MODIFICADO) X AMILACEO.



CUADRO 3.

	TRIPTOFANO		
	<u>% PROTEINA</u>	<u>% EN MUESTRA</u>	<u>% EN PROTEINA</u>
0%	7.81	.057	.74
50%	8.24	.055	.68
75%	8.17	.051	.63

CUADRO 4.

CUADRADOS MEDIOS PARA CONTENIDOS DE PROTEINA Y TRIPTOFANO EN ENDOSPERMO DE TRES CLASES FENOTIPICAS DE VARIADA PROPORCION DE ENDOSPERMO CORNEO.

	CUADRADOS MEDIOS	
	MAZORCAS	CLASES
% Proteína	4.0338 **	1.1152
% Triptofano en muestra	3.1416×10^{-4} **	2.0474×10^{-4} **
% Triptofano en proteína	2.9145×10^{-2}	7.0457×10^{-2} **

** Altamente significativa al 1% de probabilidad.

CUADRO 5.

CONTENIDO DE PROTEINA Y TRIPTOFANO EN ENDOSPERMO PRACTICAMENTE CORNEO DE DOS MUESTRAS DE MATERIAL HOMOCIGOTO (o_2/o_2).

	% PROTEINA	TRIPTOFANO	
		EN MUESTRA	EN PROTEINA
R-4716-1	8.50	.065	.76
R-4722-1	8.25	.066	.80

CUADRO 6.

VALORES PROMEDIOS DE PROTEINA Y TRIPTOFANO DE ENDOSPERMO DE DOS PROGENIES F ₁ DE CRUCES RECIPROCOS ENTRE MATERIAL HOMOCIGOTO (o ₂ /o ₂) DE ENDOSPERMO MODIFICADO Y NORMAL (+/+) DE ENDOSPERMO CRISTALINO.			
	<u>% PROT.</u>	TRIPTOFANO	
		<u>% EN MUESTRA</u>	<u>% EN PROTEINA</u>
NORMAL X MODIFICADO	9.34	.027	.29
MODIFICADO X NORMAL	9.25	.026	.28

Las siguientes conclusiones sobre los efectos de genes modificadores en valores de proteínas pueden mencionarse basados en los datos presentados y genotipos estudiados:

1. El contenido de proteína tiende a aumentar y el contenido de triptofano a disminuir según el fenotipo de endospermo cambia de Amiláceo a Modificado.
2. Valores de triptofano en genotipos heterocigotos (o₂/+) fueron bajos y comparables a genotipo normal (+/+), independientemente de la presencia de genes modificadores de endospermo.

A pesar de las limitaciones de este trabajo, consistentes principalmente en pocos materiales y progenies estudiadas, los resultados obtenidos respaldan la posibilidad de poder obtener maíz opaco-2 con endospermo córneo y de alto valor nutritivo.

REFERENCIAS

1. Poey, F.R. 1970. Comparación de los efectos de los genes opaco-2 y harinoso-2 en el peso, volumen y densidad en grano de maíces tropicales. *Agrociencia, México*, Vol. 4 No. 1:47-65.
2. Pinstrup-Andersen, P. 1971. La factibilidad de introducir maiz opaco-2 para el consumo humano en Colombia. Folleto Técnico No.1 CIAT, Colombia
3. Paez, A.V., J.L. Helm, and M.S. Zuber, 1969. Lysine content of opaque-2 maize having different phenotypes. *Crop Science*, 9:251-252.
4. Poey, F.R. y E. Villegas 1970. Variaciones en el fenotipo de maiz opaco-2 Resúmenes, VIII Reunión Latinoamericana de Fitotecnia. Colombia, 179.
5. Bauman, L.R. and H. Aycock. 1970. Selection for modifier genes to improve performance of opaque-2 genotypes. *Proc. Conf. of Am. Seed Tr. Ass.* 139-149.
6. Pollacsek, M., A. Cauderon and M. Caenan. 1971. Kernel texture and lysine content in opaque-2 maize. *Proc. of the 5th. Meeting of the maize and sorghum section of ERCARPIA, BUDAPEST*, 49-53.
7. Vasal, S.K. 1971. CIMMYT's Protein Quality Program. *Proc. of the 1st. maize korkshop. CIMMYT, México*. 83-85.
8. Villegas, E. and E.T. Mertz. 1971. Chemical Screening methods for maize protein quality at CIMMYT. *CIMMYT Research Bulletin* 20. México.
9. CIMMYT, 1968. Informe 1967-68. Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo. México D.F. 24:28.
10. Paez, A.V., J.L. Helm, and M.S. Zuber 1970. Dosage effects of opaque-2 and floury-2 on lysine, protein and light transmission of maize endosperm *Sonderdruck aus "Zeitschrift fur Pflanzenzuchtung, Verlag Paul Pare. Berlind und Hamburg*.

CALIDAD DEL "MOTE" Y "TOSTADO" DE MAÍZ DE ALTA CALIDAD

PROTEICA^{1/}

Antonio Manrique Chávez ^{2/}

INTRODUCCION

Son conocidos los beneficios que aportan a la humanidad los maíces con alta calidad proteica; tales como los maíces con genes opaco-2 y harinoso-2, de alto contenido en Licina y Triptofano, aminoácidos indispensables para el desarrollo de los animales monogástricos y el desarrollo físico y mental del hombre sobre todo en su estado infantil.

También es sabido que los pobladores de la zona andina basan su alimentación cotidiana, en el consumo de maíz en forma de choclo, tostado y mote (cocido) y como componente básico en la elaboración de la mayoría de los platos de consumo popular, tales como: sopas, tamales, pasteles, arepas, tortillas, etc.

Los frecuentes comentarios de que tanto en el mote como en el tostado de maíz con genes opaco-2 o harinoso-2, la proteína perdía su alta calidad por destrucción de la lisina, y como el mote y tostado son consumidos diariamente por los pobladores de la Zona Andina, especialmente por la población campesina, surgió la necesidad de determinar la pérdida de estos aminoácidos esenciales de la proteína, lisina y triptofano, en estas dos formas de consumo.

MATERIAL Y METODOS

El material utilizado en este trabajo es la variedad sintética PMS-267, de amplia base genética, formada por 56 líneas homocigotas para el gene opaco-2. Se mezclaron en partes iguales y sembraron en lotes aislados por dos generaciones.

De este sintético se tomaron 60 kilos de maíz de los cuales 30 kilos fueron cocidos en agua por 30 minutos, obteniéndose el maíz cocido denominado comúnmente "mote". Los otros 30 kilos, fueron tostados en depósitos apropiados, a temperaturas de 120°C, por 15 minutos de cocción constituyendo lo que comúnmente se le denomina "tostado o cancha".

^{1/} Contribución del Programa de Maíz de la Universidad Nacional Agraria, La Molina. Lima-Perú. V Reunión sobre Mejoramiento de Maíz de la Zona Andina. Marzo 26-30, Pairumani, Cochabamba, Bolivia. 1973.

^{2/} Ingeniero Agrónomo, M.S. Profesor Principal del Departamento de Fito-técnica, Programa Académico de Agronomía. Genetista del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Universidad Nacional Agraria - La Molina - Lima - Perú.

Luego el mote fué secado y molido; el tostado, también fue molido al igual que el maíz opaco-2 sin procesar. Este último servirá como testigo, en las comparaciones analíticas.

Muestras estratificadas de estas tres harinas fueron tomadas y remitidas al laboratorio del CIMMYT en México, para su análisis en el analizador automático de amino-ácidos.

RESULTADOS

Los resultados del análisis de los porcentajes de aminoácidos en las muestras de harina, provenientes de granos cocidos y tostados de maíz opaco-2, se presentan en el cuadro No. 1, donde se puede observar que los porcentajes de lisina no ha sufrido grandes modificaciones entre la harina de granos crudos y la cocida, mientras que con la del tostado se observa una pequeña baja. Los porcentajes de triptofano han sufrido una ligera baja tanto en el "cocido" como en el "tostado".

Con relación al contenido de proteína, ésta se mantiene similar entre la harina cruda y la cocida, mientras que en la harina de granos tostado se observa un ligero incremento.

CONCLUSIONES

Esta información preliminar, del porcentaje de aminoácido en la proteína del opaco-2 cuando el grano de maíz es sometido a procesos de alta temperatura para su cocción en forma de "mote" o "tostado" nos permite concluir;

1. Es necesario realizar más trabajos con el fin de obtener mayor información sobre la estabilidad de la calidad de proteína cuando los granos de maíz sufren un proceso de cocción, ya sea por acción directa del calor: tostado o indirecta en agua: mote.
2. Efectuar estudios tendientes a determinar el valor biológico de los productos derivados de granos "cocidos", "mote" o tostado "cancha".
3. Efectuar estudios tecnológicos tendientes a determinar formas de alimentos con harina de granos de maíz de alta calidad proteica tales como: máchica, hojuela, tostado salado, etc.
4. Estimular el uso de granos de maíces de alta calidad proteica opaco-2 o harinoso-2 entre la población humana y sobre todo en la infantil, ya sea en sus formas directas como: choclos, mote, cancha o transformados en productos industriales como: harinas (máchica), pan, etc.

CUADRO No. 1.

COMPOSICION DE AMINOACIDOS EN MUESTRAS DE HARINA DE MAIZ

	OPACO 11046 (Crudo)	"Mote" 11047 (Cocido)	"Cancha" 11048 (Tostado)
Lisina	4.18	4.71	3.88
Histidina	3.03	3.27	3.12
Arginina	6.05	6.51	5.68
Ac. Aspártico	9.90	10.0	8.15
Treonina	3.71	3.96	3.04
Serina	5.71	4.75	4.48
Ac. Glutámico	15.28	16.30	15.80
Prolina	7.07	8.05	8.08
Glicina	4.49	4.63	4.50
Alanina	6.24	6.60 ^c	5.77
Cistina	1.39	1.57	.54
Valina	3.92	5.22	4.56
Metionina	1.31	1.66	1.41
Isoleucina	2.46	3.08	2.83
Leucina	7.92	8.76	7.84
Tirosina	2.96	2.99	2.57
Fenilalanina	3.65	3.81	3.76
Triptofano	.84	.76	.79
Proteína	9.75	9.75	10.06

MESA REDONDA - CALIDAD DE LA PROTEINA

Participantes: A. Manrique, A. Brandolini, A. Pradilla, F. Poey, C. Francis.

NOTA: El siguiente resumen, aunque no completo, incluye unos de los puntos claves de la mesa redonda sobre calidad de la proteína. (C. A. Francis)

El Dr. Salhuana de Perú comentó sobre los estudios realizados en el Programa de Maíz de Perú, con datos de muchos cortes de grano en las varias colecciones de la zona. Parece que hay mucha variabilidad en los mismos Co-roicos, y los detalles del trabajo se reportarán mas tarde en las conferencias sobre bancos de germoplasma.

El Dr. Pradilla sugirió que hay mucha confusión cuando se utiliza el término maíz opaco-2, porque todo el mundo piensa que es un solo tipo de maíz, y no una característica genética que se puede incorporar en cualquier maíz. El nombre mejor sería "maíz con alta calidad protéica", según el Dr. Torregroza. Siempre hay problemas con esa definición, dijo el Profesor Brandolini, y debemos definir "buena calidad" en términos de nutrición humana o para algunos animales.

Contestando una pregunta sobre aminoácidos limitantes, el Dr. Pradilla explicó que hay muchas diferencias entre especies de animales. El presentó el concepto del barril, cuando hay un elemento limitante, no se puede llenar sino hasta este punto. Así sucede en el crecimiento, cuando hay un elemento que falta en la dieta. El Profesor Brandolini comentó que hay mucha variabilidad que debemos aprovechar mejor, especialmente en la Zona Andina donde hay muchas razas naturales de maíz.

El Dr. Poey presentó su concepto sobre las medidas de cantidad y calidad de proteína. En el análisis, hay que decidir entre grano entero o endospermo solo. Sugiere que se debe seleccionar en los primeros pasos para rendimiento, y después para cantidad de triptofano en el endospermo. En ciclos mas avanzados se puede medir la cantidad y calidad de proteína en el grano entero, cuando el material está casi listo para uso práctico.

Los últimos datos sobre problemas de plagas y enfermedades en el maíz opaco, fueron presentados por el Dr. De León. En condiciones de laboratorio, no hay ninguna diferencia entre el opaco y el normal, si ambos tienen el mismo antecedente genético. El Dr. Schoonhoven presentó datos en el CIAT, mostrando que la diferencia entre variedades estaba completamente relacionada con el pericarpio. El Dr. Torregroza indicó que los maíces harinosos son mucho más susceptibles que los tipos duros en las zonas bajas de Colombia. Según el Dr. Francis, hay mucha inquietud por parte de los agricultores respecto al maíz opaco, quienes dicen que el opaco no germina bien, y tiene mucho más problema en la mazorca antes de la cosecha y en almacenamiento.

El Dr. Avila comentó que en Europa hay muchos problemas con las siembras, así como con la cosecha del maíz opaco. La maquinaria ocasiona mucho daño: la sembradora, que parte los granos, causando una pérdida en la germinación; y la combinada que rebaja la calidad del producto final. El Dr. Arboleda dijo que no hay problemas en Colombia, donde hay mucha experiencia en este tipo de grano, y se han hecho unas pequeñas modificaciones en la maquinaria.

La sugerencia de cambiar el uso del maíz, con este tipo nuevo, vino del Ing. Obregón. Si se pueden buscar nuevas recetas para utilizar el maíz, ya sea como una harina para preparar arepas que está utilizando Venezuela, es más factible promover este nuevo maíz con características distintas.

El Dr. Ramírez preguntó si es posible aumentar el contenido de proteína y cambiar su calidad con fertilización y mayor aplicación de N.

El Ingeniero Beingolea del Perú explicó un sistema para convertir maíces normales al tipo opaco.

EL ESTADO ACTUAL DE LA AGRONOMIA Y FISILOGIA DEL MAIZ EN LA ZONA
ANDINAHugo Sánchez Campos^{1/}

La diversidad de ambientes donde se cultiva maíz en los países andinos, ha determinado el uso de variedades específicas para cada área considerada. Obviamente, la característica que en general ha ocupado la atención prioritaria al usar dichas variedades ha sido el rendimiento unitario de grano por hectárea. Desde el punto de vista agronómico se han obtenido aceptables logros al incrementar los rendimientos mediante la adopción de prácticas de campo que han incluido, entre otras, apropiado laboreo del suelo, adecuadas densidades de siembra, oportuna y suficiente fertilización, provisión óptima de riego, eficiente control de plagas y recomendable manipuleo de las cosechas.

Frente a esta evidencia los rendimientos son, sin embargo variables y distan aún de ser los mejores como consecuencia de las diferencias entre los tipos de maíz existentes y de las diferencias entre las zonas o regiones consideradas que están bajo la influencia de factores muchas veces limitantes para la obtención de óptimas cosechas. De aquí que, cronológicamente y sobretodo con una simultaneidad encomiable en todos los países andinos, la elevación de los rendimientos se ha encarado en las últimas décadas a través del mejoramiento genético que ha incluido esquemas de selección masal, o de selección recíproca recurrente, los cuales han devenido en la liberación de variedades mejoradas de polinización libre, compuestos, híbridos dobles y sintéticos. No obstante, falta aún mucho por realizar dentro del concepto de los rendimientos máximos, si sobretodo se tiene en cuenta que en nuestros países el maíz se cultiva y se consume desde el nivel del mar hasta los 3.400 metros de altura, exigiendo por ello la adopción de variedades específicas. El conocimiento de la Fenología o Fisiología Ecológica del cultivo de maíz, ésto es, el estudio de la evolución de la planta o su interacción con el medio ambiente está llamado a contribuir eficazmente a la interpretación de los procesos fisiológicos que gobiernan el rendimiento. Consecuentemente, ello permitirá la adopción de esquemas tendientes a superar la capacidad productora de las mejores variedades actuales.

El cultivo de maíz debe ser considerado como un sistema fisiológico donde los factores ambientales básicos, de acción directa o de mayor interés al punto de vista agronómico como la radiación, longitud del día, temperatura, dióxido de carbono o los minerales y agua del suelo inciden sobre

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

los procesos de fotosíntesis y respiración, crecimiento y floración, afectando consiguientemente la producción de materia seca. Considerado esencialmente el rendimiento como un proceso de conversión de energía solar en energía química y materia seca final, resulta pertinente el conocimiento de estas interrelaciones puesto que, teórica o potencialmente, la cantidad de materia seca que la planta es capaz de producir es muy superior a aquella producida realmente.

El máximo aprovechamiento de la energía luminosa como base fisiológica del rendimiento depende principalmente de la capacidad fotosintética o productividad del cultivo, que generalmente se expresa en términos de peso de materia seca por unidad de área cultivada. En este sentido, es conveniente la evaluación del material genético disponible tanto en lo que atañe a su capacidad productiva biológica o a su producción económica. La necesidad de esta evaluación se hace perentoria al considerar que el maíz en los trópicos o en la región alto-andina tiene comparativamente una producción económica menor, pese a que su tasa o ritmo de producción de materia (TPMS) seca es tan alta como en zonas más alejadas del ecuador. El lograr rendimientos económicos que se aproximen a los rendimientos potenciales entrañará por lo tanto la obtención de plantas cuya arquitectura permita el mejor aprovechamiento de la energía radiante y que a su vez fuera posible de lograr en ellas una mayor duración del flujo de fotosintatos al grano.

Proyecto de Agronomía/Fisiología del Maíz en el Perú

Aplicando el criterio de que muchos caracteres de planta son utilizados como base de la selección para altos rendimientos en el cultivo de maíz y considerando que el conocimiento o interpretación de los fenómenos fisiológicos pueden aportar información a los mejoradores, se inició en 1969 el proyecto del rubro en el Perú. Su creación como programa básico ha sido coincidente con los iniciados en otros países y por lo mismo, se estima que la metodología seguida y las experiencias a lograr puedan ser extensibles a otros países del área andina o que -mejor aún- puedan complementarse con proyectos básicos similares o afines, como aquellos que sobre fotoperíodo se han iniciado en Colombia.

El programa incluye evaluaciones cuantitativas de las características afines al rendimiento. Básicamente se está evaluando el comportamiento de maíces amarillos duros híbridos dobles bajo condiciones ambientales determinadas por temperaturas medias mensuales de 16°C y 20°C, 250-400 cal/cm²/día; ó 140 a 200 horas de sol por mes, en la costa del Perú. Las mismas evaluaciones se están realizando en la región alto andina con una temperatura media de 12°C y 500 cal/cm²/día. En este segundo caso se incluyen variedades "precoces" si se tiene en cuenta que las evaluaciones ocurren a 3,300 metros sobre el nivel del mar.

El análisis de crecimiento del cultivo, con el fin de detectar tipos de respuesta a las diferentes condiciones ambientales ha sido encarado mediante determinaciones cuantitativas de índices de área foliar (LAI), y relaciones de área foliar (RAF); intensidad de crecimiento relativo (ICR); intensidad de asimilación neta (IAN); tasa de producción de materia seca - (TPMS) o capacidad fotosintética (CF), y eficiencia fotosintética (EF).

La arquitectura de planta determinada, entre otros caracteres, por el área foliar, su distribución por niveles y aporte relativo de cada nivel a la producción de materia seca/grano, en función del LAI, es objeto de especial estudio en variedades altas, con 8000 a 9000 cm² de follaje y un LAI de 4 a 5 o en variedades alto andinas precoces de 2000 a 3000 cm² de follaje, con baja inserción de mazorca y un LAI cercano a 2.

Los primeros resultados, al menos para las variedades tardías y altas revelan que si bien las hojas son potencialmente capaces de igual comporta - miento individual, responden en cambio de una forma diferente en el cultivo y que reduciendo un tercio de su área foliar los rendimientos se aproximan al de las plantas normales que tienen LAI de 4.5, bajo densidades de siembra comercial.

La intensidad de asimilación neta (IAN), la tasa de producción de ma - teria seca (TPMS) o capacidad fotosintética (CF) de la planta hasta floración y la distribución posterior a los diferentes componentes han revelado una dig posición característica en las variedades relativamente tardías y altas. Bajo condiciones de verano, donde las temperaturas máximas llegan a 28 ó 29°C la IAN y la CF son mucho más acentuadas que en los cultivos de invierno donde - las temperaturas máximas llegan a 16 - 18°C. Sin embargo, independientemente del clima o del tiempo que requiere la variedad para llegar a floración, la cantidad de materia seca total de la planta en ese estado es muy similar en ambas épocas. Desde este momento es muy característico el flujo y destino de los fotosintatos, desde que en el verano los rendimientos decrecen en 30 ó 40 % respecto a los de invierno, circunstancia que viene a relacionarse a su vez estrechamente con la madurez fisiológica del grano. La máxima acumula - ción de materia seca en el grano ocurre a los 35 días en verano, mientras que aquella ocurre aproximadamente a los 80 días en el invierno. De aquí que el esfuerzo más importante será orientado a conseguir una mayor acumulación de materia seca en el grano y un incremento de la capacidad de acumulación logrando plantas en las cuales dicha acumulación se realice por más tiempo - desde la floración. En la región alto andina, ocurre, aparentemente, este último fenómeno con las variedades "precoces" de escaso desarrollo foliar, ba - jos valores de LAI y expuestas a una mayor iluminación y radiación. Son capa - ces de acumular aceptables proporciones de materia seca en el grano debido al tiempo prolongado después de floración en que ocurre la elaboración y trans - locación de los fotosintatos, favorecida por las bajas temperaturas incidentes, las mismas que contribuyen a un lento secamiento del grano.

Relacionado con la distribución de materia seca se encara también el problema de los índices de cosecha que para los maíces amarillos híbridos do - bles son relativamente bajos y diferentes estacionalmente. Valores de 0.23 y 0.36 para verano e invierno en los maíces costeros ó de 0.29 para maíces de altura, revelan la necesidad de una orientación hacia la obtención de plantas con una relación más apropiada entre la producción vegetativa y el grano pro - piamente dicho.

Como puede apreciarse son muchas aún las soluciones a buscar respecto a la conformación y funcionamiento de plantas de maíz más eficientes tanto - en las regiones bajas, templadas o tropicales, como en la región alto andina, asiento de las mayores extensiones de este cultivo. Lo que se realiza hasta el momento, tanto en el mejoramiento de las técnicas agronómicas como en el campo de la fisiología, contribuirá a una mejor adecuación de las caracterís - ticas de planta para altos rendimientos económicos, meta final de los esfuer - zos en el campo agrícola.

PRODUCCION DE MATERIA SECA Y ESTIMACION DEL POTENCIAL FOTOSINTETICO
MEDIANTE LA DEFOLIACION ARTIFICIAL EN MAIZ

Hugo Sánchez Campos^{1/}

César Olivera Arteaga^{2/}

RESUMEN

La contribución a la producción de materia seca/grano y el potencial fotosintético relativo de tres niveles de hojas en plantas de maíz fueron estimados mediante defoliaciones manuales semanales a partir de floración femenina y durante 9 semanas.

La contribución relativa en producción de materia seca del área foliar remanente fue de 38-36-26 por ciento para hojas superiores, medias e inferiores respectivamente; equivalentes a 166-148-86 gramos materia seca/grano por metro cuadrado de área foliar remanente y a una proporción de 2:1.1 : 1. La acumulación de materia seca aumentó con la edad de la planta y fue afectada por la defoliación solo hasta la quinta semana. El potencial fotosintético relativo para el área foliar eliminada fue similar en los tres niveles, con tendencia a una superioridad del nivel medio y disminuyó con la edad de la planta.

La defoliación no produjo variaciones proporcionales en el rendimiento final del grano. El 66 por ciento de área foliar remanente equivalente a un índice de área foliar 3 produjo 87 por ciento respecto a la planta normal cuyo índice de área foliar fue 4.5, sugiriéndose la existencia de un índice óptimo para la población estudiada.

En el maíz, la superficie fotosintética activa está representada principalmente por su área foliar. Fisiológicamente, el rendimiento depende de la medida en que dicha superficie capte la energía luminosa transformándola en energía química y materia seca final del grano.

^{1/} Ingeniero Agrónomo, M.S., Profesor Principal del Dpto. de Fitotecnia, Programa Académico de Agronomía. Genetista del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Universidad Nacional Agraria - La Molina, Lima, Perú.

^{2/} Ingeniero Agrónomo.

La intercepción de energía es, sin embargo, afectada por el número de hojas, su tamaño y distribución por niveles, sobre todo cuando se trata de plantas altas y con elevado índice de área foliar. Este autosombreamiento natural y ciertas condiciones ambientales determinan que la contribución a la producción de grano no sea igual para cada nivel de hojas, pese a que éstas, individualmente, tienen similar índice de saturación de luz y consiguientemente igual potencial de rendimiento. El conocimiento de esta contribución relativa podría servir para orientar más eficazmente las técnicas de selección en maíz.

El presente trabajo tiene por objeto estimar, mediante defoliaciones manuales realizadas semanalmente a partir de la floración femenina, la producción de materia seca del grano y el potencial de rendimiento por unidad de área foliar en los niveles superior, medio e inferior de plantas de maíz híbrido, sembradas en invierno, a densidad comercial y bajo condiciones de campo en la Costa Central del Perú.

REVISION DE LITERATURA

La defoliación artificial a partir de la floración femenina ha sido utilizada, tanto para cuantificar el grado de eficiencia de las hojas respecto a la producción de grano, como para determinar la magnitud o naturaleza de la translocación hacia el grano de maíz. No obstante, se esgrime como limitación el hecho de que las hojas remanentes en una planta parcialmente defoliada se vuelven más eficientes (9) enmascarando de este modo la contribución real estimada en 83 por ciento (5) para todas las hojas, en plantas intactas.

Una reducción del área foliar por defoliación deprime el rendimiento aún en híbridos prolíficos (4). La depresión es proporcional (3) y tanto menor cuanto más tarde se hace la defoliación a partir de la floración femenina (4). Sin embargo, resultados discrepantes, atribuidos a la naturaleza del material o a condiciones experimentales, indican que esta reducción no es proporcional al área foliar eliminada puesto que eliminando 40 y 80 por ciento del área foliar el rendimiento se reduce solo en 20 y 55 por ciento respectivamente (4).

La eliminación de hojas de diferente nivel o altura de la planta afecta de modo diferente también el rendimiento final del grano. Este tiende a disminuir por remoción de las hojas encima de la mazorca; cuando se corta la mitad de cada hoja a lo largo de la nervadura central (2) o cuando se elimina la mitad exterior de cada hoja, caso en el cual el rendimiento se reduce en 30 por ciento (4). La eliminación de la panoja y 3 primeras hojas provocaron una disminución de 27 por ciento en el rendimiento del grano (1) en tanto que la remoción de la mitad superior o mitad inferior del área foliar redujo el rendimiento en 55 y 20 por ciento respectivamente (4).

La eficiencia de las hojas de diferentes niveles ha sido analizada respecto a su contribución a la producción de materia seca/grano por unidad de área foliar. En una población con 3.3 de índice de área foliar (IAF) la relación fué de 4: 2.2 : 1 para hojas superiores, medias e inferiores, lo cual representó 267 - 142 - 67 gramos de grano por metro cuadrado de -

follaje, respectivamente (6). Se sugirió que la disminución de la intensidad de asimilación neta (IAN) y la baja cantidad de materia seca producida por las hojas inferiores fueron debidas tanto al alto IAF como a la falta de luz provocada por el sombreado que ocasionaban las hojas superiores (6). Por otro lado, el efecto que sobre el rendimiento se deriva de la relación entre el IAF, la IAN y niveles de hoja, ha permitido señalar que la fotosíntesis aparente aumentó linealmente con el IAF mientras éste fué menor de 2.7, disminuyendo luego hasta estabilizarse cuando el IAF fué mayor (6).

El análisis de la contribución relativa o potencial fotosintético relativo (PFR) de los niveles superior, medio e inferior de hojas (6), indica, en aparente concordancia con otros resultados, que el PFR fué aproximadamente 2 veces mayor para el tercio superior de hojas respecto al tercio medio y 5 veces mayor respecto de las hojas del tercio inferior (7).

La densidad de siembra y el IAF afectan el grado de contribución de las hojas de distintos niveles. A bajas poblaciones (alto IAF) las hojas-medias fueron más importantes, mientras que con poblaciones medias o altas (bajo IAF) las hojas superiores fueron las que contribuyeron mayormente a la producción de grano (7). A altas densidades, el PFR para niveles de hoja superior - media e inferior, fué de 100, 50 y 20 por ciento (7); a bajas densidades la contribución fué de 50, 32 y 18 por ciento respectivamente (7), siendo así las hojas superiores las más importantes en el llenado del grano (10).

La defoliación parece afectar la translocación de sustancias al grano. Hubo un incremento progresivo de peso seco del grano de maíz tanto en plantas normales como en plantas defoliadas, aunque el incremento en el segundo caso estuvo asociado con una correspondiente disminución de peso seco y contenido de azúcar en los tallos, siendo aparente que hubo también una mayor translocación (4).

La reducción del área foliar por defoliación y la prevención de la polinización por embolsado de la futura mazorca afectan el contenido de azúcar en el tallo (8). Eliminando las 2 hojas superiores y las 2 hojas inferiores contiguas a la mazorca principal, el contenido total de azúcar en el tallo disminuyó en 2.8 por ciento respecto a las plantas normales, en tanto que esta disminución fue de 2.5 por ciento cuando se eliminó las hojas encima o debajo de la mazorca principal (8). Previniendo la polinización hubo un incremento gradual de azúcar en el tallo, llegando a un máximo de 10.5 por ciento mientras que plantas normales tuvieron un máximo de 9 por ciento de azúcar (8).

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se condujo en los terrenos experimentales de la Universidad Nacional Agraria-La Molina, ubicada en la L.S. 12°05'06", Long. W. 76°57'07" y a 238 m s.n.m.

Los tratamientos semanales consistieron en defoliaciones parciales y/o totales, a diferentes niveles de la planta. Se consideraron tres niveles incluyendo en cada uno diferentes número de hojas, teniendo como restricción que a cada nivel de planta le correspondiera aproximadamente igual área foliar. Al nivel superior (S) le correspondieron 5 hojas, al nivel medio (M) 3 hojas y al nivel inferior (I) 4 a 8 hojas. Se incluyeron, además, las combinaciones S + M, S + I, M + I, la defoliación total S + M + I y finalmente un tratamiento control de plantas normales (N) sin defoliación. A cada tratamiento de defoliación ó Area Foliar Eliminada (AFE) le correspondió complementariamente un Area Foliar Remanente (AFR) que sirvió de base precisamente para estimar la producción de materia seca por cada nivel de hojas. Los tratamientos en cada semana fueron distribuidos en un bloque completo al azar con 2 repeticiones. En conjunto, el experimento constó de 9 grupos, correspondiendo cada grupo a una semana. Las semanas (grupos) en el conjunto y las defoliaciones (tratamientos) en el bloque fueron distribuidos al azar.

La siembra se realizó el 4 de Julio de 1970, utilizándose el híbrido doble PM-204 de mayor difusión en la región. La siembra se dispuso en parcelas de 3 surcos de 3 m de largo, distanciados a 90 cm., con golpes de 5 semillas para dejar una planta por golpe cada 20 cm. por lo que correspondió a cada planta un espacio vital de 1,800 cm² de terreno. Las 16 plantas por surco representaron una población equivalente de 55,555 plantas/Ha que es la densidad más usada comercialmente. Los tratamientos de defoliación manual se aplicaron sobre 5 plantas competitivas del surco central de cada parcela siendo la primera defoliación al momento de la floración femenina o sea a 123 días después de la siembra y la novena defoliación a 56 días después de la primera. La cosecha se realizó el 22 de Febrero de 1971, o sea a 110 días de la floración. Se cosecharon individualmente las 5 plantas de cada parcela, llevándose el grano a peso seco constante mediante estufa a 70°C.

Las condiciones ambientales imperantes fueron las que característicamente predominan en la región. De siembra a cosecha, para un período de 7 y medio meses las temperaturas medias mensuales fueron de 14.2°C y 20.9°C para mínima y máxima; 1940 K.cal/día; 142 horas de sol por mes y 86 porciento diario mensual de humedad relativa.

La materia seca/grano producida en cada uno de los niveles y combinación de niveles de hoja, sirvió para estimar semanalmente la contribución por unidad de área foliar y el potencial fotosintético relativo (PFR) (6,7) de cada nivel considerado.

RESULTADOS

Semanalmente la producción de materia seca/grano en el área foliar remanente (AFR) fué diferente (0.01%) dentro de semanas y hasta la sexta semana. Las diferencias de peso seco entre semanas y la interacción peso x semanas fueron también altamente significativas. Dentro de semanas fueron diferentes (0.01%) del rendimiento de las plantas normales, el rendimiento en que se hizo la defoliación total y aquellos en que quedó un tercio del área foliar cualquiera que fuera éste. Además, el tratamiento de defoliación total fue diferente (0.01%) de aquellos que tuvieron como remanente dos tercios del área foliar cualquiera que fueran éstos. Las diferencias observadas semanalmente entre tratamientos fueron prácticamente similares

tendencias a aquellas del promedio de semanas, cuyos valores se muestran en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Area Foliar Remanente (AFR), materia seca/grano en promedio de 9 semanas y porcentaje de rendimiento respecto a la planta normal.

Posición y porción remanente después de la defoliación (Tercio)	AFR (cm ² por planta)	Rdto. (grs. por planta)	Rdto. respecto al Normal (%)
Ninguno	-----	82.3	44
Tercio I	2,919	109.9	57
Tercio M	2,657	120.6	62
Tercio S	2,806	135.2	71
Tercio M + 1	5,340	147.6	77
Tercio S + 1	5,580	150.8	79
Tercio S + M	5,364	164.9	87
(Normal) Tercio S + M + 1	8,194	189.6	100
A.L.S. (T) (0.01%)		23.0	

La producción semanal de materia seca con el área foliar remanente (AFR) en promedio de tratamientos, como se indica en el Cuadro 2 fué diferente significativamente (0.01%) entre semanas y se incrementó a medida que las defoliaciones fueron más tardías.

Todas las hojas contribuyeron a la producción de materia seca/grano aunque esta contribución fué disminuyendo con la edad de la planta conforme se aprecia en el Gráfico 1.

La producción de materia seca por metro cuadrado de área foliar remanente fue de 166 - 148 - 83 gramos para las hojas superiores, medias e inferiores respectivamente. De este modo la proporción en que dichos niveles contribuyeron fue de 2 : 1.1 : 1 y en términos de porcentajes fué de 38 - 36 - 26 por ciento respectivamente.

CUADRO 2. Area Foliar Remanente (AFR) semanal en promedio de tratamien-
tos, rendimiento semanal en promedio de tratamientos y por-
centaje de rendimiento respecto al Normal.

Semanas defoliación después de floración	AFR cm ²	Rdto. grs.	Porcentaje respec- to al Rdto. Normal
1	4,958	102.2	54
2	4,660	107.8	57
3	4,942	113.9	60
4	4,570	122.4	65
5	4,756	125.7	66
6	4,939	149.1	79
7	4,626	155.1	82
8	4,362	175.0	92
9	4,202	187.1	99
Planta Normal	8,194	189.6	100
A.L.S.(T) (0.01%)		24.2	

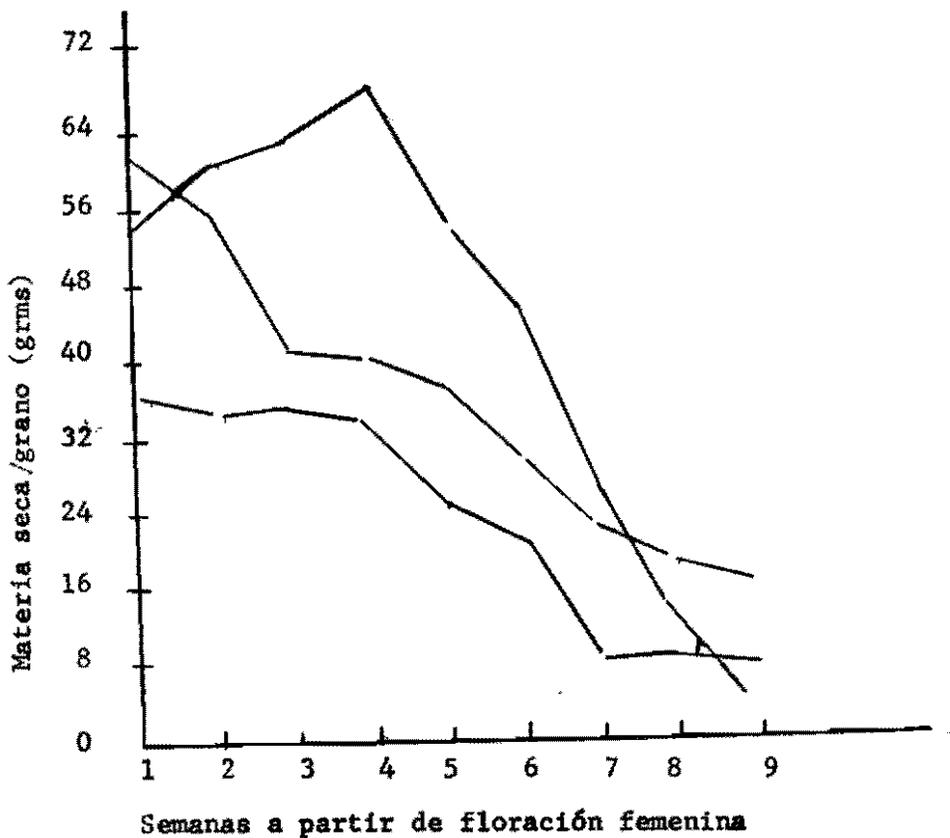


GRAFICO 1. Contribución semanal de las hojas superiores (HS), hojas medias
(HM) y hojas inferiores (HI) a la producción de materia
seca/grano.

El área foliar eliminada (AFE) fué diferente (0.01%) para tratamientos en todas las semanas y en promedio de semanas. En el Cuadro 3 se muestran los valores del potencial fotosintético relativo (PFR) para tratamientos en promedio de semanas y por semana en promedio de tratamientos.

CUADRO 3. Potencial fotosintético relativo (PFR) del área foliar eliminada (AFE) en promedio de semanas.

Posición y porción eliminada (defoliación)	AFE cm ²	PFR ² mgr/cm ²
Tercio M + I	5,388	12
Tercio S + M + I (Total)	8,194	14
Tercio S + I	5,531	14
Tercio S + M	5,287	17
Tercio I	2,821	19
Tercio S	2,854	19
Tercio M	2,592	20
A.L.S. (T) (0.01 %)		6.5

PFR semanal en promedio de tratamientos

Semanas	PFR ² mgr/cm ²	
1	23	
2	23	
3	17	
4	17	
5	16	
6	11	
7	10	
8	6	
9	4	
A.L.S. (T) (0.01%)		7.7

El Potencial Fotosintético Relativo (PFR) semanal se estimó para el área foliar eliminada (AFE) tomando como base los rendimientos en las áreas foliares remanentes (AFR) complementarias. Dentro de semanas los PFR no fueron diferentes, aunque fueron cada vez menores con la edad de la planta, esto es, cuanto más tarde se hizo la defoliación. En cambio, para tratamientos en promedio de semanas y para semana en promedio de tratamientos las diferencias (0.01%) fueron significativas.

DISCUSION

La arquitectura de la planta determina que hojas de diferente nivel tengan diferente grado de contribución a la producción de materia seca.

La defoliación afecta el rendimiento en grado variable según el nivel defoliado y sin que exista proporcionalidad entre el porcentaje del área eliminada y el porcentaje de rendimiento del área foliar remanente. Conforme se observa en el Cuadro 1, el rendimiento es tanto menos afectado cuanto más alta es la posición del tercio remanente o cuando en las combinaciones remanentes se incluye a los tercios superior y medio. La mayor intercepción de luz por las hojas superiores y el sombramiento que producen sobre los niveles más bajos vuelven a éstas más importantes en la producción de materia seca/grano.

En promedio de semanas se aprecia que no hay proporcionalidad entre la parte defoliada y el rendimiento del área foliar remanente. El hecho de que en plantas totalmente defoliadas (100%) el rendimiento sea de 44 por ciento respecto al rendimiento promedio normal (100%) se explica porque las defoliaciones, siendo cada vez más tardías, han permitido que la fotosíntesis se cumpla en las hojas antes de ser defoliadas semanalmente o porque al menos, en las defoliaciones más tempranas, tanto las vainas de las hojas como los tallos y panojas han tenido una contribución relativa en la producción de grano (4).

En el caso de plantas en las cuales se tuvo un tercio del área foliar remanente o sea el 33 por ciento, el rendimiento es superior al 50 por ciento del normal, alcanzando su máximo (71%) en el caso de plantas que conservaron sólo el tercio superior. En plantas que conservaron dos tercios del área foliar o sea el 66 por ciento, el rendimiento no es afectado mayormente respecto al normal, puesto que se alcanza hasta 87 por ciento con la combinación S + M, lo cual está significando que existe solo una reducción de 13 por ciento en el rendimiento cuando se elimina el 33 por ciento de área foliar. Este grado de respuesta demuestra y corrobora que las hojas remanentes se vuelven más eficientes como consecuencia de una mayor actividad, debido a su mejor captación y utilización de la energía solar, poniendo en evidencia, además, que las hojas superiores y medias son las más importantes (3, 4).

Todas las hojas contribuyen a la producción de materia seca y las hojas son menos eficientes semanalmente según se aprecia en el Gráfico 1.

Cuanto más se retarda la defoliación el rendimiento de grano se acerca más al rendimiento normal, hecho que se pone en evidencia precisamente por la interacción defoliación x semanas. La defoliación afecta significativamente el rendimiento sólo hasta la quinta semana conforme se aprecia en el Cuadro 2. Esta respuesta se debe probablemente a que dicha etapa resulta la más importante porque en ella se alcanza la más intensa actividad en la elaboración del producto fotosintético en hoja y su translocación hacia el tallo y el grano finalmente, conforme ha sido señalado en investigaciones afines (3, 4). Puede considerarse por tanto que para las condiciones experimentales, a partir de la quinta semana las hojas prácticamente no tendrían mayor contribución al rendimiento final y que por el contrario, desde este momento en adelante ocurre solamente una traslocación mayormente del tallo hacia el grano hasta alcanzar la madurez fisiológica.

La contribución relativa por niveles es decreciente por la posición que éstas ocupan en la planta de arriba hacia abajo y por la disponibilidad de luz aprovechable. Esta contribución, deducida las pérdidas por respiración y expresada bien sea como producción de materia seca por metro cuadrado de área foliar remanente, como porcentaje de distribución o como la proporción en que dichos niveles participan, evidencian la intervención de todas las hojas aunque mayormente de las superiores y medias considerando que las inferiores llegan probablemente al punto de compensación. Esto es explicable para el material en estudio, de gran desarrollo vegetativo y con Índice de Área Foliar (IAF) igual a 4.5, relativamente alto para plantas normales, es decir, intactas sin defoliación. Esta condición implica un mayor y adverso sombramiento y un alto IAF que no siempre induce altos rendimientos, los mismos que se han alcanzado conforme a estudios similares (6) con un IAF de 3, correspondiente a los tratamientos en que los tercios remanentes fueron S + M y S + I. Por estas consideraciones se puede finalmente indicar que las hojas en el tratamiento sin defoliación no son comparativamente tan eficientes fotosintéticamente, puesto que con menor área foliar se obtienen rendimientos similares o muy cercanos al normal.

El Potencial Fotosintético Relativo (PFR) para el área foliar eliminada disminuyó con la edad de las hojas y en todos los casos éste fue mayor para los tercios superior, medio e inferior, resultando menor para los tratamientos combinados. Este grado de respuesta está indicando que potencialmente los tercios individuales tienen prácticamente el mismo potencial si se tiene en cuenta que las hojas de cualquier nivel, tienen similar índice de saturación. La defoliación total y por tercios que incluya las hojas inferiores origina un PFR de menor valor que los indicados, pues al distribuirse el aporte en toda el área o en la mayor parte de ella, el PFR disminuye por el exceso de follaje. Por lo tanto, el área foliar y como consecuencia el IAF resultan importantes ya que cuando éstos son excesivos o altos devienen en una menor eficiencia para híbridos de gran desarrollo vegetativo. Finalmente, según el Cuadro 3, la disminución progresiva del PFR está evidenciando que las hojas cumplen una mayor actividad en las primeras semanas siguientes a la floración femenina, conforme se aprecia también en el Gráfico 1, hasta llegar casi a anularse al fin del período considerado.

CONCLUSIONES

1. Todas las hojas contribuyen a la producción de materia seca/grano, siendo las superiores y medias las más importantes.
2. La defoliación solo afectó significativamente el rendimiento hasta la quinta semana (30 días) después de la floración femenina.
3. El porcentaje de contribución relativa fue en promedio de 38-36 y 26 por ciento para las hojas superiores, medias e inferiores respectivamente. Esta contribución fue equivalente a 166-148 y 83 gramos por metro cuadrado o a la proporción 2: 1.1 : 1.
4. La defoliación no produce variaciones proporcionales en el rendimiento final del área foliar remanente, volviéndose las hojas más efectivas fotosintéticamente. El rendimiento de 87% respecto al normal en un área foliar de 66% también del normal supone la existencia de un IAF óptimo muy cercano a 3, para el PM-204.
5. El PFR disminuyó con la edad de la planta a partir de floración y en promedio fue prácticamente similar para cada uno de los niveles aún cuando las hojas medias mostraron una aparente superioridad.

BIBLIOGRAFIA

1. Borgerson, C. 1943. Methods of detasseling and yield of hybrid seed corn. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 35: 919-922.
2. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) 1969-1970. Informe del Centro Internacional de Maíz y Trigo, México pp. 31-32.
3. Dungan, G. H. 1930. Relation of blade injury to the yielding ability of plants. J. Amer. Soc. Agron. Vol. (22): 164-170.
4. Francis, A. Ch. 1970. Physiology in the improvement of maize. Ph. D. Thesis. Cornell University (unpublished).

5. Francis, A. Ch. y H. Gómez. 1971. Fisiología y eficiencia del maíz. Centro de Investigación Agrícola Tropical, CIAT (Colombia).
6. Hoyt, P. and E. Bradfield. 1962. Effect of varying leaf area by partial defoliation and plant density and dry matter production in corn. Agron. J. 61: 911-913.
7. Pendleton, J. W. and J.J. Hammond. 1969. Relative photosynthetic potential for grain yield of various leaf canopy levels in corn. Agron. J. 61: 911-913.
8. Sayre, J. D. and V.M. Morris. 1931. The effect of preventing fruiting and of reducing the leaf area on the accumulation of sugars in the corn stem. American Society of Agronomy Journal 23 (9): 751-753.
9. Stickler, F.C. and A.W. Pauli. 1961 a. Grain producing value of leaf sheaths in grain sorghum. Agron. J. Vol 53 (5): 352-353.
10. Stickler, F. C. and A. W. Pauli. 1961 b. Leaf remove in grain sorghum. I. Effect of certain defoliations treatments on yield and components of yield. Agron. J. 53 (2): 99-102.

UNA NUEVA VISITA A UN MODELO ANTIGUO PARA LA INTERPRETACION DE
LA RESPUESTA A FERTILIZANTES

Ben L. Grover^{1/}

Por muchos años, el modelo usado en la interpretación de los ensayos y sus respuestas respectivas a fertilizantes fué una curva biológica. El diseño para esta interpretación requiere por lo menos cuatro niveles para cada nutriente, y generalmente es mejor usar cinco o seis niveles por cada nutriente.

El resultado de esto es que los ensayos o diseño son grandes y tienen factoriales incompletos, además de contar con todos los problemas que trae este tipo de diseño.

Hace unos años, los doctores Robert B. Cate, Jr., Donovan Waugh y otros presentaron una sugerencia en sentido de usar el modelo basado en la ley del mínimo. Con este sistema se obtiene una respuesta lineal para aumentos lineales del nutriente más limitado hasta el punto en que otro nutriente o factor es limitante.

Este modelo resulta mucho más simple y más económico para los recursos de investigación. Se necesita solamente establecer la pendiente en la región de respuesta y el nivel del techo establecido por el otro factor o nutriente. Para esto necesitamos nada más que tres niveles por cada nutriente.

Ahora veamos cuales son las limitaciones o errores al utilizar este modelo. Debido a la enfermedad de Gibberella que atacó nuestro ensayo, voy a tener que utilizar información obtenida de otras fuentes para darles un ejemplo.

En el informe de los doctores O.P. Englestad y W. L. Parks preparado en 1971, se puede observar los datos en los lugares que respondieron bien al nitrógeno. Por ejemplo, se ven buenos resultados en Knoxville en los años 1962, 1963 y 1964. En Jackson, en todos los años con buena adaptación del nuevo modelo, con excepción del año 1964. La figura (1) contiene información de los datos obtenidos en 1963; la figura (2) los datos obtenidos en Jackson en el año 1963; y la figura (3), datos obtenidos en Jackson en 1964.

Así mismo, es posible ver la importancia que tiene contar con buena información en los dos puntos que determinan la pendiente de respuesta al utilizar el modelo nuevo.

Con el uso del nuevo modelo bilineal, tenemos oportunidad de estudiar cualquier nutriente con únicamente dos niveles y un tratamiento amplio de todos los nutrientes u otros factores adaptados a este modelo.

^{1/} Especialista en Suelos y Fertilizantes Grupo Asesor de la Universidad Estatal de Utah La Paz, Bolivia.

Asimismo, este sistema da la oportunidad de estudiar, con un número mas reducido de tratamientos, los factores adaptados o no adaptados a este modelo y sus interacciones con factores conocidos limitados. Por ejemplo, el fertilizante N ó P con variedades o prácticas agronómicas.

FIGURA 1

Rehdimiento de maíz (grano) en qq/Ha. en respuesta al Nitrógeno en Knoxville, año 1963.

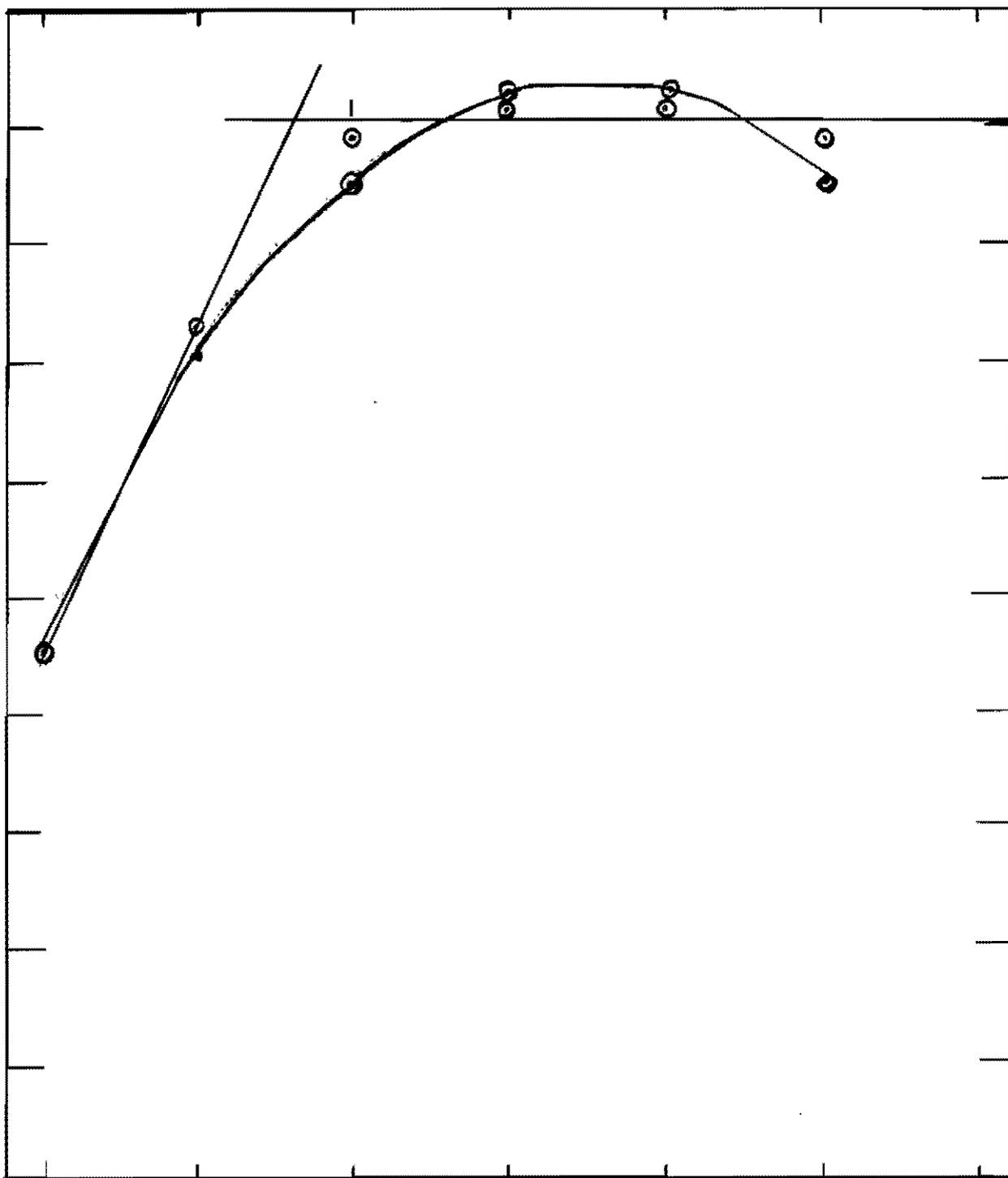


FIGURA 2

Rendimiento de maíz (grano) en qq/ha en respuesta al Nitrógeno en Jackson, año 1963.

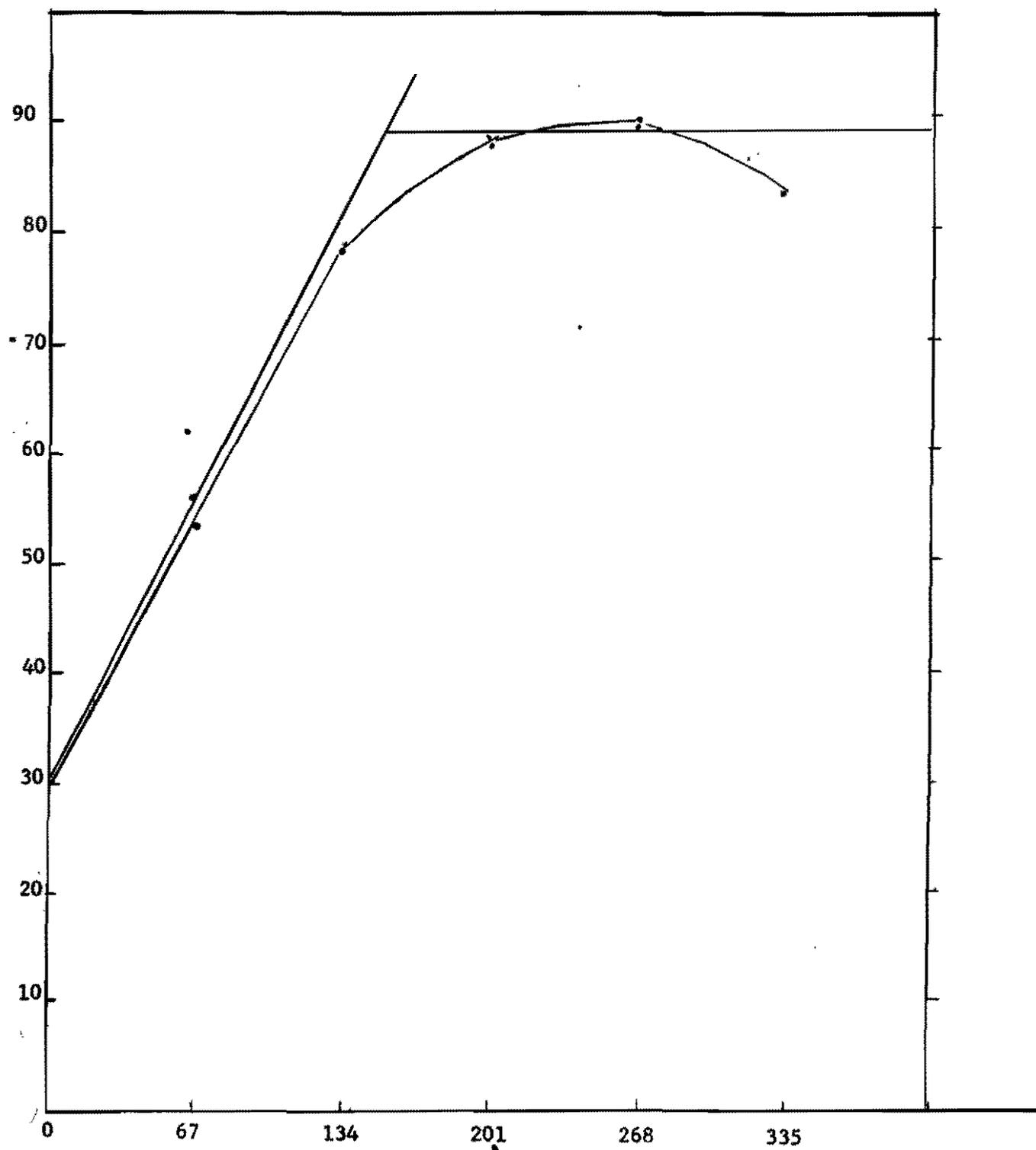
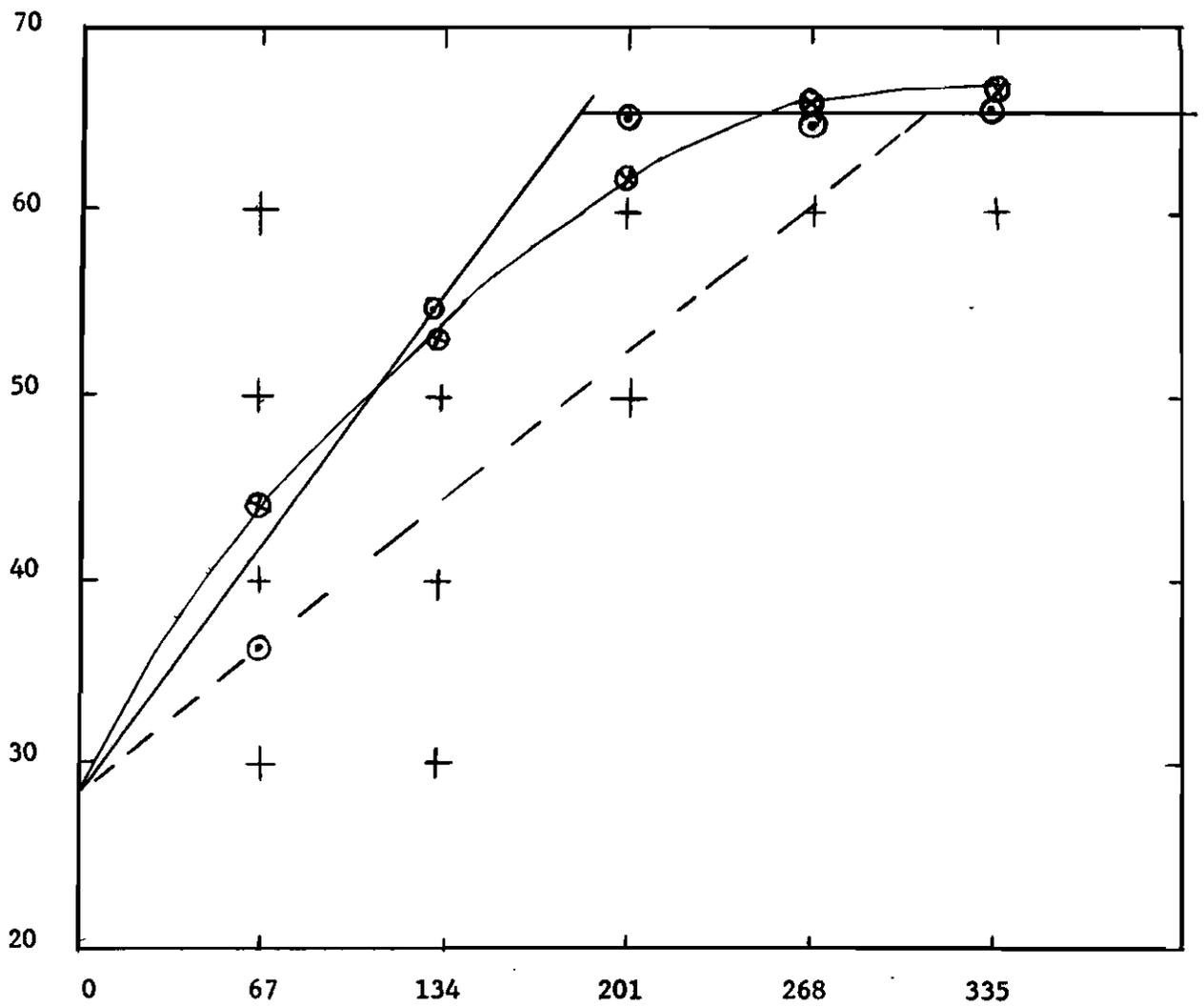


FIGURA 3.-

Rendimiento de maíz (grano) en qq/Ha en respuesta
al Nitrógeno en Jackson, año 1964.



RESPUESTA DEL MAIZ A LA FERTILIZACION EN COLOMBIA^{1/}Luis Alfredo León S.^{2/}I N T R O D U C C I O N

El Programa Nacional de Suelos del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), inició labores en el año de 1.953 y desde entonces viene efectuando investigaciones sobre las necesidades de fertilizantes en varios cultivos en las áreas agrícolas más importantes del país.

Las pruebas regionales o ensayos localizados fuera de las Estaciones y Centros Experimentales en fincas de agricultores han sido el fundamento para conocer las dosis óptimas económicas de fertilización y su interacción con otras prácticas de manejo. Los datos obtenidos se han complementado con trabajos de invernadero y análisis químico y físico de suelos. El análisis de laboratorio además de caracterizar o definir propiedades físicas y químicas del suelo ha servido para correlacionar la respuesta de varios cultivos a la fertilización con el contenido de nutrimentos en el suelo, especialmente en el caso del fósforo y potasio.

El cultivo del maíz es uno de los que ha sido más ampliamente estudiado debido a que se encuentra disperso por todo el país. Como consecuencia la respuesta a la aplicación de fertilizantes es muy variada de acuerdo con los diferentes suelos y los distintos pisos térmicos en que se cultiva. En este trabajo se hace un resumen de los resultados obtenidos por el Programa de Suelos del ICA, en experimentos y demostraciones realizadas durante varios años y en diferentes regiones naturales.

Respuesta a la fertilización en el Valle del Cauca.

La investigación en esta área comenzó en el año 1.963 y ha continuado hasta el presente. En un principio se utilizó el maíz Diacol-H-205 y luego el ICA H-207. Los ensayos fueron localizados en el norte, centro y sur del valle geográfico del río Cauca.

De 52 ensayos realizados en estas zonas, en un 40% el nitrógeno aumentó la producción. En 19 de estas localidades el aumento fluctuó entre 0.5 y 4.10 Ton. /Ha.

^{1/} Contribución del Departamento de Agronomía, Programa Nacional de Suelos del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

^{2/} Director Nacional del Programa de Suelos del ICA.

En un 60% de los casos donde el nitrógeno aumentó la producción la cantidad recomendable se encuentra alrededor de 50 Kg./Ha. En unos pocos casos (30%) las mejores aplicaciones correspondieron a 100 Kg./Ha. y solamente en un caso fue de 200 Kg./Ha. Esta última cantidad dió como resultado una disminución en los rendimientos en dos de las localidades estudiadas. En un 90% de las localidades donde el tratamiento testigo produjo 4 Ton./Ha. o menos, la aplicación de nitrógeno aumentó la producción.

En un 17% de las localidades, el fósforo aplicado aumentó la producción pero solamente en una de ellas el aumento fue suficiente para poderle considerar económico. En estas localidades parece que existen algunas causas que limitan el empleo eficiente del fósforo. Una posible razón es la incipiente deficiencia de Zn que parece predominar en los suelos del Valle del Cauca, agravada por dosis altas del fósforo aplicado.

La aplicación de potasio alteró la producción en un 12% de las localidades, causando aumentos en tres de ellas y disminución en las restantes.

En ensayos realizados en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Palmira", se ha hecho énfasis sobre rotaciones, poblaciones, factores genéticos y fertilización nitrogenada. En estos estudios se ha rotado maíz con cultivos tales como soya, frijol y alfalfa, quedando establecido que la fertilización nitrogenada reemplaza o supera la rotación en sus efectos sobre la producción de maíz. La rotación disminuye la necesidad de aplicar nitrógeno a este cultivo y se puede mantener una alta producción de un monocultivo de maíz con aplicaciones de nitrógeno notándose incrementos de 1 Ton./Ha. cuando se compara con el tratamiento testigo. En estos casos las deficiencias de fósforo y potasio pueden tardar muchos años en aparecer. La cantidad de nitrógeno necesaria para obtener una buena producción parece estar alrededor de 100 Kg./Ha. Cuando el maíz siguió a una siembra de soya aplicaciones de 200 Kg. de N/Ha. fueron perjudiciales. Los resultados obtenidos con la rotación maíz-frijol, fueron similares a aquellos obtenidos con la rotación maíz-soya.

Respuesta a la fertilización en el departamento de Antioquia (Cordilleras Andinas)

Los resultados de los trabajos sobre fertilización de maíz en cultivos continuos han arrojado aumentos en los rendimientos del orden del 90% sobre el testigo. En un período de 5 años los resultados obtenidos en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Tulio Ospina", nos muestran un promedio de 5.5 Ton./Ha, para el maíz que recibió fertilizante nitrogenado en comparación con 2.8 Ton./Ha. para el testigo sin fertilizante, o sea que se obtuvo un aumento promedio del 93.7%.

En las tablas 1, 2, 3, y 4 nos muestran resultados experimentales de fertilización en diferentes suelos del departamento de Antioquia.

TABLA 1.- Respuesta del maíz a la fertilización con nitrógeno en suelos aluviales de Antioquia.

Tratamientos N	Rendimiento Ton. /Ha.	Observaciones
0	3.0	Los suelos alu
40	3.8	viales son li-
80	3.2	geramente áci
100	5.8	dos, medianos
120	3.9	en fósforo y al
160	4.6	tos en potasio.
200	5.6	

En varios ensayos en que se estudiaron diferentes dosis de P y K no se encontró respuesta muy definida a la aplicación de estos elementos.

TABLA 2.- Respuesta del maíz a la fertilización con fósforo en suelos rojos (Ultisol) de Antioquia.

Tratamientos P ₂ O ₅ /Ha.*	Rendimiento Ton. /Ha.	Observaciones
0	2.1	Los suelos rojos
100	3.8	son ácidos (pH 5
150	4.5	y 5.6) pobres en
		fósforo (3.0ppm)
		y ricos potasio
		(0.43 m.e. /100g).

* La cal, nitrógeno, potasio se aplicaron en cantidades suficientes para una buena producción.

TABLA 3.- Influencia del nitrógeno y el potasio en los rendimientos de maíz en suelos rojos (Utilisol) de Antioquia.

Tratamientos en Kg. /Ha.*		Rendimiento en Ton. /Ha.
N	K20	
0	0	0.7
50	0	1.6
100	0	1.4
50	50	4.3
100	50	5.2
100	100	6.7

* El fósforo y cal se aplicaron en cantidades suficientes para una buena producción. La respuesta al potasio en este caso posiblemente se deba a la alta cantidad de cal aplicada.

TABLA 4.- Respuesta del maíz a la aplicación de cal, nitrógeno, fósforo y potasio en suelos negros (Andosoles) de Antioquia.

Tratamiento		Kg. /Ha.		Rendimiento	Observaciones
Cal	N	P205	K20	Ton. /Ha.	
0	75	0	75	0.3	Los suelos negros son muy ácidos (pH 5.10) muy ricos en materia orgánica (27.5%) y pobres en fósforo (3.7 ppm.)
5.000	75	0	75	3.0	
0	75	100	75	3.0	
5.000	75	100	75	3.4	
10.000	75	200	75	3.7	
10.000	0	200	75	2.9	
10.000	75	211	0	1.9	

Como se puede observar en estos suelos negros, el maíz responde a las aplicaciones de fósforo y cal.

Respuesta a la fertilización en el departamento de Naríño

(Cordilleras Andinas)

De las investigaciones llevadas a cabo en la Estación Experimental "Obonuco", durante los años 1.967 y 1.968 se puede concluir que en suelos nuevos de clima frío (potreros de Kikuyo u otros pastos) existe muy poca o ninguna respuesta a la aplicación de nitrógeno, fósforo, potasio y una mezcla de elementos menores. Tal como se puede ver en la tabla 5, estos resultados concuerdan con los encontrados por Wieczoreck y Baird (6).

TABLA 5.- Respuesta del maíz en clima frío de Naríño a las aplicaciones de N-P-K y Elementos Menores.

Tratamientos		Kg./Ha.			Rendimiento Ton/Ha.	Humedad	Observaciones
N	P205	K20	Agri- mins				
0	90	30	0	6.04	11	En los climas fríos el pH y los contenidos de P y K son más altos debido a fertilizaciones previas de aplicación y enmiendas.	
60	90	30	0	6.26	10		
120	90	30	0	5.65	11		
60	0	30	0	5.06	10		
60	180	30	0	5.95	12		
60	90	0	0	6.30	11		
60	90	60	0	6.46	11		
60	90	30	200	4.75	11		
0	0	0	0	6.00	12		

En las regiones de clima medio del departamento de Nariño se iniciaron ensayos en 1967, utilizando como variables nitrógeno, fósforo, potasio y una mezcla de elementos menores. Los suelos donde se realizaron estos ensayos son bajos en materia orgánica, francos y con un buen contenido de fósforo y potasio. En algunos casos el aluminio intercambiable es relativamente alto.

Los resultados de campo guardan relación con los datos de los análisis químicos. Se encontró un incremento hasta de 2 Ton./Ha. de maíz con aplicación fraccionada de 100 Kg.N/Ha. en relación con el testigo. No se encontró un efecto apreciable de la aplicación de fósforo, potasio y elementos menores.

Algunos de los resultados obtenidos se pueden observar en la Tabla 6.

TABLA 6. Respuesta del maíz a las aplicaciones de N-P-K y elementos menores en suelos de clima medio del departamento de Nariño.

Tratamientos				Rendimiento		Observaciones
N	P205	K20	E.M.	Ton/Ha.		
V. Eugenia-El Olivo						
0	90	50	0	2.5	2.6	Los suelos de clima medio estudiados tienen un pH de más o menos 5.5, un 60% de materia orgánica y un contenido medio de P y alto de K.
100	90	50	0	4.2	4.6	
200	90	50	0	5.7	4.0	
100	0	50	0	4.2	4.5	
100	180	50	0	4.0	4.4	
100	90	0	0	4.0	4.4	
100	90	100	0	3.9	4.5	
100	90	50	200	4.3	4.4	

Respuesta a la fertilización en el Litoral Atlántico.

Las investigaciones sobre fertilización de maíz en esta parte del país durante 1.967 y 1.968, se concentraron en el valle bajo y medio del río Sinú, utilizando el maíz H-104. Algunos de los resultados obtenidos se encuentran consignados en la Tabla 7.-

TABLA 7.- Respuesta del maíz H-104 a la fertilización con N-P-K en suelos del Valle del Sinú.-

Tratamientos Kg. /Ha.			Rendimiento en Ton. /Ha.		
N	P	K	Bajo Sinú	Valle	Medio -
0	0	0	2.8		3.9
50	0	0	3.3		4.4
100	0	0	3.0		4.2
200	0	0	3.5		4.4
0	100	0	3.1		4.6
50	100	0	3.6		4.5
100	100	0	3.6		4.7
200	100	0	3.5		4.3
100	100	100	3.6		4.4

Con base en los experimentos realizados es posible recomendar una fertilización con 50 Kg. de N/Ha., resultando antieconómicas las recomendaciones con fósforo y potasio. Los resultados obtenidos han mostrado una buena correlación con los análisis de suelos de la Costa Atlántica pues estos generalmente tienen un pH neutro poco contenido de materia orgánica y altas cantidades de fósforo y potasio aprovechables por las plantas.

Respuesta a la fertilización en suelos de los Llanos Orientales.

Como en esta región del país se encuentran zonas perfectamente limitadas y caracterizadas por factores físicos, químicos y edafológicos, es necesario estudiarlas por separado tratando de obtener resultados zonificados con el objeto de encontrar una mejor aplicación de la investigación. En una vasta región que abarca más de 5 millones de hectáreas mecanizables, los suelos de características físicas óptimas, aunque bajos en fertilidad, presentan un gran potencial de desarrollo por su extensión, clima y relativa facilidad de vías de comunicación.

Los trabajos realizados hasta el presente bajo la dirección del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "La Libertad", indican un alto grado de respuesta a las aplicaciones de cal, fósforo y nitrógeno.

Los resultados de las pruebas regionales realizadas durante 1.967 con híbridos ICA- H-104 y DIACOL H-253, se pueden apreciar en promedio en la tabla No. 8.

TABLA 8.- Respuesta del maíz a las aplicaciones de cal, nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio en suelos de la Terraza Media de los Llanos Orientales.

Tratamientos		Kg. /Ha.*		Rendimiento en Ton. /Ha.
Cal	N	P		
		Voleo-Banda		
0	75	0	100	3.9
0	150	0	100	4.7
2.000	75	0	100	3.4
2.000	150	0	100	5.1
2.000	150	200	100	4.1
2.000	150	0	0	3.9
2.000	150	200	100 Sin K	4.8
2.000	150	200	100 Sin Mg.	5.1

* Los tratamientos 1 al 6 incluyen aplicación de Mg. y K

Tal como se indican en la Tabla 9, los resultados de algunas pruebas regionales están de acuerdo con las experiencias previas obtenidas por el Programa de Suelos del ICA, donde las mayores respuestas han sido a las aplicaciones de fósforo, nitrógeno y elementos menores. Es necesario tener en cuenta la posibilidad de que las aplicaciones de cal aumenten las deficiencias de algunos elementos menores.

En la altíllanura plana de los Llanos Orientales se han llevado a cabo ensayos con maíz a largo plazo. Estos ensayos hasta el momento han suministrado información de gran importancia y es así como se ha notado claramente el efecto residual de los fertilizantes y correctivos en el incremento de la producción semestre tras semestre. En la primera cosecha se obtuvieron en promedio producciones de 1.5 Ton. /Ha. mientras que cuatro semestres después en los mismos lotes se obtuvieron hasta 5.5 Ton. /Ha. de maíz con tusa. Estas producciones fueron obtenidas utilizando 2 a 4 Ton. /Ha. de Sulphomag y 100 Kg. Ha. de una mezcla de elementos menores.

TABLA 9.- Respuesta del maíz a la fertilización con cal, nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y elementos menores en suelos de los Llanos Orientales.

Tratamientos Kg. /Ha.			Santa Rosa	Murujuy
Cal	N	P205		
0	0	0	3.2	2.9
0	100	0	3.2	2.9
0	200	0	5.5	4.1
0	100	100	5.7	5.2
1.000	100	0	5.3	4.4
1.000	200	0	4.9	4.1
1.000	100	100	4.6	4.9
1.000	200	100	4.9	4.5
1.000	200	100 + 100 EM.	5.7	5.7
1.000	200	100 Sin K	4.8	4.1
1.000	200	100 Sin Mg	5.0	4.4

Demostraciones en fertilización de Maíz

Entre el segundo semestre de 1.968 y el segundo semestre de 1.971, la División de Extensión Rural del ICA, a través de las Agencias de Extensión, desarrolló una campaña tendiente a extender el uso adecuado de los fertilizantes mediante la conducción de parcelas demostrativas establecidas en fincas de agricultores (Marín, 5).

Las demostraciones en fertilización en lotes de agricultores probaron en la mayoría de los casos ser un medio rápido y directo para mejorar las recomendaciones de fertilizantes desde el punto de vista económico bajo las condiciones existentes en la finca. Esto ha hecho posible el uso inmediato de fertilizantes y el incremento de los rendimientos sin necesidad de efectuar cambios sustanciales en las prácticas del agricultor.

En la Tabla 10, se presentan los datos que indican la respuesta del maíz a la fertilización en varias localidades y pisos térmicos del país.

TABLA 10. RESPUESTA DEL MAIZ A LA FERTILIZACION EN PARCELAS DEMOSTRATIVAS

No. de Orden	Agencia o municipio	Vereda	Altitud m	Variedad O hbrido	Rendim. sin Fertiliz. Kg. /Ha.	Aum. con Fert. Kg. /Ha	Valor Aum. \$ 3/	Utilid. /ha. \$4/	V/C 5/
1	Soatá	La Laguna (2)	1.700	Regional	3.210	1.780	2.670	1.890	3.42
2	"	La costa (2)	1.820	"	2.200	650	975	195	1.25
3	"	El Centro (2)	1.900	"	3.270	600	900	120	1.15
4	"	Espinal (1)	1.960	"	3.880	1.320	1.980	1.200	2.54
5	"	La Carrera (2)	1.340	"	2.300	330	495	285	0.63
6	"	Jabonera (1)	1.400	"	4.830	700	1.050	270	1.35
7	"	Llano Grande (2)	2.000-2.400	"	1.700	510	765	15	0.98
8	"	Vargas (1)	2.400	"	2.700	1.420	2.130	1.350	2.73
9	"	La Venta	2.440	"	2.930	1.040	1.560	780	2.00
10	"	Molinos (3)	2.360	"	1.770	780	1.170	390	1.50
11	"	Chorrera (1)	2.160	"	3.680	240	360	420	0.46
12	Duitama	San Antonio	2.800	"	2.590	320	480	300	1.00
13	"	El Rosal	2.650	"	3.000	1.400	2.100	1.320	2.69
14	"	Satira	2.700	"	3.210	110	165	615	0.21
15	Garagoa	Sta. Bárbara	1.750	H-451	3.430	1.740	2.610	1.830	3.35
16	"	Caldera (2)	1.760	H-302	770	1.160	1.740	960	2.23
17	Sonsón	Tasaño	2.200	H-401	640	1.010	1.515	735	1.94
18	El Bordo	Guayabal (5)	600-700	Reg. Blanco	930	2.790	4.185	3.405	5.37
19	"	Capellanas	600	H-255	5.610	170	255	525	0.33
20	"	"	600	Reg. Blanco	2.100	330	495	285	0.63
21	"	El Cabuyo	600	"	2.920	680	1.020	240	1.31
22	"	"	600	H-253	3.450	2.310	3.465	2.685	4.44
23	"	"	600	H-254	1.420	190	285	495	0.37
24	"	Miraflores	600	Regional	2.920	1.340	2.010	1.230	2.58
25	"	Brazo seco	600	"	1.000	1.530	2.295	1.515	2.94
26	"	La Florida	600	"	1.720	1.220	1.830	1.050	2.35
27	"	El Patía	600	"	2.800	100	150	630	0.10

TABLA 10.- Continuación

No. de Orden	Agencia o municipio	Vereda 2/	Altitud m	Variedad o híbrido	Rend. sin Fert. Kg. /Ha	Aum. Con Fert.	Va- lor Aum. \$ 3/	Uti- lid. /Ha \$4/	V/C 5/
28	Lorica	Palo de Agua	7	Criollo	520	860	1.290	590	1.84
29	"	La Palma	7	H-104	2.180	180	270	430	0.39
30	Sahagún	Arrimadero	110	H-154	3.860	1.350	2.025	1.325	2.89
31	"	El Crucero	60	H-154	2.810	1.790	2.685	1.985	3.84
32	"	Las llamadas	60	H-154	1.390	60	90	630	0.73
33	Sincelejo	Majaguas	160	H-104	1.330	50	50	625	0.11
34	"	La Palmira	160	H-104	1.700	1.020	1.530	830	2.19
35	Carmen de B.	La Esmeralda	240	Regional	950	1.080	1.620	920	2.31
36	"	Piedecuesta	150	"	3.360	70	105	595	0.15
37	"	Padula	150	"	3.690	90	135	565	0.19
38	Magangué	Juan Ariza	35	V-105	1.360	1.050	1.575	875	2.25
39	"	Juan Ariza	35	H-104	1.760	70	105	595	0.15
40	"	Henequén (2)	35	V-105	2.510	120	180	520	0.26
41	"	Cascajal	35	H-154	2.910	440	660	40	0.94
42	S/larga	El Progreso (2)	55	Criollo	6.870	480	720	20	1.02
43	"	Gallego (2)	55	Criollo	5.070	2.310	3.465	2.765	4.95
44	Plato	San Antonio	20	Criollo	1.330	520	780	80	1.11
45	"	Las Delicias	30	Criollo	900	750	1.125	425	1.61
46	"	Agua Vivas	20	Criollo	1.790	960	1.440	740	2.06
47	"	Venecia	20	Criollo	1.720	630	945	245	1.35
48	"	Carretal	20	Criollo	830	970	1.455	755	2.08
49	"	El Bajo	20	Criollo	780	250	375	325	0.54
50	"	Apure (2)	20	"	350	130	195	505	0.28
51	"	Cienaguita	20	"	1.140	60	90	610	0.13
52	Zarzal	Holguín	930	H-207	1.300	320	480	220	0.69
53	S. Rosa	Río Janeiro	1.050	H-207	5.830	620	930	930	1.33
54	M/negro	El Edén	1.250	H-207	3.660	60	90	610	0.13
55	M/negro	El Curzco (5)	1.220-1.300	Doble 6	2.850	450	675	25	0.96
56	"	La Argentina	1.150	H-207	4.580	3.440	5.160	4.400	7.37

TABLA 10.- Continuación

No. de Orden <u>1/</u>	Agencia o Municipio	Vereda <u>2/</u>	Altitud m.	Variedad o híbrido	Rend. sin fertilizante Kg. / Ha.	Aum. con fertilizante	Va-lor Aum. \$3/	Uti-lid. /Ha \$ 4/	V/C <u>5/</u>
57	Montenegro	La Argentina	1.200	Doble 6	5.430	590	885	185	1.26
58	"	La Popa	1.180	"	2.780	1.140	1.710	1.010	2.44
59	Chaparral	Velú	360	H-253	2.500	870	1.305	605	1.86
60	"	"	350	H-104	2.310	430	645	55	0.92
61	"	"	360	Reg. Bl.	1.300	2.290	3.490	2.735	4.91
62	"	GuasmáLu	360	"	1.180	1.380	2.070	1.370	2.96
63	"	Yacó	380	"	2.970	2.000	3.000	2.300	4.29
64	"	"	350	H-253	1.730	1.620	2.430	1.730	3.47
65	"	"	450	H-104	1.740	1.120	1.680	980	2.40
66	"	Zaragoza (3)	-	Criollo	1.400	670	1.005	305	1.84
67	"	Zaragoza	440	Clovo	620	3.320	1.980	3.280	2.83
68	"	Yaguará	540	H-104	1.280	800	1.200	500	1.71
69	"	Yaguará	450	Criollo	920	1.710	2.565	1.865	3.66
70	"	Bulucá	880	"	160	680	1.020	320	1.46
71	Málaga	Espinal (3)	1.200-1.630	H-302	2.230	1.840	2.760	2.060	3.94
72	"	Espinal	1.760	Región	1.400	2.800	4.200	3.500	5.00
73	Socorro	El Luchadero	1.070	H-207	1.200	1.160	1.740	1.040	2.49
74	Santander Q.	Mandira (2)	1.120-1.200	H-253	2.450	2.810	4.215	3.365	4.96
75	"	Alegrías	1.200	H-253	1.900	2.300	3.450	2.600	4.06
76	Santander Q.	Obando	1.100	H-207	2.440	2.810	4.215	3.365	4.96
77	"	Lomitas	1.100	H-253	3.850	830	1.245	3.950	1.46
78	"	Rionegro (3)	1.600-1.700	H-207	1.970	2.540	3.810	2.960	4.48
79	"	" (2)	1.300-1.600	H-253	1.090	2.580	3.870	3.020	4.56
80	"	"	1.550	Nativo	1.620	1.350	2.025	1.175	2.38
81	"	Guachene	1.100	H-207	5.180	160	240	610	1.39
82	San Martín	Humadea	550	H-207	1.580	540	810	190	0.81
83	"	"	550	Criollo	1.560	2.270	3.405	2.405	3.40

TABLA 10.- Continuación

<u>1/</u> No. de Orden	Agencia 0 Municipio	<u>2/</u> Vereda	Altitud m.	Variedad o híbrido	Rend. sin fertilizante	Aum. con Kg. /Ha.	Valor Aum. \$ <u>3/</u>	Uti- lidad /Ha \$ <u>4/</u>	V/C <u>5/</u>
84	San Martín	El Merey (2)	500	H-253	2.750	850	1.275	275	1.27
85	"	" (2)	500	H-104	2.710	1.000	1.500	500	1.50
86	"	El Danubio	550	Criollo	2.540.	920	1.380	380	1.38

1/ En las demostraciones de las veredas 1 a 27 se aplicaron por hectárea 50 Kg. de N, 100 Kg. de P205 y 25 Kg. de K20. Para las de las veredas 28 a 73 se aplicaron por hectárea 75 Kg. de N, 50 Kg. de P205 y 25 Kg. de K20. Para las veredas 74 a 81, 50 Kg. de N, 100 Kg. de P205 y 50 de K20 para las veredas 82 a 86, 60 Kg. de N, 120 de P205 y 60 de K20.

2/ Los números entre paréntesis se refieren al número de demostraciones

3/ Se consideró un precio de \$1.500.00 la tonelada.

4/ Se hicieron los cálculos del costo de los fertilizantes aplicados considerando un costo de \$5.00 y \$4.00 y de \$2.50 el Kg. de N, P205 y K20, respectivamente, más un 10% por concepto de aplicación y transporte.

5/ V = Valor aumento del rendimiento

C = Costo de los fertilizantes.

No hubo una diferencia muy clara entre las variedades mejoradas y las regionales en relación a la forma como respondieron a las aplicaciones de fertilizantes. Parece que mientras mejores sean las prácticas culturales del cultivo y más favorezcan las condiciones ecológicas a una variedad, mayor será el efecto de los fertilizantes tanto en las variedades regionales como en las mejoradas.

Los aumentos en rendimiento debido a los fertilizantes resultaron rentables en 62 veredas de un total de 86 o sea el 72%. En esas 62 veredas la utilidad por hectárea varió de solamente \$20.00 en la vereda el Progreso del municipio de Sabanalarga (Atlántico) a \$4.400.00 en la vereda La Argentina del municipio de Montenegro (Quindío). Los aumentos en rendimiento se consideran económicamente rentables en un 43%, muy pocos rentables en un 27% y nada rentables en un 30% de los sitios estudiados.

Haciendo observaciones más minuciosas de los datos se encuentra que la fertilización es económicamente rentable principalmente en áreas localizadas en las regiones de clima cálido del país donde el nitrógeno es el elemento más importante en la fertilización de los cultivos, se guido en algunos casos del fósforo.

En la Tabla 12 se presentan resultados de las demostraciones con 3 parcelas teniéndose en cuenta únicamente aquellas cuyas cantidades de fertilizantes aplicados eran las recomendadas por el Laboratorio de Suelos del ICA de acuerdo a los resultados del análisis tal como aparece en la Tabla 11.

La información que aparece en la Tabla 12, está organizada en tal forma que las demostraciones del 1 al 36 fueron localizadas a una altitud entre 0-600 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.); del 37-49 se localizaron entre 600 y 1.200 m.s.n.m., del 50 al 65 entre 1.200 - 1700; del 66 al 71 en 1.700-2.200 y del 72 al 74 a más de 2.200 m.s.n.m.

En un 73% de los casos la relación valor costo (V/C) del tratamiento recomendado fué superior a la del tratamiento complementario, dando en el primer caso mayores ingresos por cada peso invertido en fertilizantes. Aparentemente la frecuencia de pérdidas al utilizar fertilizantes es mayor cuando se recomienda el tratamiento complementario.

En más de la mitad de las demostraciones analizadas las recomendaciones de fertilizantes en base al tratamiento recomendado produjeron ganancias económicas con la aplicación de los mismos. Esta ganancia por cada peso invertido en fertilizantes varió desde \$1,00 hasta \$10,73.

A pesar de que en la mayoría de las demostraciones analizadas se encontró aumento de rendimiento por la aplicación de fertilizantes, la rentabilidad de estos depende principalmente del precio del producto cosechado. El análisis económico que se presenta en este informe puede ser de validez transitoria ya que la inestabilidad de los precios de los productos agrícolas y el costo de los fertilizantes modifican sustancialmente las utilidades del agricultor.

TABLA 11.- Recomendaciones de fertilizantes para maíz de acuerdo al análisis de suelos y costo estimado de los mismos.

Resultado del análisis de suelos		Recomendación	Grados y cantidad de fertilizantes recomendados		Estimación de los costos de fertilizantes
P (Bray II)	K (m. e. /100g.	1/	(Kg. /Ha.)		
B <15	B <0.15	TR	10 - 20 - 20	300	1.020
			UREA	100	
<hr/>					
		TC	10 - 20 - 20	600	1.560
			UREA	100	
<hr/>					
B	A	TR	10 - 30 - 10	200	825
			UREA	150	
<hr/>					
		TC	10 - 30 - 10	400	1.290
			UREA	150	
<hr/>					
A >15	A >0.15	TR		50	485
			UREA	150	
<hr/>					
		TC	10 - 20 - 20	200	800
			UREA	150	

1/ TR = Tratamiento recomendado, TC = Tratamiento complementario

TABLA 12.- Análisis económico de las demostraciones con tres parcelas de maíz en varias regiones del país

No. de Orden	Municipio	Vereda	Híbrido O Variedad	Análisis suelos			Rend. sin Fert. Kg. /Ha.	Aumentos ^{1/} Kg. /Ha.		Rel. Kg. /Ha. TR	V/C <u>2/</u> TC
				pH	P	K		TR	TC		
1	Magangué	Henequén	H - 154	6.2	B	A	4.628	150	1.510	-	1.66
2	"	"	"	5.1	B	A	846	730	1.070	2.51	1.85
3	"	Cascajal	"	7.1	A	A	988	110	1.500	0.38	2.63
4	"	Henequén	"	5.2	B	A	2.038	40	90	0.13	0.14
5	"	"	"	6.7	B	A	1.900	610	550	1.87	0.85
6	"	"	"	6.3	B	A	1.246	820	680	2.80	1.17
7	"	Betania	"	6.4	A	A	1.430	1.310	1.320	3.26	2.32
8	"	Juan Arias	V-153	6.3	B	B	860	1.090	1.070	1.65	1.14
9	San Pedro	Los Camajones	H-154	6.7	B	A	3.190	1.030	1.560	1.99	1.94
10	Lorica	La Palma	"	6.6	A	A	2.200	840	640	2.61	1.22
11	"	Narifo	"	7.0	A	A	960	390	1.840	1.13	3.30
12	María La Baja	Pozo Hondo	"	6.0	B	A	5.110	1.110	2.000	2.15	2.48
13	"	Retiro Nuevo	"	6.5	B	A	5.080	310	470	0.53	0.51
14	"	Marqués	"	6.1	B	A	5.570	1.130	1.460	1.92	1.58
15	"	San Pablo	"	6.4	A	A	5.850	350	770	1.02	1.38
16	"	Retiro Nuevo	"	6.1	A	A	3.810	360	100	1.17	0.19
17	"	Canal Flamenco	"	6.0	B	A	3.740	890	450	1.72	0.55
18	"	El Puerto	"	6.0	A	A	6.570	940	100	3.10	-
19	"	Nueva Esperanza	"	6.3	B	A	4.220	1.030	170	2.00	0.20
20	Sahagún	Arrimadero	"	5.9	B	A	3.550	400	1.090	0.69	1.19
21	"	Bruselas	"	6.0	B	A	1.620	560	1.750	1.15	2.31
22	Chinú	---	"	6.4	B	A	1.200	2.800	2.640	5.77	3.49

TABLA 12.- Continuación

No. de Orden	Municipio	Vereda	Híbrido o Variedad	Análisis suelos			Rend. sin Fert. Kg. /Ha.	Aumentos ¹ / Kg. /Ha.		Rel. Kg. /Ha. TR	V/C 2/ TC
				pH	P	K		TR	TC		
23	Repelón	Repelón	H-104	6,7	A	A	3.620	810	1.250	2,33	2,24
24	"	"	"	7,5	A	A	3.980	330	1.220	1,54	2,58
25	Patía	Guayabal	H-253	6,0	B	A	2.680	1.050	950	1,70	0,99
26	"	Piedra Moler	H-255	6,4	B	A	2.120	390	190	0,63	0,20
27	"	El Seis	"	6,5	B	A	1.530	850	520	1,38	0,54
28	"	Méndez	H-302	6,3	B	A	1.690	2.390	3.030	4,35	3,53
29	"	Guachicono	"	6,4	B	A	1.820	3.350	3.350	5,40	3,90
30	Toluviejo	Macajan	V-105	5,4	B	A	3.630	10	248	0,02	0,29
31	Sincelejo	Chocho	"	6,4	B	A	4.230	360	1.730	0,61	1,88
32	Granada	La Cubillera	Regional	7,2	A	A	1.880	700	640	2,16	1,20
33	Granada	La Cubillera	Regional	5,8	B	A	1.110	1.050	880	1,91	1,02
34	San Luis	Contreras	H-104	6,5	A	A	4.920	680	590	2,10	1,13
35	Valle San Juan	El Michú	H-154	6,0	A	A	2.560	610	480	1,90	0,91
36	San Martín	Pto. Libertad	Regional	6,3	A	A	850	200	350	0,62	0,66
37	Tuluá	Aguaclara	B-doble	7,0	A	A	3.800	2.040	2.300	6,74	4,72
38	"	Bocas Tuluá	"	7,0	A	A	1.600	1.790	2.800	5,92	5,73
39	"	"	Doble 6	7,1	A	A	1.750	3.130	3.059	10,35	6,23
40	Andalucía	Tamboral	H-207	6,0	A	A	5.210	550	800	1,82	-
41	Santander Q.	Palestina	"	5,5	B	A	3.570	480	1.490	-	1,67
42	"	Mandira	"	5,6	B	A	2.540	1.940	1.900	3,41	2,14
43	Valle San Juan	Cabayal	"	6,0	A	A	4.770	670	620	2,08	1,19
44	Socorro	El Hoyo	"	7,2	A	A	720	920	1.100	1,67	1,28
45	"	Palo Gordo	"	7,0	A	A	3.000	1.000	600	3,09	1,12
46	Galán	Plazuela	"	6,7	A	A	1.070	1.730	3.250	5,35	6,09
47	Curité	Palo blanco	"	6,2	B	B	1.725	3.820	3.820	5,11	3,67
48	Galán	Las Vueltas	H-302	7,6	A	A	1.200	2.480	2.800	7,67	5,25
49	Socorro	Luchadero	"	6,0	A	A	3.080	2.640	2.980	6,10	5,59

TABLA 12.- Continuación

No. de Orden	Municipio	Vereda	Híbrido O variedad	Análisis suelos			Rend. sin Fert. Kg./Ha	Aumentos ^{1/} Kg./Ha.		Rel. Kg./Ha.	V/C ^{2/}
				pH	P	K		TR	TC		
50	San Gil	La Flora	H-208	5,3	B	A	1.280	2.180	2.560	3,96	3,05
51	"	Guarigua	H-255	6,9	A	A	2.580	1.220	920	3,77	1,72
52	Socorro	Naranjal	H-253	6,5	A	A	3.200	1.940	3.670	6,00	6,88
53	Pitalito	Camberos	H-253	5,6	B	A	4.480	1.120	1.070	2,69	1,41
54	Pitalito	Fundador	H-253	5,3	A	A	2.248	2.670	2.670	10,73	6,88
55	Pitalito	Palmarito	H-253	5,6	A	A	2.885	1.660	870	5,83	1,88
56	"	Cálamo	"	5,9	A	A	2.220	1.510	800	6,17	1,93
57	Garagoa	Caldera Abajo	H-255	6,2	A	A	620	2.390	2.720	7,39	5,10
58	"	"	"	4,9	B	A	670	1.720	2.120	3,13	2,46
59	Pitalito	Fundador	H-302	5,4	B	A	1.550	1.560	890	2,64	0,97
60	"	"	"	5,4	B	A	2.360	3.470	2.630	5,88	2,86
61	"	San Fco.	"	5,4	B	A	5.550	1.470	1.160	2,49	1,26
62	"	Cabuyal	"	5,5	B	A	1.240	800	1.420	1,36	1,55
63	Garagoa	Hipaquera	"	4,5	B	A	2.550	2.500	2.610	3,07	3,03
64	"	"	"	5,5	B	B	1.730	870	2.600	1,27	2,48
65	"	Resguardo Abajo	"	5,2	A	A	1.030	970	1.000	3,00	1,87
66	"	Caldera Abajo	H-452	5,6	B	A	2.120	2.580	2.820	4,69	3,28
67	Soatá	Chorrera	H-302	7,7	A	A	1.920	560	480	1,73	0,89
68	"	"	Regional	6,0	A	A	1.970	140	770	0,43	1,44
69	"	"	"	7,7	A	A	1.240	520	360	1,61	0,68
70	"	Espinal	"	8,0	A	A	1.550	60	200	0,19	0,37
71	Tipacoque	Ovachía	"	7,8	A	A	1.120	130	380	0,40	0,71
72	Duitama	San Antonio	"	6,1	B	A	2.720	1.280	1.440	2,33	1,67
73	Tibasosa	Suescum	"	6,1	B	A	5.040	1.040	960	1,89	1,12
74	Paipa	Llano Grande	"	5,7	A	A	4.080	520	320	1,61	0,60

^{1/} TR = Tratamiento recomendado; TC = Tratamiento complementario

^{2/} Relación V/C = V = Valor incremento de la cosecha; C = Costo de los fertilizantes.-

BIBLIOGRAFIA

- 1.- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). 1964. Informe Anual del Programa de Suelos.
- 2.- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). 1965-1966. Memoria.
- 3.- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). 1966 - 1967. Memoria.
- 4.- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). 1968. Informe Anual del Programa de Suelos.
- 5.- MARIN, G. 1972. Demostraciones en fertilización. División Extensión Rural.
- 6.- WIECZORECK, A Y G.B. BAIRD. 1959. Fertilización de la papa en Nariño. Bogotá. Ministerio de Agricultura. División de Investigación Agropecuaria. DIA. (Boletín División No. 7).

NUTRICION MINERAL DEL MAIZ EN VENEZUELA

Dr. Ricardo Ramírez^{1/}

La producción de maíz en Venezuela fue de 713486 Ton. en el año 1971 en una superficie de 587702 Ha. lo cual da un promedio de 1214 Kg./Ha. Diez años atrás, en 1961, se cosecharon 419508 Ton. en 388720 Ha. con un rendimiento promedio de 1079 Kg./Ha.

El incremento de la producción unitaria ha sido muy bajo en el período de los diez años antes mencionados, o sea de 135 Kg., representando esta cifra un aumento de solo 12.51% en la producción de maíz por hectárea en Venezuela.

Es importante señalar que aproximadamente un 36 a 40% de las siembras de maíz son hechas con semilla de cultivares mejorados con un potencial genético de rendimiento de 3.2 Ton./Ha. para las variedades y de 6.5 a 7 Ton./Ha. para los híbridos.

Si tomamos en cuenta la superficie sembrada en 1971, que fué de 587702 Ha., podemos decir en forma conservadora que el 35% de ellas se sembró con semilla mejorada siendo de ésta el 50% semilla híbrida y además, estimando un rendimiento por hectárea de los cultivares mejorados igual al 50% de su potencial, y considerando un rendimiento promedio de 800 Kg./Ha. con las semillas no mejoradas, tendríamos la situación señalada en el cuadro 1.

La expresión máxima de la capacidad de producción de una variedad o híbrido es solo posible cuando todos los factores que afectan la producción están presentes en condiciones óptimas o muy cerca de ellas. En el análisis anterior se ha atribuido un capacidad de producción de solamente el 50% para los cultivares mejorados, con lo que se reconoce la dificultad de lograr en Venezuela condiciones óptimas de producción de maíz. Sin embargo, aún en esta situación en el año 1971 la producción estimada debería haber sido de 869560 Ton. con un rendimiento promedio de 1479 Kg./Ha., lo cual da una diferencia con la producción actual de 156,074 ton. y 285 Kg./Ha. respectivamente. En términos de bolívares, podría decirse conservadoramente que se dejó de cosechar Bs. 62,429.600.

^{1/} Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias.-

CUADRO 1.

Rendimiento estimado de maíz en Venezuela para 1971.

Semilla	Superficie Sembrada	Rendimiento estimado Kg. /Ha.	Rendimiento Ton.	Rendimiento /Ha. Promedio
Criolla	382.007	800	305.606	
Variedades	82.278	1.600	131.645	
Híbridos	123.417	3.500	432.309	
TOTAL	587.702		869.560	1.479
Año 1971			<u>713.486</u>	<u>1.214</u>
Diferencia			156.074	285
Porcentaje			21,87	21,83
Valor en Bs.*			62.429.600	114

* Tomando el precio Bs. 400/Ton. de maíz.

Ahora bien, hay una pregunta obvia: Cómo y dónde se perdieron esas 156,074 Ton? Esta pérdida fue probablemente debida principalmente a cuatro factores, los cuales se enumeran sin orden de prioridad:

- 1) Plagas
- 2) Malezas
- 3) Problemas de fertilización y nutrición
- 4) Suelo con drenajes deficientes.

En nuestro plan de trabajo se decidió estudiar el problema de la nutrición actual del maíz en el campo a fin de conocer si existen deficiencias que estén limitando los rendimientos y al mismo tiempo tratar de evaluar los programas de uso de fertilizantes que siguen los agricultores.

El trabajo se desarrolla únicamente en asentamientos campesinos. Para éllo se tomaron muestras de la hoja por debajo de la mazorca cuando el maíz estaba en estado de barba.

En el año 1970 se colectaron 266 muestras distribuidas así: 120 en el Estado Portuguesa, 102 en el Estado Aragua, 18 en el Estado Yaracuy, 16 en el Estado Guárico y 8 en el Estado Cojedes. En el año 1971 se tomaron 385 muestras distribuidas así: Estado Aragua 6, Estado Apure 12, Estado Guárico 54, Estado Lara 17, Estado Portuguesa 15 y Estado Yaracuy 271. De los elementos analizados se reportan solamente N, P, K, Ca y Mg, pero se dispone de datos para Mn, Cu, Zn, y Fe. En el Cuadro 2 se reportan los porcentajes de muestras con contenido bajo, suficiente y alto para cada elemento en 5 estados en los años 1970 y 1971. En este cuadro se puede ver que más del 80% de las muestras eran bajas en N con excepción de las de Aragua donde el 66.7 % fueron clasificadas como tales. Esto quiere decir que existe un problema de nutrición de nitrógeno.

El contenido de P en el tejido foliar del maíz fué en general satisfactorio en Aragua. En cambio en el Guárico el P fue bajo en el año 1970, en 1971 cerca de la mitad de las muestras fueron clasificadas en este rango. En los Estados Portuguesa y Yaracuy en el año 1970 se puede decir que más de un 80% de las muestras de maíz demostraron estar adecuadamente dotadas de P, pero en cambio en el año 1971 sólo el 50% de las muestras aproximadamente pudieron ser catalogadas como suficientes en P, ésto también es válido para el Estado Lara en el mismo año.

Con respecto a la nutrición de K, se encontró que más del 50% de las muestras suministradas fueron bajas en este elemento con excepción de las del año 1971 en el Estado Guárico y en el Estado Yaracuy donde sólo el 22.2 y el 45.8% de las muestras respectivamente fueron de contenido bajo.

De las muestras analizadas para Ca, en Aragua se encontró que el 49% de ellas eran bajas en este elemento. En Lara 17.7% de las muestras entraron en esta clasificación. En los otros Estados se encontró que el maíz está bien nutrido en Ca.

CUADRO 2. Porcentaje de muestras foliares clasificadas como de contenido bajo suficiente, y alto, de acuerdo a los patrones de la Universidad de Ohio, U.S.A.

E L E M E N T O S

Estado	N			P			K			Ca			Mg		
	B	S	A	B	S	A	B	S	A	B	S	A	B	S	A
Aragua' 70 ' 71	66,7	33,3	---	3,9	86,3	9,8	63,7	33,3	3,0	49,0	51,0	----	24,5	69,6	5,9
Guárico ' 70 ' 71	87,5 92,6	12,5 7,4	---- ----	81,2 44,4	8,8 53,6	--- 2,0	56,2 22,2	43,8 78,8	--- ---	--- 3,6	68,7 70,5	31,3 29,9	--- 16,6	62,5 50,0	37,5 33,4
Lara ' 70 ' 71	100,0	----	----	69,8	40,2	---	---	87,0	13,0	17,7	82,3	---	----	54,2	47,6
Portuguesa' 70 ' 71	94,2 100,0	5,8 ---	--- ---	5,8 46,7	78,4 47,0	15,8 1,3	60,0 53,7	35,0 40,0	5,0 6,3	---- ----	17,0 67,0	83,0 33,0	3,3 6,7	59,2 73,3	37,5 20,0
Yaracuy ' 70 ' 71	88,8 79,9	11,2 20,1	--- ---	16,7 45,7	83,3 54,3	--- ---	66,7 45,8	27,8 54,7	5,5 ----	---- ----	55,5 18,0	44,5 82,0	5,5 24,0	83,3 64,6	11,2 11,4

Finalmente, se pudo observar con el Mg que aproximadamente el 25% de las muestras de Aragua y Yaracuy en el año 1971 eran bajas en este nutriente. En el Guárico en el mismo año el 16% de las muestras también resultaron ser de contenido bajo. Sin embargo, en el año 1970 en el Guárico y Yaracuy no se encontró que el Mg fuera bajo en el tejido foliar. En Portuguesa y Lara no parece haber problema con el Mg.

De lo anterior se puede ver que el N es el elemento más limitado en la producción de maíz, seguido en orden de importancia por el P en los Estados Guárico y Lara, en cambio en Aragua, Portuguesa y Yaracuy el K parece ser el nutriente que afecta el maíz después del nitrógeno; en tercer lugar como factor limitante está el P en los estados antes mencionados y el K en el Guárico.

El Ca como factor limitante sólo aparece en Aragua y algo en Lara, en cambio el Mg. parece afectar al maíz en Aragua, Guárico y Yaracuy. Los bajos contenidos de nutrientes especialmente N, P y K encontrados pueden ser debidos a varias causas:

- a) Suelos con mal drenaje, lo que causa una deficiente oxigenación del sistema radicular, el cual afecta la absorción de nutrientes.
- b) Bajo nivel de fertilidad, en general se fertiliza con aproximadamente 300 Kg/Ha. de la fórmula 12-12-6.
- c) Deficiente localización del fertilizante, en la mayoría de los casos el fertilizante se aplica muy superficialmente, y con frecuencia el N cuando el maíz ha alcanzado 40 o más días.
- d) Cultivares formados en suelos de mediana o bajo nivel de fertilidad y por consiguiente con poca capacidad de acumulación y/o uso de nutrientes.
- e) Efecto perjudicial de las plagas y de competencia de las malezas.

En vista de los niveles bajos de nutrientes encontrados y la relativa pequeña respuesta del maíz en parcelas experimentales a N, y P y la casi no respuesta al K, decidimos estudiar la capacidad de acumulación de nutrientes de las progenies de nuestros maíces mejorados en este reporte y sólo nos referiremos a las de los híbridos Obregón y Arichuna.

El estudio se hizo bajo condiciones de alta fertilidad o sea de 150, 90 y 80 Kg. /Ha. de N , P_2O_5 y K_2O respectivamente.

Los resultados de los análisis foliares y su comparación con los niveles críticos de Ohio se reportan en el cuadro 3.

Tanto las líneas que forman el H. Obregón como las del H. Arichuna muestran una marcada tendencia a acumular poco nitrógeno, solamente el Etob 2053 y el Etobc-244 se acercan al nivel mínimo de 2.75% considerado como satisfactorio para el maíz por Ohio. En cambio todas las líneas mostraron tener buena capacidad de acumulación de P o sea por encima de 0.27%. Con respecto al K se encontró un problema parecido al del N en las líneas del H. Obregón o

CUADRO 3. Contenido foliar de N, P y K en las líneas de maíz de los híbridos Obregón y Arichuna.

<u>Cultivares</u>	<u>P o r c e n t a j e</u>		
	N	P	K
H. Obregón	2,58	0,40	1,78
48-S-38	2,51	0,34	1,22
48-S-74	2,68	0,36	1,28
Ilera III-50	2,50	0,27	1,20
Etob-2053	2,74	0,40	1,75
H. Arichuna	2,64	0,34	1,66
Captain 63-6-1	2,43	0,30	2,28
48-S-28	2,28	0,33	1,56
Etob-2053	2,74	0,40	1,75
Etobe-244	2,76	0,39	1,87
Valores Críticos Ohio			
Bajo	< 2,75	< 0,24	< 1,70
Satisfactorio	2,76 - 3,50	0,25 - 0,40	1,71 - 2,25
Alto	> 3,51	> 0,41	> 2,26

sea con baja capacidad de acumulación, excepto la línea Eto b-2053 que mostró un contenido adecuado de K o sea 1.75%.

Por el contrario en las líneas del H. Arichuna se encontró que la 48-5-28 tiene una baja capacidad de acumulación de K, las líneas Eto-b - 2053 y Eto bc-244 mostraron una capacidad de acumulación satisfactoria y finalmente la cuarta línea o sea la Captain 63-6-1 de alta capacidad de acumulación.

Lo anteriormente expuesto hace pensar que las deficiencias de N a las que anteriormente nos referimos, al analizar el cuadro 2, no se ajustan a la realidad ya que el material genético que disponemos parece tener una baja capacidad de acumulación de N y que el nivel mínimo del valor crítico de Ohio es alto para nuestros maíces. Sin embargo, en nuestros experimentos de campo hemos encontrado valores satisfactorios de N o sea por encima de 2.75% con rendimientos mayores de 3.6 Ton. /Ha., aún cuando también hemos tenido niveles bajos de N para rendimientos del mismo rango anterior pero en estos casos no se encontró respuesta a N.

Los valores críticos de Ohio para P, parecen ser adecuados para nosotros de acuerdo al Cuadro 3, en cambio para el K se podría pensar que los valores críticos de Ohio son tal vez altos para nuestros híbridos, ya que en nuestros experimentos de campo hemos encontrado que el nivel de este elemento en la hoja es bajo pero paralelamente no encontramos respuesta a 50 Kg. /Ha. de fertilizante potásico. Esto nos lleva a pensar que nuestro material es posiblemente de baja capacidad de acumulación de K, aún cuando puede utilizarlo eficientemente ya que los rendimientos encontrados en los experimentos antes mencionados fueron del orden de las 3.6 a 7.0 Ton. /Ha.

En conclusión podemos decir que nuestros híbridos actuales no están en capacidad de producir más de 7.0 Ton. /Ha. de grano, debido a que la capacidad de nutrición de ellos no es la adecuada para alcanzar un nivel más alto, además de que pueden existir otros factores limitantes. Sin embargo, tenemos actualmente en Venezuela en estos maíces, la capacidad genética adecuada para elevar nuestra producción a 4.0 más Ton. /Ha. mediante un buen control del drenaje de los suelos, la aplicación adecuada de los fertilizantes y el control de las plagas, enfermedades y malezas.

EFFECTO DE ELIMINAR HOJAS Y MAZORCAS EN EL PESO DE LOS
GRANOS DE MAICES PROLIFICOS DE CLIMA FRIO^{1/}

Carlos Díaz A, Manuel Torregroza C.
y Guillermo Riveros R.^{2/}

Para lograr una máxima productividad en los tipos mejorados comerciales de maíz, los fitomejoradores no sólo deben aprovechar la acción de los genes que condicionan los caracteres de valor agronómico de las poblaciones en observación, sino además conocer sus diversos mecanismos fisiológicos. En esta forma se podrá sintetizar una serie de poblaciones mejoradas de plantas, las cuales harán una adecuada utilización de los diversos factores ecológicos en las zonas de adaptación de tales genotipos.

La síntesis de materia seca no sólo depende del área foliar total, sino de su distribución. De ahí que al determinarse la contribución de cada hoja en el llenado de los granos de las mazorcas, el fitomejoramiento coadyuvará a construir genotipos de características fisiológicas más eficientes que los actualmente explotados en forma comercial.

En el año de 1969, se llevó a cabo un experimento en el Centro Experimental Tibaitatá, con el objeto de estudiar la contribución de las hojas y las mazorcas en el llenado de los granos, en el tercer ciclo de selección masal por prolificidad de la generación avanzada del híbrido - varietal harinoso amarillo, Diacol H.501. Sin 9 (2 M III).

Se usó el diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, parcelas de cuatro surcos de 10 metros de longitud y 92 centímetros entre surcos, utilizando el sistema de siembra a chorrillo (1 planta cada 25 cms.)

Los tratamientos se aplicaron en el estado de antesis (después de la fertilización) en los dos surcos centrales de cada parcela. Los tratamientos usados fueron los siguientes:

-
- 1/ Contribución de los Programas de Maíz y Sorgo y de Fisiología Vegetal del Instituto Colombiano Agropecuario. ICA.
- 2/ Ingeniero Agrónomo Asociado y Director del Programa de Maíz y Sorgo e Ingeniero Agrónomo Asociado al Programa de Fisiología Vegetal, respectivamente. Apartado Aéreo 151123 (El Dorado) Bogotá, D. E. Colombia.

- 1.- Eliminar las hojas encima de la mazorca superior.
- 2.- Eliminar las hojas encima de la mazorca inferior.
- 3.- Eliminar las hojas debajo de la mazorca inferior.
- 4.- Eliminar las hojas de la mazorca superior e inferior.
- 5.- Eliminar la hoja de la mazorca superior.
- 6.- Eliminar la hoja de la mazorca inferior.
- 7.- Eliminar todas las hojas, excepto cuatro (las de las mazorcas y las dos encima de la mazorca superior).
- 8.- Eliminar la mazorca superior.
- 9.- Eliminar la mazorca inferior.
- 10.- Testigo.

En la cosecha, en las 10 plantas utilizadas de cada parcela se tomaron datos de altura de la planta y de las mazorcas, longitud, número de hileras, número de granos por hilera, número total de los granos y peso de las tusas de las correspondientes mazorcas.

Los resultados obtenidos en este trabajo, en relación con la eliminación de las hojas y mazorcas, mostraron que:

A) Eliminación de las hojas.

- 1.- Cuando se eliminaron las hojas encima de la mazorca inferior, el peso de los granos disminuyó en un 25 por ciento aproximadamente, con relación al testigo.
- 2.- Cuando se dejaron las hojas de la parte media de la planta, dicho peso aumentó en un 11 por ciento, notándose que tal aumento se debió al incremento en peso de la mazorca inferior.
- 3.- Cuando se eliminaron las hojas encima de la mazorca superior, hubo apreciable variación en el peso total de los granos, observándose que el peso de los granos de la mazorca superior, con relación a la del testigo, se redujo, mientras el de la inferior aumentó.
- 4.- De acuerdo a los resultados anteriores, parece que en la variedad estudiada y teniendo en cuenta la época de la eliminación de las correspondientes hojas, la parte foliar media de la planta fué fundamental para elaborar el material fotosintético para el llenado de los granos. Además, cuando se eliminan hojas, aparentemente la planta tiende a acumular más materia seca en la mazorca inferior que en la superior.

B) Eliminación de las mazorcas.

1.- En base al peso de las correspondientes mazorcas del testigo, se observó que:

- 1) Al eliminar la mazorca inferior, el rendimiento promedio de la superior no sufrió modificación alguna.
- 2) Cuando se eliminó la superior, el peso de la inferior fué muy similar al de la superior del testigo.
- 3) La eliminación de una de las mazorcas, redujo en un 40 por ciento el peso total de los granos, con relación al de las del testigo.

C) Los tratamientos aplicados en este estudio, no afectaron el comportamiento promedio de los otros caracteres medidos. Esto posiblemente se deba al hecho de haberse realizado la investigación en la época de la antesis, cuando ya habían alcanzado tales caracteres su máximo desarrollo vegetativo.

EFFECTO DE LA POBLACION DE PLANTAS Y FERTILIZACION EN EL
 RENDIMIENTO, Y EN LOS COMPUESTOS BROMATOLOGICOS Y MINERA
 LES DEL GRANO DE MAIZ.

Antonio Manrique Ch. ^{1/}

José Benítez J. ^{2/}

RESUMEN

Se determinó el efecto de la fertilización y la población de plantas sobre los rendimientos, los compuestos bromatológicos y los componentes minerales del grano de maíz. Se encontró que el nitrógeno tuvo una mayor influencia sobre las proteínas y elementos minerales del grano. El fósforo y el potasio tuvieron un efecto secundario y mayormente tiene una acción combinada con el nitrógeno. La densidad de población no mostró un efecto individual sobre los componentes del grano, pero la interacción densidad x abonamiento fué negativa para el Manganeso, Molibdeno y Iodo. En este trabajo se presentan Ecuaciones de predicción calculadas a través de regresiones múltiples para rendimiento, proteínas, nitrógeno, potasio, manganeso, cobre, molibdeno, flour y Iodo con la fertilización y densidad de población.

INTRODUCCION

El maíz constituye el alimento más importante de nuestra población campesina. Su contenido de 70 a 80% de carbohidratos, 4 a 5% de grasas, 4 a 12% de proteínas, 5% de pentosanas y 2% de minerales lo convierten en una excelente fuente energética (1).

Existen numerosos estudios sobre los efectos de la fertilización y población de plantas sobre el rendimiento de grano, sin embargo, es escasa la información referente a la forma en que dichas variables influyen en la composición química y calidad nutricional del grano de maíz.

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

Weeks y Fergus (9) investigaron el efecto de la fertilización, de la variedad y del clima sobre el contenido de los compuestos bromatológicos y minerales del grano. Hunter (6) estudió el contenido de proteínas del grano de maíz por diez años y encontró valores desde 8.5% a 9.5%.

Deza Farro (3), Herrera (6) y Reyes (7) realizaron estudios bromatológicos en el grano de maíz, tanto en variedades como en colecciones e híbridos mejorados en el Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz del Perú. Estos investigadores encontraron una gran variabilidad porcentual que fué del 5.0% al 16.0% en proteínas; 1.34% al 6.0% en grasas; 68.0% al 87.0% en carbohidratos; 1.3% al 2.2% en cenizas; 1.0% al 3.8% en fibras y 10.0% al 13.0% en humedad.

Beeson (2), Schneider (8), Glendening (4) analizaron la composición mineral del grano de maíz. Los resultados de sus análisis se presentan en el Cuadro 7.

Considerando la importancia del maíz como alimento básico, se planeó el presente trabajo en el híbrido doble PM-204. El objetivo fué determinar hasta qué punto las dosis de fertilización y densidad de siembra influyen sobre el rendimiento, humedad, cenizas, hidratos de carbono, fibra, grasas, proteínas, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, fierro, manganeso, zinc, cobre, molibdeno, flour, iodo y sodio del grano.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo de campo fué conducido en el fundo La Molina de la Universidad Nacional Agraria, situado en el Valle del Rimac a 251 m s.n.m. y a 12°05'06" de latitud sur y a 76°57'07" de longitud oeste. Cuyos suelos son de textura franco-arenosa; medianamente provistos en Nitrógeno, Fósforo y Potasio; pH alcalino, bajo en Carbonato de Calcio libre y conductividad eléctrica normal.

Los análisis bromatológicos se efectuaron en el laboratorio de Química de la Universidad Nacional Agraria y los análisis minerales en el laboratorio de Suelos y Abonos de la Estación Experimental Agrícola La Molina.

El material en estudio fué el grano de maíz híbrido PM-204 muestreado en un ensayo de fertilidad y densidad de siembra conducido por el Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Los tratamientos de fertilización y densidad de siembra se indican en el Cuadro 1. El diseño experimental tanto para la conducción en campo como para los análisis de laboratorio fué el de Parcelas Divididas, con 4 repeticiones.

Cada muestra de alrededor de 60 gr. de maíz, se tomó al azar y se molieron en molino eléctrico con una malla de 1 mm, con el fin de obtener una mezcla homogénea y completa.

La humedad se determinó en la estufa a 105°C por 36 horas; la grasa por el método de Eter de petróleo; proteína por el método de Kjeldahl; la fibra con H_2SO_4 al 1.25% y NaOH al 1.25%; las cenizas se determinaron por calcinación.

Los compuestos minerales se determinaron la mayoría por espectrofotometría de absorción atómica a excepción del nitrógeno, azufre, fósforo, fluor, iodo y molibdeno (Ver apéndice).

El análisis estadístico se realizó de conformidad con el diseño empleado. Luego del análisis de la variancia se procedió a calcular una ecuación de predicción a través de un análisis de regresión múltiple para las diferentes variables que fueron afectadas por la fertilización y población de plantas. También se calculó una correlación múltiple entre todas las variables para conocer sus interrelaciones.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos para las diferentes variables en estudio se presentan en el Cuadro 3. Se puede apreciar que el rendimiento promedio de 6.49 ± 1.54 Ton/Ha se puede considerar como bueno para el híbrido PM-204 y para la zona. Los compuestos bromatológicos y minerales en promedio son similares a los obtenidos por Earle et al, Beeson (2), Schneider (8), Glendening (4) y otros. Respecto a los altos coeficientes de variabilidad obtenidos principalmente para el sodio, calcio y molibdeno, es muy probable que se trate de un defecto del método analítico ó de un error de muestreo, razón por la cual, en los futuros trabajos a efectuarse, se tratará de estudiar estos dos aspectos en forma minuciosa.

El análisis de variancia de las características del grano estudiadas, se presentan en el Cuadro 4. Primero se realizó un análisis estadístico previo como Block Randomizado y luego para las características que mostraban diferencias significativas para tratamientos se procedió a analizarlos como Parcelas Divididas.

En el Cuadro 4 se puede apreciar que la fertilización tuvo influencia sobre el rendimiento, contenido de proteínas, nitrógeno, potasio, manganeso, cobre, molibdeno, flour y iodo del grano. En cambio, la densidad de población no parece haber influido en forma independiente sino en forma interaccionada con la fertilización, especialmente para el manganeso, molibdeno, flour y iodo del grano.

En el Cuadro 5 se muestra la matriz de los coeficientes de correlación entre las características del grano estudiadas. Como puede observarse, el rendimiento influye en forma altamente significativa y positiva sobre el contenido de proteínas, manganeso y molibdeno, y en forma altamente significativa y negativa sobre el contenido de potasio. Además, se puede ver que las proteínas con el contenido de nitrógeno tiene una estrecha relación con un coeficiente de $r = 0.498^{**}$ y que el fósforo con el magnesio también presentan una alta correlación positivo de $r = 0.633^{**}$.

Luego de estos análisis estadísticos se procedió a calcular ecuaciones de regresión para las características del grano de Rendimiento, Proteínas, Nitrógeno, Potasio, Manganeso, Cobre, Molibdeno, Flour y Iodo. Los resultados se presentan en el Cuadro 6 y en las Figuras 1 y 2.

A través del análisis de regresión se puede observar que el nitrógeno tuvo un efecto lineal positivo y un efecto cuadrático negativo, ambos altamente significativos sobre los rendimientos. En cambio, el fósforo solo tuvo un efecto lineal positivo y significativo.

Sobre el contenido proteínas, el nitrógeno tuvo un efecto lineal y altamente significativo. El efecto cuadrático del nitrógeno y el efecto lineal positivo del fósforo no fueron significativos. Se puede apreciar en la Figura 1 la forma de como varía el contenido de proteínas con el nitrógeno y fósforo.

En general, el nitrógeno fué el factor que más influyó sobre la mayoría de las características del grano, bien sea en forma independiente ó en interacción con los otros nutrientes, en cambio el fósforo y el potasio tuvieron influencia en menor grado, tal vez porque sólo se estudiaron a dos niveles.

La densidad de la población tuvo influencia sobre algunas características del grano, tales como el Manganeso, Molibdeno y Iodo, pero en forma interaccionada con el abonamiento.

Tratándose de un estudio preliminar es muy difícil precisar la forma de como actúan estos factores sobre el contenido de compuestos bromatológicos y minerales del grano. A medida que se vayan mejorando los métodos de análisis y se tenga una mejor técnica de muestreo, será más factible interpretar esta problemática de mucha importancia en el futuro, pues cada vez se tiende a mejorar las variedades en función de su calidad nutritiva y no en función de su capacidad de rendimiento.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente experimento, las conclusiones más importantes son:

1. El Nitrógeno fué el factor que tuvo mayor influencia sobre el contenido de compuestos bromatológicos y minerales del grano.
2. El Fósforo y el Potasio estuvieron en segundo lugar. Sin embargo, sería necesario estudiar su efecto en suelos pobres en ambos nutrientes y además, estudiar una curva de respuesta más amplia.
3. La densidad de población tuvo influencia, pero asociada con el abonamiento, especialmente en algunos microelementos.
4. Los datos encontrados en el presente trabajo, son comparables con los obtenidos por otros autores.

5. Se puede apreciar que es necesario mejorar las técnicas de muestreo y los métodos de análisis, especialmente para microelementos y reducir de esta forma los coeficientes de variabilidad.

BIBLIOGRAFIA

1. Becerra, R.R. 1972. Efectos de Densidad y Fertilizantes en los com - puestos bromatológicos del grano de maíz. Tesis para Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria-La Molina, Pe rf.
2. Besson, K. C. 1941. The mineral composition of crops with particular reference to the soils in which they were grown. U.S. Dept. Agr. Misc. Pub. 369.
3. Deza, M. 1955. Estudio Químico Bromatológico de variedades de Maíces Peruanos. U.N.M. de San Marcos. Tesis.
4. Glendening, B. L., Schrenk, W.G., Parrish, D.B., and Smith, E.F. 1952. Mineral content of certain feeds used in the North Central Kansas J. Animal Sci. 11: 516-523.
5. Herrera, L. 1959. Estudio comparativo de 45 colecciones de Maíces Peruanos. Tesis. Universidad Nacional Agraria - La Molina. 39 p.
6. Hunter, J.E. 1947. What corn quality means to the feed mixer Am. seed Trad. Assoc. Hybrid Corn Div. Indus-Res. Rpt. 1: 34-36.
7. Reyes, J. 1964. Comparativo de Híbridos y Variedades selectas de maíz. Tesis. Universidad Nacional Agraria-La Molina. 82 p.
8. Schneider, B.H., Besson, K.C., and Lucas, H. L. 1953. Nutrient composition - Corn in the U.S.A. J. Agr. Food Chem. 1946-1947. Nat. Res. Counc. (U.S.). Pub. 258.
9. Weeks, M. E., and Fergus, E.N. 1946. Effect of soil, soil treatment, seasonal variation, and variety on yield and composition of corn crop grown on Kentucky soil fertility plots. Kentucky Agr. Exp. Sta. Bul. 485: 52.

A P E N D I C E

Métodos empleados para la determinación de los diferentes componentes del grano estudiados:

1. Espectrofotómetro de absorción atómica

Potasio	383 longitud de onda
Calcio	212 longitud de onda
Magnesio	285 longitud de onda
Hierro	372 longitud de onda
Cobre	325 longitud de onda
Manganeso	279 longitud de onda
Zinc	214 longitud de onda
Sodio	295 longitud de onda

2. Colorimétrico

Fósforo: Metavanadato de sodio

3. Volumétrico

Iodo: Tiosulfato de sodio + Almidón

Molibdeno: Permanganato de potasio + fenoltaleína.

4. Turbidimétrico

Azufre: Cl_2Ba

5. Complexométrico:

Fluor: EDTA + Cloruro de Calcio

6. Método de Kjeldahl

Nitrógeno.

CUADRO 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECANICAS Y QUIMICAS
DEL SUELO EXPERIMENTAL

Características	Número de muestra				Promedio	Interpretación
	1	2	3	4		
Análisis mecánico						
% Arena	69.6	69.6	69.6	67.6	69.1	
% Limo	18.0	18.0	16.0	16.0	17.0	
% Arcilla	12.4	12.4	14.4	16.4	13.9	
Clase Textural	Fco.Ao	Fco.Ao	Fco.Ao	Fco.Ao	Fco.Ao	
Análisis Químico						
C.E. ms/cm.	1.8	1.4	1.5	1.0	1.4	Normal
pH	8.0	8.2	8.2	8.4	8.2	Alcalino
M.O %	3.9	3.6	3.3	3.6	3.6	Medio
N Total	0.09	0.08	0.06	0.08	0.08	Medio
P disponible ppm	5.0	3.0	4.0	5.0	4.2	Bajo
K disponible ppm	267.0	236.0	275.0	250.0	257.0	Medio
CaCO ₃ %	1.14	1.18	1.19	1.18	1.17	Bajo

CUADRO 2. TRATAMIENTOS DE FERTILIZACION Y DENSIDAD DE SIEMBRA. -

N	P ₂ O ₅ Kgs/Ha	K ₂ O	Distancia entre golpes		
			75	60 cms.	45
0	0	0	D ₁ T ₃	D ₂ T ₃	D ₃ T ₁₃
80	0	0	D ₁ T ₁	D ₂ T ₁	D ₃ T ₁
80	0	80	D ₁ T ₂	D ₂ T ₂	D ₃ T ₂
80	80	0	D ₁ T ₃	D ₂ T ₃	D ₃ T ₃
80	80	80	D ₁ T ₄	D ₂ T ₄	D ₃ T ₄
160	0	0	D ₁ T ₅	D ₂ T ₅	D ₃ T ₅
160	0	80	D ₁ T ₆	D ₂ T ₆	D ₃ T ₆
160	80	0	D ₁ T ₇	D ₂ T ₇	D ₃ T ₇
160	80	80	D ₁ T ₈	D ₂ T ₈	D ₃ T ₈
240	0	0	D ₁ T ₉	D ₂ T ₉	D ₃ T ₉
240	0	80	D ₁ T ₁₀	D ₂ T ₁₀	D ₃ T ₁₀
240	80	0	D ₁ T ₁₁	D ₂ T ₁₁	D ₃ T ₁₁
240	80	80	D ₁ T ₁₂	D ₂ T ₁₂	D ₃ T ₁₂

D = Densidades cm.

T = Tratamientos de fertilización

CUADRO 3. VALORES ESTADISTICOS DE LAS CARACTERISTICAS DEL GRANO ESTUDIADOS.-

Variable	Valor Bajo	Valor Alto	Prome dio	Desviac. Standard	C.V.
Rendimiento					
Maíz Grano 14%					
de Humedad (Ton/Ha)	3.160	8.342	6.493	1.543	15.970
Humedad	12.045	12.755	12.561	0.496	2.180
Cenizas %	1.305	1.087	1.195	0.109	8.610
Hidratos de Car-					
bono %	59.202	73.535	72.018	4.176	5.720
Fibra %	1.065	1.338	1.192	0.200	16.044
Grasas %	5.190	4.112	4.795	0.502	10.354
Protefnas %	6.622	8.950	7.885	0.764	6.112
Nitrógeno %	0.992	1.505	1.302	0.218	14.292
Fósforo	0.232	0.288	0.256	0.032	11.360
Potasio %	0.202	0.422	0.285	0.074	24.148
Calcio %	0.028	0.074	0.041	0.018	41.587
Magnesio %	0.095	0.115	0.104	0.014	12.299
Azufre %	0.058	0.186	0.094	0.064	63.511
Fierro ppm	33.000	68.750	46.872	15.470	31.776
Manganeso ppm	5.200	11.250	7.478	2.040	23.732
Zinc ppm	25.300	33.325	28.467	3.500	11.974
Cobre ppm	7.725	14.425	10.056	2.808	24.478
Molibdeno ppm	1.155	7.020	3.364	1.822	37.198
Flour ppm	0.800	2.400	1.369	0.528	30.100
Iodo ppm	0.585	1.062	0.877	0.162	14.704
Sodio %	0.053	0.304	0.087	0.115	130.507

CUADRO 4. ANALISIS DE VARIANCA DE LAS CARACTERISTICAS DEL GRANO ESTUDIADAS (PARCELAS SUB-DIVIDIDAS)

Fuentes	G.L.	Rdto. Ton/ Ha.	Proteínas %	Nitrógeno %	Potasio %	Mn %	Cobre %	Mo %	Flour %	Iodo %
Repeticiones	3	10.81**	8.83**	0.18	0.012	20.30	1.89	4.07	0.64	1.16
Densidades (D)	2	37.53	0.92	0.07	0.024	5.99	4.45	6.86	0.04	1.23
Error (a)	6	8.45	0.22	0.17	0.005	19.80	11.22	2.31	0.56	0.13
Abonamiento (A)	12	10.50**	2.46**	0.16**	0.006	9.00*	29.76**	14.13**	1.26**	8.28**
Testigo vs A	1	109.66**	15.22**	0.31**	0.008	3.62	37.85*	46.17**	6.28**	0.00
Nitrógeno	2	2.41*	5.98**	0.75**	0.015*	41.17**	91.36*	1.67	2.83**	25.14**
Fósforo	1	7.56**	1.03*	0.01	0.000	1.19	7.29	16.35*	0.07	19.31
Potasio	1	0.62	0.03	0.001	0.002	0.18	7.56	46.27**	0.44	1.71
N x P	2	0.22	0.18	0.04	0.005	6.32	23.37*	12.82**	0.06	9.36**
N x K	2	0.52	0.23	0.01	0.009	2.42	15.16	8.01**	1.88	3.96*
P x K	1	0.01	0.39	0.02	0.0005	0.85	5.29	0.06	0.29	1.24
N x P x K	2	0.91	0.05	0.001	0.0001	1.32	19.65*	21.69**	0.75**	11.22
D x A	24	0.634	0.28	0.04	0.007	4.55**	7.00	5.98**	0.30**	2.20**
Error (b)	108	0.665	0.23	0.03	0.005	2.22	5.77	1.52	0.15	0.01

* Significativo al 5% de nivel de probabilidad

** Significativo al 1% del nivel de probabilidad

Nota. Las características de Humedad, cenizas, carbohidratos, fibra, grasa, fósforo, calcio, magnesio, azufre, fierro, zinc y sodio no mostraron diferencias significativas al efectuarse el análisis de variancia para los diferentes niveles de abonamiento y población de plantas.

CUADRO 5. MATRIZ DE COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE LAS CARACTERISTICAS DEL GRANO ESTUDIADAS.

	Rdto. Ton/Ha.	Humedad %	Cenizas %	Carbohidratos %	Fibra %	Grasas %	Proteinas %	Nitrógeno %	Fósforo %	Potasio %	Calcio %
Rdto. Ton/Ha	1.000	-0.065	0.068	-0.090	-0.040	0.086	0.221	0.137	-0.044	-0.207	-0.081
Humedad %		1.000	-0.090	-0.066	0.104	-0.013	0.155	0.021	-0.118	0.004	-0.115
Cenizas %			1.000	-0.061	-0.145	-0.182*	0.036	0.026	0.263**	0.105	-0.153
Carbohidratos %				1.000	-0.074	-0.180*	0.214**	0.146	0.012	-0.030	0.053
Fibra %					1.000	-0.119	0.079	0.105	-0.162*	-0.007	-0.048
Grasas %						1.000	0.209	0.103	0.176*	-0.130	-0.085
Proteinas %							1.000	0.498**	0.186*	0.027	0.042
Nitrógeno %								1.000	0.061	0.200*	-0.001
Fósforo %									1.000	0.159*	-0.086
Potasio %										1.000	0.101
Calcio %											1.000
Magnesio %											
Azufre %											
Fierro ppm											
Manganeso ppm											
Zinc ppm											
Cobre ppm											
Molibdeno ppm											
Fluor ppm											
Iodo ppm											
Sodio ppm											

CONTINUACION
CUADRO 5.

	Magnesio %	Azufre %	Hierro ppm	Manganeso ppm	Zinc ppm	Cobre ppm	Molibdeno ppm	Fluor ppm	Iodo ppm	Sodio %
Rdto. Ton/Ha.	0.073	0.024	-0.022	0.236**	0.063	0.095	0.259**	0.044	0.005	0.132
Humedad %	-0.072	0.025	-0.065	-0.003	0.025	-0.102	0.124	0.128	-0.294	-0.020
Cenizas %	-0.272**	0.151	-0.026	-0.013	-0.037	-0.027	-0.122	0.111	0.031	0.138
Carbohidratos %	-0.102	0.051	0.048	-0.090	-0.008	-0.090	-0.143	0.017	-0.057	-0.001
Fibra %	-0.123	0.238**	0.147	0.106	-0.027	-0.051	0.057	0.039	-0.062	-0.104
Grasas %	-0.068	0.068	0.097	0.010	-0.015	-0.153	0.004	0.087	-0.025	0.038
Proteínas %	0.010	0.103	0.050	0.016	0.115	0.302**	0.163*	0.135*	0.149	-0.009
Nitrógeno %	-0.017	0.097	-0.185*	0.089	0.004	0.015	0.026	0.247**	0.102	0.014
Fósforo %	0.633**	0.236**	-0.144	-0.185*	0.250**	0.056	0.003	0.030	-0.026	0.136
Potasio %	0.160*	0.052	-0.154	-0.041	0.008	0.029	-0.126	0.060	0.075	0.002
Calcio %	-0.044	0.150	0.011	-0.038	0.039	-0.013	-0.044	0.186*	-0.044	0.038
Magnesio %	1.000	0.083	-0.118	0.066	0.235**	0.031	0.001	0.082	-0.153	0.150
Azufre %		1.000	0.196*	0.195*	0.059	0.043	-0.018	0.048	-0.041	0.043
Hierro ppm			1.000	-0.024	0.054	0.179*	0.173*	0.047	-0.081	-0.087
Manganeso ppm				1.000	0.136	0.177	0.048	0.081	0.047	0.109
Zinc ppm					1.000	0.253**	0.177*	0.185*	0.025	0.068
Cobre ppm						1.000	0.217**	0.201	0.136	-0.047
Molibdeno ppm							1.000	0.081	0.038	0.044
Fluor ppm								1.000	0.169*	-0.003
Iodo ppm									1.000	0.019
Sodio %										1.000

CUADRO 6.

ECUACIONES DE PREDICCIÓN SIGNIFICATIVAS.

Variables	Ecuaciones de Regresión	R ²
Rendimiento Ton/Ha.	$Y_1 = 4.02082 + 0.03033 N^{**} - 0.00008278 N^{2**} + 0.00699 P^*$	0.297**
Proteínas %	$Y_2 = 6.82887 + 0.00978 N^{**} - 0.000016714 N^2 + 0.00194 P$	0.307**
Nitrógeno %	$Y_3 = 1.11260 + 0.00108 N + 0.0000010855 N^2$	0.232***
Potasio %	$Y_4 = 0.28655 - 0.000051402 N + 0.00000021653 N^2$	
Manganeso ppm	$Y_5 = 8.05724 - 0.01817 N + 0.00010 N^{2*} - 0.00177 DA$	0.142**
Cobre ppm	$Y_6 = 8.41418 + 0.00081 N - 0.000045197 N^2 + 0.0000051474 NP - 0.000001 NPK$	0.211**
Molibdeno ppm	$Y_7 = 3.22392 - 0.0063 P + 0.0133 K + 0.000079 NP - 0.0000025 NK - 0.0000004 NPK - 0.001 DA$	0.158*
Fluor ppm	$Y_8 = 0.99106 + 0.00228 N^{**} + 0.00000017735 NPK^*$	0.160**
Iodo ppm	$Y_9 = 0.79483 + 0.00060 N - 0.00109 P + 0.0000137 NP^{**} + 0.000003 NK - 0.00017 DA$	0.203*

FIGURA 1.- Efectos de la fertilización Nitrogenada y fosfórica en el Rendimiento (\hat{y}_1), Proteínas (\hat{y}_2), nitrógeno (\hat{y}_3) y Potasio (\hat{y}_4) del grano de maíz.

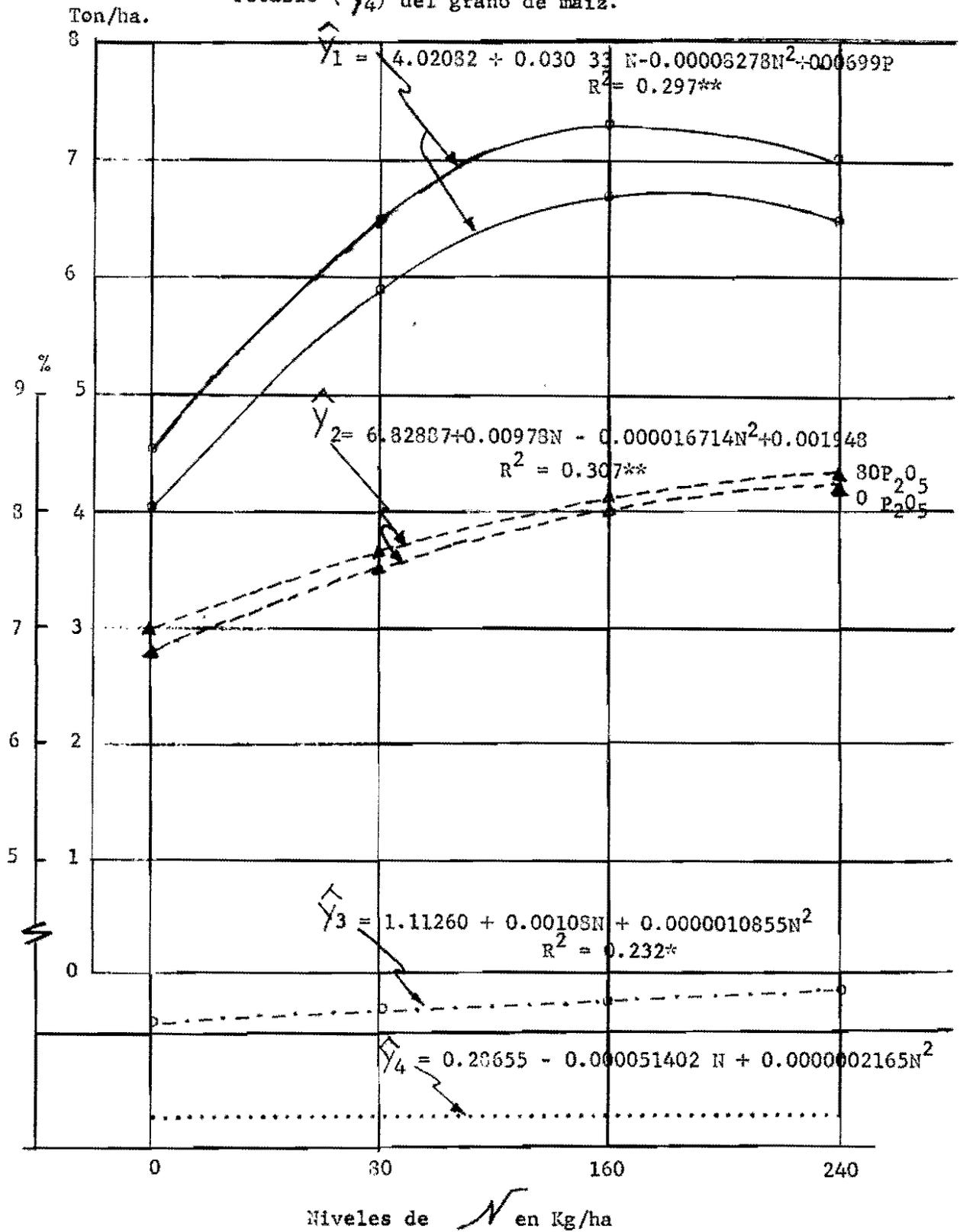
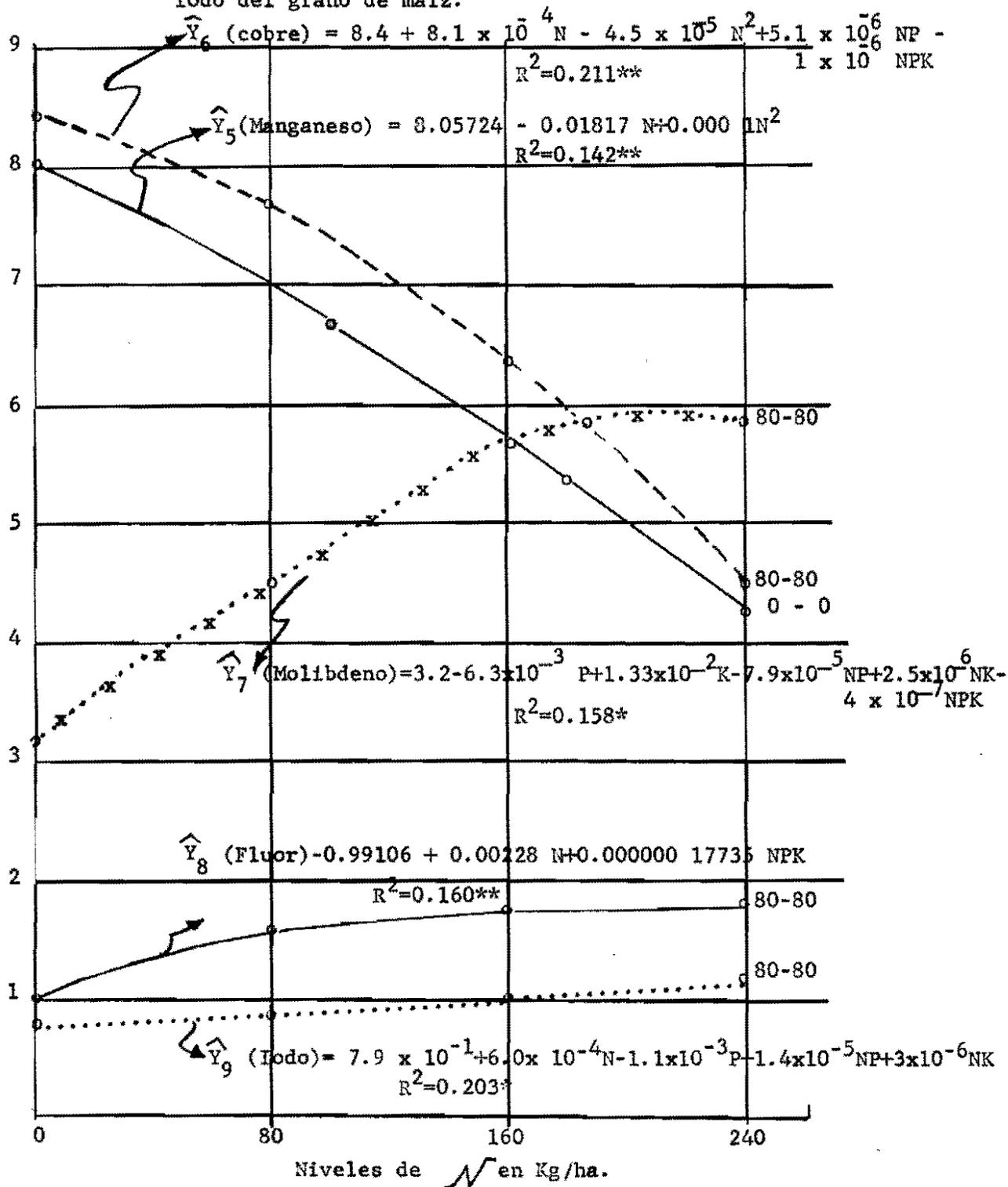


FIGURA 2.- Efectos de la fertilización Nitrogenada, Fosfórica y Potásica en el Manganeso, Cobre, Molibdeno, Flúor y

Iodo del grano de maíz.



CUADRO 7.- QUÍMICOS QUÍMICOS Y MINERALES OBTENIDOS POR DIFERENTES AUTORES.

	Earle et al 1946	Beeson 1941	Nat. Research Coun. Report No. 2		Kansas	Univ. Agraria Perú
			Schneider		Glendenning 1952	Manrique, Benítez, Becerra. 1973
			1946	1947		
Cenizas %	1.51					1.195
Hidratos de Carbono %	72.300					72.018
Grasas %	4.900					4.795
Proteínas %	10.200					7.885
Fósforo %		0.3655	0.2730	0.2620	0.272	0.256
Potasio %		0.3400	0.2850	0.2820	0.298	0.235
Calcio %		0.0128	0.0194	0.0239	0.008	0.041
Magnesio %		0.1360	0.1020	0.1109	0.085	0.104
Azufre %		0.1190				0.064
Hierro ppm		0.0031	0.00226	0.00185	0.003	0.00047
Manganeso ppm		10.00	4.86	4.38	6.936	7.47
Zinc ppm		17.00				28.467
Cobre		6.350	3.640	1.468	3.084	10.056
Molibdeno ppm						3.364
Fluor ppm			4.6	5.2		1.369
Iodo			0.00006			0.00009
Sodio %		0.0403	0.0100	0.00939	0.003	0.087
Cloro %		0.0240	0.0410	0.0450	0.043	
Cobalto mg/lb.		0.0043	0.0112	0.0081	0.0887	

MÉTODOS ESTADÍSTICO-ECONÓMICOS EN LA EXPERIMENTACIÓN CON FERTILIZANTES Y POBLACIÓN DE PLANTAS EN MAÍZ

José R. Benítez Jump ^{1/}

Américo Valdez Marín ^{2/}

Luis Ramírez Dávila ^{3/}

RESUMEN

Se realizó un experimento de campo, en la localidad de Sayán, ubicada a una altitud de 89 m.s.n.m. en un suelo de origen aluvial de clase II según su capacidad de uso.

El principal objetivo fue describir una función de producción, resultante de un análisis de regresión múltiple, empleando el diseño Central Compuesto Rotable para Nitrógeno, Fósforo, potasio y densidad de siembra. Además se presenta la construcción de una superficie de respuesta de predicción de rendimiento y se efectúa un cálculo económico de los resultados.

Los niveles que maximizan la producción fueron: 297 Kg/Ha. de N, 123 Kg/Ha de P_2O_5 , 0 Kg/Ha de K_2O y una población de 60,000 plantas por Ha.

La función de producción que se usó para efectuar el análisis económico de los resultados fue:

$$Y = 4138 + 19.75N - 0.03N^2 + 29.63P - 0.12P^2$$

y los niveles económicamente óptimos a los precios actuales de Nitrógeno y Fósforo en la zona estudiada sería de:

239 Kg/Ha de N,

105 Kg/Ha de P_2O_5

que daría un rendimiento estimado de 8.7 ton/Ha.

-
- 1/ Ingeniero Agrónomo. Docente del Dpto. de Fitotecnia. Agronomista del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz (PCIM). Universidad Nacional Agraria (UNA). La Molina, Lima. Perú.
 - 2/ Ingeniero Agrónomo. M.S. Docente del Dpto. de Fitotecnia. Agronomista del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz (PCIM). Universidad Nacional Agraria (UNA). La Molina, Lima. Perú.
 - 3/ Ingeniero Agrónomo. M.S. Jefe del Dpto. de Matemáticas del Instituto de Investigaciones Azucareras (ICIA). Casa Grande, Dpto. La Libertad. Perú.

INTRODUCCION

Existen diversos procedimientos para determinar las necesidades de fertilizantes en un área agrícola: las pruebas de campo, los síntomas de deficiencia que muestran las plantas y los análisis de suelo y foliares que se utilizan solos o en combinación para llegar a una recomendación con creta sobre las cantidades de nutrientes por aplicarse. Sin embargo, está demostrado que los tres últimos procedimientos mencionados requieren ser cuidadosamente correlacionados con una serie de pruebas de campo debidamente diseñados y repetidos suficientemente en el espacio y tiempo para garantizar su uso en forma válida y segura. Por este motivo, el trabajo experimental en fertilizantes exige de una cuidadosa y sólida planeación y análisis estadístico.

El propósito del presente trabajo, consiste en describir una función de producción, resultante de un análisis de regresión múltiple, empleando el diseño Central Compuesto Rotable. Además, se presenta un procedimiento matemático para el cálculo de superficies de respuesta de predicción de rendimiento y óptimos económicos de las variables en estudio.

REVISION DE LITERATURA

Los tratamientos que se incluyen en un experimento de fertilizantes presentan en general, diferentes combinaciones de los factores en estudio. Dichas combinaciones son algunas veces obtenidas por ligera intuición y sin que medie un juicio profundo, lo que da como resultado que los tratamientos empleados, no permitan obtener la amplitud de inferencia que el investigador espera alcanzar. Fisher y Yates (13,27) introdujeron los diseños factoriales, especialmente adecuados para investigaciones agrícolas, y en ellos los factores de nutrición tienen diferentes niveles y los tratamientos del experimento son los que resultan de formar todas las combinaciones posibles de esos niveles entre factores. Los diseños factoriales poseen una estructura ortogonal que trae como consecuencia un análisis de la variancia simple y que permite detectar en forma sencilla la presencia de interacciones entre nutrientes. Sin embargo, dichos diseños tienen la desventaja de que el número de tratamientos aumenta grandemente cuando el número de factores y de niveles de cada uno se incrementan. Kempthorne (16) indica que para reducir el número de tratamientos se han elaborado diseños factoriales en los cuales una o más interacciones de alto orden se confunden.

El costo del establecimiento y desarrollo de un experimento está relacionado estrechamente con el número de tratamientos y repeticiones. Es posible proyectar un experimento que tenga un mínimo número de tratamientos, para reducir el costo, pero siempre que cumpla el requisito de dar información bastante aproximada y suficiente de las respuestas a los nutrientes. Box (4) y otros investigadores desarrollaron nuevos diseños para investigaciones industriales que son tan eficientes como los factoriales pero con la ventaja de que requieren de un menor número de tratamientos. En otras palabras, la información proporcionada por unidad experi -

mental es mayor en estos diseños de Box que para los de un factorial, pero esto sólo es así cuando el modelo matemático que relaciona las respuestas con las aplicaciones de nutrientes es de orden cuadrático.

Diseño Central Compuesto Rotable:

(1)

Los diseños central compuesto/rotable han sido profusamente estudiados por Box y colaboradores. Box y Wilson (9) desarrollan un nuevo diseño para determinar la superficie de segundo orden. Box y Hunter (8) proponen el criterio de rotabilidad: Box y Drape (6) desarrollan los requisitos teóricos de los diseños para las superficies de respuestas, entre ellos el central rotable Box y Behnken (5) desarrollan algunos diseños con tres niveles rotables o casi rotables, con valores: -1, 0 y 1, desde 3 hasta 16 factores. Ellos mismos publican un extenso artículo en cinco secciones en los que establecen la relación entre las variables y la posible estimación de una función válida en determinada región; obtienen diseños central rotables de segundo orden a partir del de primer orden: fijan las condiciones de rotabilidad y establecen finalmente el efecto de las repeticiones y de los bloques. Nuevamente Box y Drape (7) escogen un diseño en base a una función integral J que descomponen en dos partes: error y "bias" en base a las cuales se hace mínima J desde 1 hasta 5 factores.

Optimo Económico:

Garza (14) en su trabajo de métodos estadísticos en relación con el uso económico de los fertilizantes explica que para proceder al estudio de la producción técnica de un cultivo, debemos examinar en primer término, las relaciones que existen entre los nutrientes y el rendimiento. Esta relación puede expresarse convenientemente en forma matemática. Si denotamos las dosis de los nutrientes N, P, K, \dots aplicados por unidad de superficie, por las letras n, p, k, \dots y por Y el rendimiento del cultivo por unidad de superficie podemos escribir:

$$Y = f(n, p, k, \dots) \dots \dots \dots (1)$$

donde f puede ser una función cuadrática, exponencial, etc. Llamaremos a la relación (1) "función de producción". Supongamos ahora que la aplicación de N, P, K, \dots , tiene un costo cuyo monto viene dado por medio de la relación.

$$C = g(n, p, k, K, \dots) \dots \dots \dots (2)$$

donde C es el costo total de aplicación de los nutrientes por unidad de superficie, expresada en función de las dosis n, p, k, \dots

(1) Montaña en su trabajo "Empleo del Diseño Central Compuesto Rotable en experimento de Fertilización". Fitoc. Latin. Vol. 8 No.3 presenta una extensa bibliografía sobre este diseño.

llamaremos a la relación (2) "función de costo". Una de las funciones de costo más usadas en la práctica es la función de la forma:

$$C = C_0 + P_N \cdot n + P_p \cdot p + P_K \cdot K + \dots \quad (3)$$

Donde C_0 representa los costos de aplicación y los símbolos P_N, P_p .

P_K los precios unitarios de los nutrientes N.P.K respectivamente. Si el producto se vende al mercado a un precio unitario P_Y , el producto económico bruto viene dado por $P_Y \cdot Y$. Definiremos como óptimo económico al rendimiento que produce el máximo ingreso posible de obtener. Matemáticamente, el problema se reduce a encontrar el máximo del producto $P_Y \cdot Y$ y sujeta a la restricción (3) cuando se supone una función de costo lineal. Formemos la siguiente función:

$$F = P_Y \cdot Y + CY (C - C_0 + P_N \cdot n + P_p \cdot p + P_K \cdot K)$$

Derivando F sucesivamente con respecto a n.p.k e

igualando las correspondientes derivadas a cero, obtenemos

$$\frac{\partial Y}{\partial n} = P_N / P_Y \dots \dots \dots (4.1)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial p} = P_p / P_Y \dots \dots \dots (4.2)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial k} = P_K / P_Y \dots \dots \dots (4.3)$$

El sistema de ecuaciones (4) se resuelve simultáneamente. Los valores de n, p, k, que satisfacen al sistema son las dosis óptimas de los nutrientes.

Cuando se consideran los costos fijos de aplicación de los fertilizantes, puede ocurrir que el valor del incremento en el rendimiento no sea suficiente para cubrir los costos totales de aplicación. Las aplicaciones de dosis bajas pueden ser insuficientes para cubrir los costos fijos (C_0 en la ecuación (3), aún cuando paguen los costos variables ($P_N \cdot n + P_p \cdot p + P_K \cdot k + \dots$ en la ecuación (3). Del razonamiento anterior se deduce que debe existir un valor mínimo de n,p,k,..... Aplicaciones inferiores a estas dosis mínimas producirán pérdidas en lugar de la ganancia esperada. Pesek y Hueady (1958) recomiendan que se consideren como dosis mínimas de aplicación las dosis que hacen máximas las ganancias netas por unidad de moneda. Por ejemplo, en términos de nuestra notación, la ganancia total es la diferencia $P_Y \cdot Y - C$; de donde la ganancia neta por cada unidad de moneda que se invierte y que denotaremos por G se define como sigue:

$$G = (P_Y \cdot Y - C) / C \dots \dots \dots (6)$$

Las dosis de N.P.K. para las cuales G es un máximo, se obtienen resolviendo simultáneamente el sistema.

$$\begin{aligned}
 \partial G / \partial n &= 0 \\
 \partial G / \partial p &= 0 \\
 \partial G / \partial k &= 0 \dots\dots\dots (6)
 \end{aligned}$$

Obsérvese que C en el sistema anterior no es una constante C es función de las dosis n, p, k.....

Las dosis mínimas que se obtienen al resolver el sistema (6) se emplean en la práctica de la manera siguiente: cuando un agricultor no tiene suficiente fertilizante para fertilizar todo su campo a las dosis mínimas recomendadas, deberá aplicar su fertilizante a las dosis mínimas hasta que se le termine. El resto de la superficie se dejará sin fertilizar. Otra combinación distinta de dosis y superficies reducirá las ganancias para una cantidad dada del fertilizante.

Una exposición más completa de los principios anteriores con una lista muy razonable de referencias sobre el particular, se puede encontrar en Munson y Doll (1959).

Fertilización y Densidad

Cualquiera que sea el distanciamiento que se quiera modificar, debemos de aplicar la cantidad de fertilizante adecuado. Al respecto se han hecho numerosos trabajos en busca del nivel óptimo de fertilización, probando niveles de fertilización y poblaciones de plantas.

Muhr (21), realizó un trabajo, en un campo, donde la fertilización y la humedad del suelo eran factores limitantes produciéndose una baja en los rendimientos, aún cuando se elevó la población de plantas.

Voss (26), logró elevar los rendimientos con aplicaciones de N,P,K y con poblaciones adecuadas a las condiciones de medio ambiente existentes. Arca (2), en el Perú, probó diferentes niveles de abonamiento en un valle de la Costa, con el maíz híbrido PM-204, y en un valle de la Sierra, con la variedad Amarillo de Kcaira. En ambos experimentos encontró una interacción altamente significativa entre las densidades de siembra y niveles de abonamiento, observándose una mayor eficiencia de la fertilización nitrogenada al aumentar la población de plantas.

Strinfield (24) hizo estudios sobre el comportamiento de diferentes maíces híbridos encontrando, que el rendimiento de éstos dependió del nivel de fertilidad y de la población de plantas empleada. Long (18), Dungan (12), y Becker (3) hicieron trabajos similares y confirmaron la relación entre fertilidad y densidad sobre el rendimiento.

Gruneberg (15), afirmó que la distancia de siembra es uno de los factores del rendimiento más importante en el cultivo del maíz, siendo ella muy variable, según la variedad y el objeto del cultivo. Por eso, las variedades altas, requieren una mayor distancia entre plantas, que las de poca altura. Asimismo dicha distancia puede ser menor en suelos fértiles ,

que en suelos menos fértiles. Este incremento en la población de plantas puede ser completado con dosis más elevadas de fertilizantes.

En México, Laird, et al (17) encontraron que la población óptima de plantas se incrementó al aumentar los niveles de fertilización a la vez que determinó que la población óptima de plantas se incrementó en aquellos suelos de buena fertilidad natural.

En Argentina, Abalo (1), realizó experimentos empleando variedades locales llegando a determinar que es importante considerar las condiciones de fertilidad con las características de la planta, para así poder adoptar la mejor densidad de siembra. En el Perú Dasso (11), trabajó con 3 variedades de maíz amarillo, observando que la densidad de siembra depende fundamentalmente de la fertilidad del suelo.

En el Perú Arca, Valdez y colaboradores (2) han encontrado que cuando el suelo posee alta fertilidad es factible aumentar la población hasta cierto límite para obtener alto rendimiento, pero densidades de siembra muy elevadas reducen los rendimientos debido a la mayor competencia entre plantas, lo que ocasiona un gran porcentaje de tumbada.

Usando el diseño Central Compuesto Rotable para estudiar el efecto de la fertilización y la densidad de siembra sobre los rendimientos de maíz se tienen los trabajos de Noblecilla y Benítez (1) que encontraron que poblaciones de 60,000 plantas y alta fertilización era el óptimo para este cultivo. También se tiene el trabajo de Chirinos y Benítez (1) que establecen un nivel óptimo económico de 182 Kg/Ha. de N y 60,000 plantas por hectárea.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó entre los meses de Julio a Enero de la Campaña 1970 - 71, en la hacienda "Chambara", situada a $10^{\circ} 26'$ y $11^{\circ} 15'$ de latitud Sur y entre los $76^{\circ} 35'$ y $77^{\circ} 38'$ de longitud oeste, a una altitud de 89 m.s.n.m., en la provincia de Chancay.

De acuerdo a los datos proporcionados por el Servicio Meteorológico de "Alcantarilla", se observó en el transcurso del cultivo una variación de la temperatura media mensual de 15.2°C a 21.5°C , una humedad relativa de 77% a 87% y una precipitación pluvial acumulada promedio de 0 mm a 5.5 mm.

(1) Ambos trabajos por publicarse.

El suelo experimental está ubicado sobre una terraza aluvial y presenta un relieve topográfico plano a casi a nivel (0 - 2%), suelos moderadamente alcalinos, con alto contenido de calcáreo (3 - 4%), horizonte Ap profundo (20 cm.) de textura franco que descansa sobre un horizonte Ac de más de 135 cm., por último presenta buen drenaje y buena capacidad productiva.

El análisis físico - mecánico y químico se realizó sobre muestras compuestas de suelo tomadas al azar de cada block a una profundidad de 0 - 25 cm., los cuales fueron secadas al aire y pasadas por un tamiz de 2 mm. Los métodos de análisis empleados fueron los siguientes: Textura (Hidrómetro), ph (relación suelo/agua 1:2.5, leído con el potenciómetro), materia orgánica (Dicromato de potasio), conductividad eléctrica (extracto de saturación, leído en un conductómetro a 25°C), fósforo disponible (Método de Olsen NaHCO_3 0.5 M ph 8.5), potasio disponible H_2SO_4 6N, leído en el fotómetro de llama BECKMAN, modelo 41).

Método de trabajo de campo

Se sembró el maíz híbrido PM-203, en parcelas de 4 surcos de 9.0 m. de largo y 0.8 de ancho, variando los distanciamientos entre "golpes" de: 0.90, 0.75, 0.60, 0.45 y 0.30, para obtener poblaciones de plantas de: 37, 44, 55, 74 y 111 miles de plantas por ha.

Los tratamientos se dispusieron en un diseño central compuesto rotatable, en bloques incompletos de acuerdo al modelo 8A 1 para 4 variables, propuesto por Cochran y Cox (10). Los variables en estudio fueron: el nitrógeno, fósforo, potasio y densidad de siembra a 5 niveles que se codificaron de acuerdo al cuadro 1.

La siembra se realizó en la costilla del surco, colocando cinco semillas por "golpe"; para luego dejar tres plantas al momento del desahije. Se fraccionó el abonamiento nitrogenado mitad a la siembra y mitad al aporque, empleando el nitrato de amonio (33%N). El fósforo y el potasio se aplicó todo a la emergencia, empleando superfosfato simple de calcio (20% P205) y sulfato de potasio (50% K20) respectivamente.

Los riegos en número de cuatro, fueron dados de acuerdo a la necesidad del cultivo, siendo el primero a los 35 días y el último a los 155 días de la siembra. Para controlar el "cogollero" (*Spodoptera frugiperda*), se aplicó DÍPTEREX 80 P.S y granulado.

La cosecha se efectuó a los 161 días de la siembra, sólo en los dos surcos centrales anotando: el peso de mazorcas, número de plantas y número de fallas" y muestras de grano para determinar humedad. El peso de campo posteriormente se corrigió por fallas y se llevó a 14% de humedad.

Método seguido en el análisis estadístico

El diseño central compuesto rotatable para 4 variables presenta las siguientes características:

CUADRO 1. ANALISIS DE SUELOS DEL CAMPO EXPERIMENTAL.

MUES TRA	C.E. mmhos/ cm	Análisis Físico-Mecánico				PH	M.O %	P (ppm)	K (ppm)
		Ar. %	Limo %	Arc. %	Clase Textural				
1	1.8	42	34	24	Fco	8.0	1.4	9	261
2	1.0	34	44	22	Fco	8.2	1.8	12	267
3	0.6	36	42	22	Fco	8.4	1.6	16	247
4	0.6	38	36	26	Fco.	8.5	1.3	10	221

CUADRO 2. NIVELES APLICADOS Y VALORES CODIFICADOS DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO.

Nivel	Valor Codifi- cado X	NUTRIENTES APLICADOS			DENSIDAD DE SIEMBRA	
		N	P205 KG/HA	K20	DISTANCIA ENTRE GOLPES CM	MILES DE PLAN TAS POR HA.
1	-2	0	0	0	90	37,037
2	-1	80	40	20	75	44,444
3	0	160	80	40	60	55,556
4	1	240	120	60	45	74,074
5	2	320	160	80	30	111,111

1) Dieciséis puntos correspondientes a un factorial 2^3 , que son los mencionados en el cuadro 3.

2) Seis puntos que forman lo que se conoce como estrella.
El valor $2^{K/4}$ para estos puntos es de $2^{4/4} = 2$ que corresponden a:

(-2,0,0,0) (2,0,0,0)

(0, -2, 0, 0) (0,2,0,0)

(0,0, -2,0) (0,0,2,0)

(0,0,0, -2) (0,0,0,2)

3) Y seis puntos en el centro (0,0,0,0)

Los seis puntos que forman la estrella confieren al diseño la característica de estabilidad y los seis puntos en el centro proporcionan cinco grados de libertad para la estimación del error experimental y para determinar la precisión de la superficie de respuesta.

El análisis estadístico se encuentra expuesto en detalle en el libro de Cochran y Cox (10) y en el trabajo de Montaña (20) sobre el empleo de este diseño en experimentos de fertilización. Los datos se procesaron en una Computadora IBM 1130 del Instituto Central de Investigaciones Azucare - ras y la programación fué planificada por el Ing. Luis Ramírez Dávila.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 3, se presentan los rendimientos en maíz grano, cuyos valores variaron de 5,882 a 8,830 Kgs./Ha, con un promedio de 7,724 Kgs./Ha, que puede considerarse como bueno para este híbrido. Es evidente que los buenos rendimientos obtenidos son el resultado de las favorables condiciones en que se ha desarrollado el cultivo: fertilidad media del suelo, buenas condiciones climáticas (temperatura, radiación solar, humedad ambiental, etc.) y buen manejo del cultivo.

El análisis de variancia (Cuadro 4) mostró diferencias altamente significativas para el efecto lineal del fósforo y la interacción Nitrógeno-fósforo. El coeficiente de variabilidad de 16.71% nos permite afirmar que los datos experimentales obtenidos presentan un aceptable margen de error para un trabajo de campo. Además la falta de ajuste no significativa y menor que el cuadrado medio del error nos indica que el modelo de regresión usado predice con bastante exactitud los rendimientos.

El cuadro 5 muestra los coeficientes de regresión (b) lineales y cuadráticos para los factores en estudio, además de sus desviaciones standard (S_b). En base a estos valores se ha realizado la prueba de "t", la que

CUADRO 3. RENDIMIENTOS OBTENIDOS AL APLICAR DIFERENTES NIVELES DE N, P, K Y DENSIDAD DE SIEMBRA.

NIVELES CODIFICADOS				C O M P O N E N T E S				Rendimientos observados Kg/Ha
X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	Kg / Ha				
				N	P205	K20	D cm.	
-1	-1	-1	-1	80	40	20	75	5882
1	1	-1	-1	240	120	20	75	8341
1	-1	1	-1	240	40	60	75	8714
1	-1	-1	1	240	40	20	45	7096
-1	1	1	-1	80	120	60	75	7407
-1	1	-1	1	80	120	20	45	7642
-1	-1	1	1	80	40	60	45	6101
1	1	1	1	240	120	60	45	8220
1	-1	-1	-1	240	40	20	75	8092
-1	-1	-1	-1	80	40	20	75	7220
-1	1	1	-1	80	120	60	75	7000
-1	-1	-1	1	80	40	20	45	7032
1	1	1	-1	240	120	60	75	8341
1	1	-1	1	240	120	20	45	8541
1	-1	1	1	240	40	60	45	8830
-1	-1	1	-1	80	40	60	75	7803
-2	0	0	0	0	80	40	60	6416
2	0	0	0	320	80	40	60	7902
0	-2	0	0	160	0	40	60	6985
0	2	0	0	160	160	40	60	7491
0	0	-2	0	160	80	0	60	8123
0	0	2	0	160	80	80	60	8123
0	0	0	-2	160	80	40	90	7846
0	0	0	2	160	80	40	30	7537
0	0	0	0	160	80	40	60	8092
0	0	0	0	160	80	40	60	8155
0	0	0	0	160	80	40	60	7112
0	0	0	0	160	80	40	60	7017
0	0	0	0	160	80	40	60	7870
0	0	0	0	160	80	40	60	7934

R = 0.6698 **
R² = 0.4486 **

CUADRO 4. ANALISIS DE VARIANCA DE LOS RENDIMIENTOS EN MAIZ GRANO OBTENIDOS MEDIANTE LA COMBINACION DE LOS DIFERENTES NIVELES DE N, P, K Y D.

FUENTES	G. L.	CUADRADO MEDIO
BLOQUES	5	0.4813
N	1	6.0975 . .
P	1	1.9892 .
K	1	0.0827
D	1	0.0130
N^2, P^2, K^2, D^2	4	0.2891
N P	1	1.6965 .
N K	1	0.9353
N D	1	1.1400
P K	1	0.0690
P D	1	0.2050
K D	1	0.2258
FALTA DE AJUSTE	0	0.4818
ERROR	30	0.3968
PROMEDIO	=	7224.00
C. V.	=	16.71

. Significación estadística al 5% del nivel de probabilidad

.. " " " 1% " " " "

CUADRO 5. COEFICIENTES DE REGRESION (b) Y SUS DESVIACIONES STANDARD (sb) PARA LOS RENDIMIENTOS EN MAIZ GRANO RESULTANTES DE LA COMBINACION DE LOS DIFERENTES NIVELES DE N, P, K, Y D.

FUENTES		VALORES Kilos/Parcela	CODIFICADOS Kilos/Hectárea
Xo	bo	12.42	8,050.90
X1	b1	1.13	730.32 . .
X2	b2	0.64	417.09 .
X3	b3	- 0.13	- 85.01
X4	b4	0.05	34.00
	Sb	± 0.2875	± 186.29
X11	b11	- 0.33	- 212.27
X22	b22	- 0.30	- 191.99
X33	b33	0.11	71.21
X44	b44	- 0.11	- 74.58
	Sb	± 0.2690	± 174.30
X1X2	b12	- 0.73	- 417.78 .
X1X3	b13	0.54	350.29
X1X4	B14	- 0.60	- 387.77
X2X3	b23	0.15	95.19
X2X4	b24	- 0.25	- 164.00
X3X4	b34	0.26	172.10
	Sb	± 0.3521	± 228.15

. Significación Estadística al 5% del nivel de probabilidad

.. Significación Estadística al 1% del nivel de probabilidad

Xo = Promedio, X1 = Nitrógeno, X2 = Fósforo, X3 = Potasio,

X4 = Densidad de siembra.-

fue usada para determinar las diferencias estadísticas de cada coeficiente de regresión. Los coeficientes de los efectos lineales fueron positivos y altamente significativos para el Nitrógeno y también positivo y significativo para el Fósforo. Además la interacción Nitrógeno y Fósforo fue negativa y significativa.

La respuesta al Nitrógeno se puede explicar por el contenido de materia orgánica (1.3 - 1.8%) que puede considerarse como bajo y por otros factores tales como: permeabilidad alta del suelo debido a la textura, explotación intensiva de la tierra, manejo del agua no planificada, factores climáticos, etc. que afectan las reservas de este elemento en el suelo.

En el caso del fósforo, a pesar de tener el suelo (Cuadro 1) un contenido medio o alto de este elemento (9 - 16 ppm) se ha obtenido respuesta a la aplicación de fertilizante fosforado. Esto puede deberse a la falta de disponibilidad del fósforo nativo, debido a la presencia del carbonato de calcio relativamente alto en esa zona que fija al fósforo del suelo, impidiendo su absorción por las plantas.

La interacción negativa nitrógeno-fósforo nos indica que al incrementar se los niveles de uno de ellos, disminuyó el efecto sobre el rendimiento que se obtuvo con la aplicación del otro. Esto se puede apreciar en la Figura 2, con la superficie de respuesta y en la Figura 3; donde a medida que se incrementa el fósforo y se disminuye el nitrógeno los rendimientos bajan en forma significativa.

Para encontrar los valores de nitrógeno, fósforo, potasio y densidad de siembra, que maximizan la producción, la ecuación obtenida mediante el análisis de regresión (Cuadro 5) se redujo a los términos lineales y cuadráticos, sin tomar en cuenta las interacciones de la siguiente manera:

$$Y = 8054.91 + 730.32X_1 - 212.23X_1^2 + 417.09X_2 - 191.99X_2^2 - 85.01X_3 + 71.21X_3^2 + 33.76X_4 - 74.58X_4^2 + \text{ERROR}$$

EXPERIMENTAL (1)

Luego si X_1 , X_2 , X_3 y X_4 fueron codificados como: -2, -1, 0, 1 y 2;

entonces, siguiendo el principio de los polinomios ortogonales tendremos que:

$$X_1 = \frac{N - 160}{80}$$

$$X_2 = \frac{P - 80}{40}$$

$$X_3 = \frac{K - 40}{20}$$

$$X_4 = \frac{-D + 60}{15}$$

Reemplazando estos valores en la ecuación 1, tendremos las siguientes funciones de producción:

Para Nitrógeno

$$Y = 5740.34 + 19.75N - 0.0332 N^2 \dots (2)$$

Para Fósforo

$$Y = 6,448.78 + 29.62 P - 0.12 p^2 \dots (3)$$

Para Potasio

$$Y = 8504.93 - 18.49 K + 0.18 K^2 \dots (4)$$

Para Densidad de siembra

$$Y = 6992.54 + 37.52 D - 0.33 D^2 \dots (5)$$

Los niveles de N,P,K y D que maximizan la producción, los obtuvimos tomando la primera derivada de las ecuaciones respectivas e igualando a cero:

$$\frac{dY}{dN} = 19.75 - 0.0664 N = 0 \quad (6)$$

$$N = 297 \text{ Kgs/Ha.}$$

$$\frac{dY}{dP} = 29.62 - 0.24P = 0 \quad (7)$$

$$P = 123 \text{ Kgs/Ha}$$

$$\frac{dY}{dK} = 18.49 + 0.36K = 0 \quad (8)$$

$$K = 52 \text{ Kgs/Ha.}$$

$$\frac{dY}{dD} = 37.53 - 0.66D = 0 \quad (9)$$

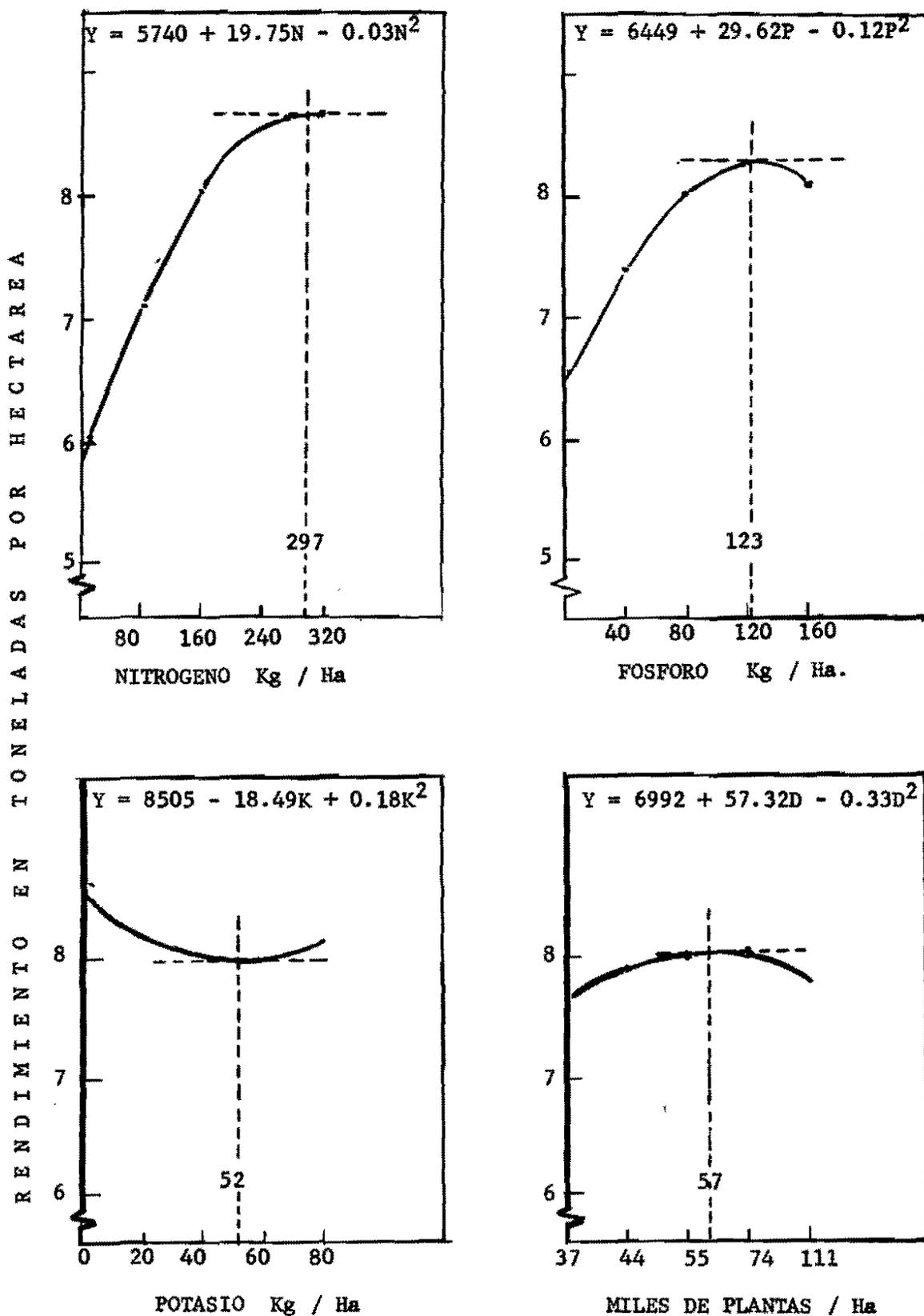
$$D = 57 \text{ cm/golpe}$$

En la Figura 1 se puede apreciar el desarrollo de las ecuaciones 2, 3, 4 y 5 y la localización de los niveles que maximizan la producción de grano. Como podemos observar el efecto de potasio es negativo y el nivel de 52 Kgs/Ha no está prediciendo un máximo sino un mínimo debido al signo positivo que daría la segunda derivada de dicha ecuación.

Como la densidad de siembra y el potasio no mostraron diferencias estadísticas, podemos plantear una función de producción, en base a Nitrógeno y Fósforo sin potasio y a un nivel de densidad de siembra uniforme (60.000 plantas/Ha).

$$Y = 4138.22 + 19.7530N - 0.0332 N^2 + 29.63 P - 0.12 P^2 \dots (10)$$

FIG. 1 RESPUESTA DEL MAIZ AL NITROGENO FOSFORO POTASIO Y DENSIDAD DE SIEMBRA. REPRESENTACION GRAFICA DE LOS VALORES DE ESTA VARIABLE QUE DAN EL MAXIMO DE RENDIMIENTO.-



Analizando la función de producción encontrada podemos apreciar que CARECE DE REGION I puesto que en ambos casos los PRODUCTOS MARGINALES son DECRECIENTES y lineales (en ambos casos se tienen rectas de pendiente negativa). Dicha función nos permitirá predecir el rendimiento para cualquier combinación de los niveles de Nitrógeno y fósforo (Cuadro 6) y nos servirá para graficar la superficie de respuesta en tres y dos dimensiones (Fig. 2 y Fig. 3). Por último nos servirá para determinar los niveles económicamente óptimos y sus respectivas predicciones de rendimiento debido a estos dos factores.

Para lograr estos resultados usaremos el principio de la teoría marginal que dice: "El nivel económicamente óptimo se obtiene cuando:

$$\text{PRODUCTOS MARGINAL} = \frac{\text{PRECIO DEL INSUMO}}{\text{PRECIO DEL MAIZ}}$$

Igualando las ecuaciones 6 y 7 a esta relación:

$$19.75 - 0.067 N = \frac{PN}{PY} \quad (11)$$

$$29.62 - 0.24 P + \frac{PP}{PY} \quad (12)$$

Asumiendo que PN = Precio de un Kilo de Nitrógeno

PP = Precio de un Kilo de Fósforo

PY = Precio de un Kilo de Maíz.

Resolviendo dichas ecuaciones para diferentes valores de PN/PY y PP/PY podemos encontrar los niveles óptimos de fertilización Nitrogenada y fosforada para la zona experimental (SAYAN - Prov. de Chancay). Reemplazando dichos valores en la ecuación (10) obtendremos sus correspondientes predicciones de rendimiento que multiplicado por el precio del maíz menos el costo de producción, obtendremos el retorno marginal en soles oro (Ver Cuadro 7).

En el Cuadro 7 podemos observar que, a medida que se incrementa el precio del insumo y baja el precio del producto, las recomendaciones de fertilizantes son menores y cuando disminuye el precio del insumo y aumenta el precio del producto estas recomendaciones de fertilizantes son mayores. En ambos casos el retorno marginal se trata de mantener a un nivel óptimo económico.

CUADRO 6. PREDICCIONES DE RENDIMIENTOS DEBIDOS A NITROGENO Y FOSFORO

P \ N	N				
	0	80	160	240	320
0	4138	5506	6449	6967	7059
40	5131	6499	7442	7960	8052
80	5740	7108	8051	8569	8662
120	5965	7333	8276	8794	8887
160	5807	7174	8117	8635	8728

CUADRO 7. NIVELES OPTIMOS DE FERTILIZACION Y SUS CORRESPONDIENTES PREDICCIONES DE RENDIMIENTO DE MAIZ Y RETORNO MARGINAL PARA VARIAS SITUACIONES DE PRECIOS. LOCALIDADES DE SAYAN (HUACHO).

PRECIO DEL MAIZ (PY) Kg.	PRECIO N (PN) Kg.	PRECIO P (PP) Kg.	NIVELES OPTIMOS Kg./Ha		PREDICCION RENDIMIENTO Kg./Ha	RETORNO MARGINAL SI.
			N	P		
3.00	15.00	17.00	222.14	99.84	8649	10,917
3.00	15.00	17.85	222.14	98.67	8642	10,835
3.00	15.00	18.50	222.14	97.76	8637	10,768
3.00	16.25	17.00	215.81	99.84	8616	10,638
3.00	16.25	17.85	215.81	98.67	8609	10,556
3.00	16.25	18.50	215.81	97.76	8604	10,849
3.00	17.00	17.00	212.04	99.84	8595	10,481
3.00	17.00	17.85	212.04	98.67	8588	10,399
3.00	17.00	18.50	212.04	97.76	8583	10,332
3.00	18.00	17.00	207.08	99.84	8566	10,272
3.00	18.00	17.85	207.08	98.67	8559	10,190
3.00	18.00	18.50	207.08	97.76	8554	10,123
3.50	15.00	17.00	232.98	103.22	8717	15,314
3.50	15.00	17.85	232.98	102.22	8712	15,236
3.50	15.00	18.50	232.98	101.47	8707	15,166
3.50	16.25	17.00	227.56	103.22	8694	15,024
3.50	16.25	17.85	227.56	102.22	8689	15,945
3.50	16.25	18.50	227.56	101.47	8684	14,876
3.50	17.00	17.00	224.24	103.22	8675	14,854
3.50	17.00	17.85	224.24	102.22	8670	14,776
3.50	17.00	18.50	224.24	101.47	8665	14,707
3.50	18.00	17.00	220.03	103.22	8655	14,632
3.50	18.00	17.85	220.03	102.22	8650	14,554
3.50	18.00	18.50	220.03	101.47	8645	14,485
4.20	15.00	17.00	243.67	106.59	8777	21,503
4.20	15.00	17.85	243.67	105.76	8774	21,430
4.20	15.00	18.50	243.67	105.13	8769	21,357
4.20	16.25	17.00	239.15	106.59	8758	21,200
4.20	16.25	17.85	239.15	105.76	8755	21,131
4.20	16.25	18.50	239.15	105.13	8750	21,053
4.20	17.00	17.00	236.44	106.59	8746	21,021
4.20	17.00	17.85	236.44	105.76	8743	20,948
4.20	17.00	18.50	236.44	105.13	8738	20,875
4.20	18.00	17.00	232.98	106.59	8734	20,789
4.20	18.00	17.85	232.98	105.76	8731	20,715
4.20	18.00	18.50	232.98	105.13	8726	20,642

FIG. 2 SUPERFICIE DE RESPUESTA DE LAS PREDICCIONES DE RENDIMIENTO DEL MAIZ HIBRIDO.

$$Y = 4138 + 19.75N - 0.03N^2 + 29.63P - 0.12P^2$$

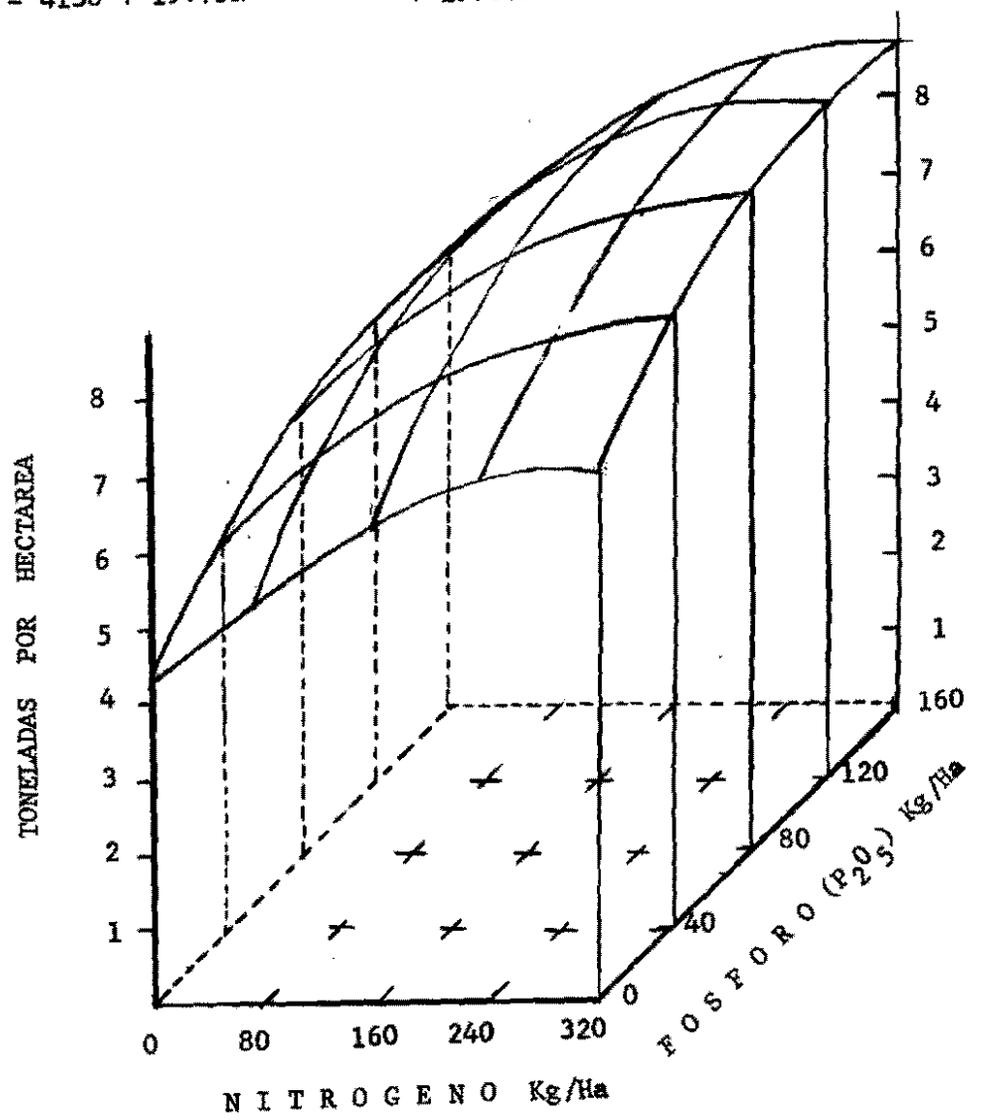


FIG 3 RESPUESTA DEL MAIZ A LA VARIABLE NITROGENO
A DIFERENTES NIVELES (Kg Ha) DE FOSFORO

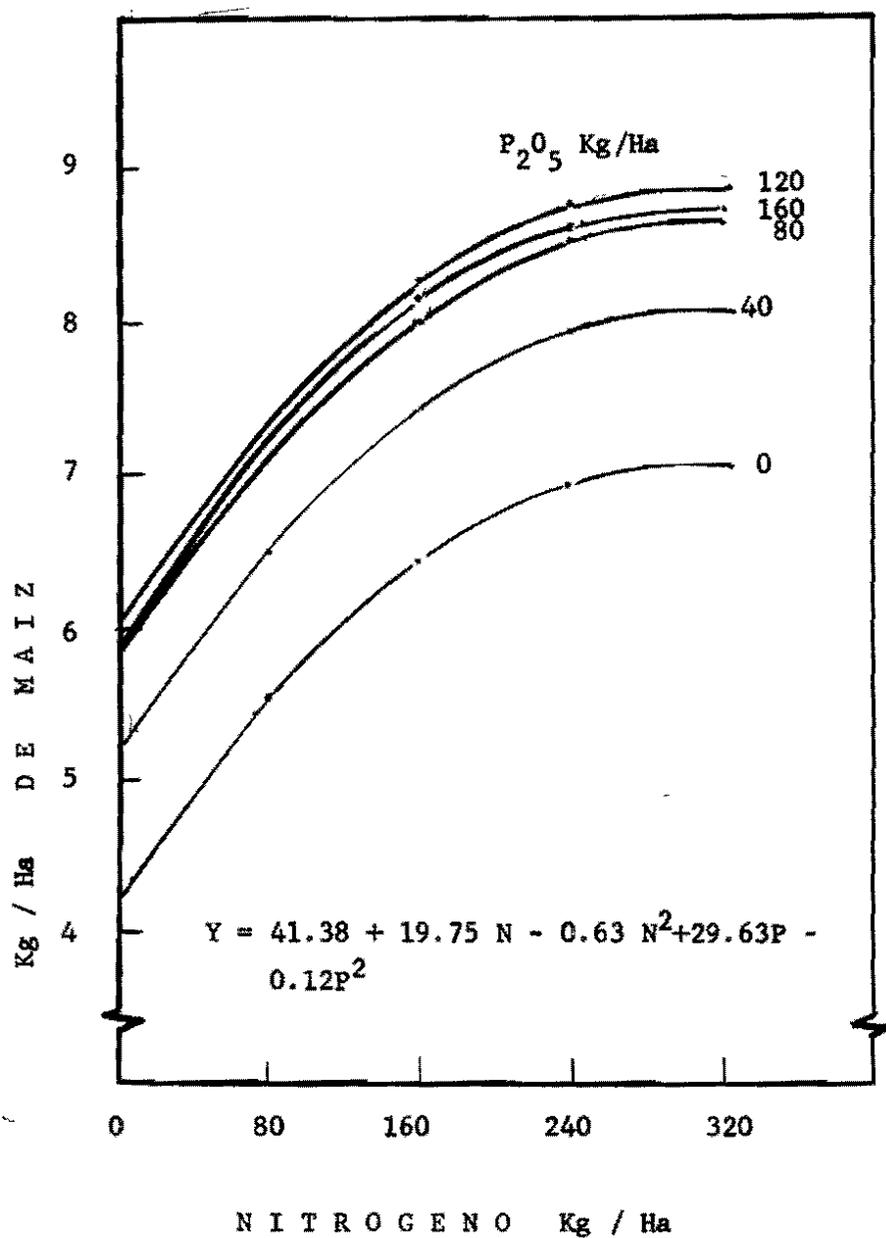
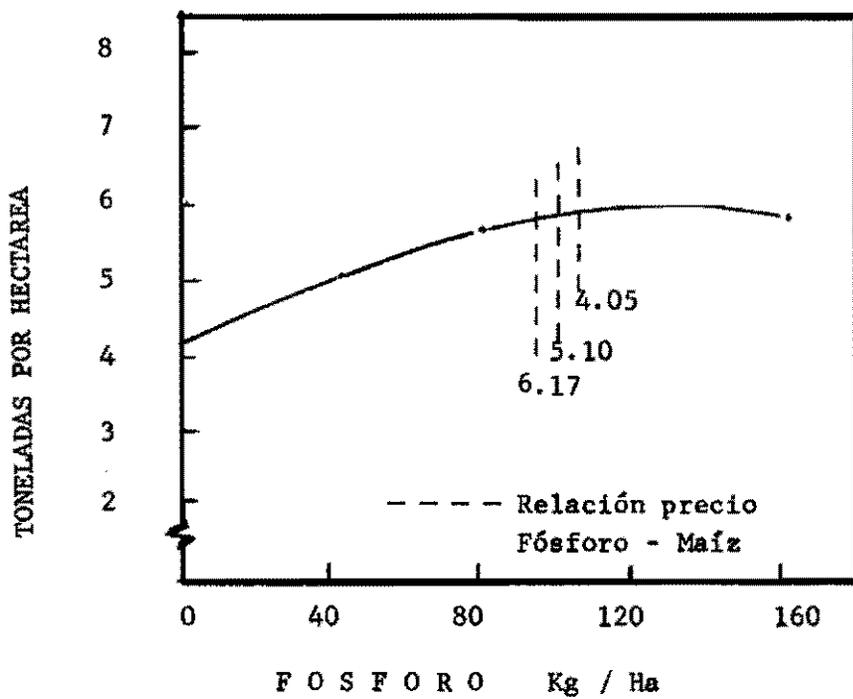
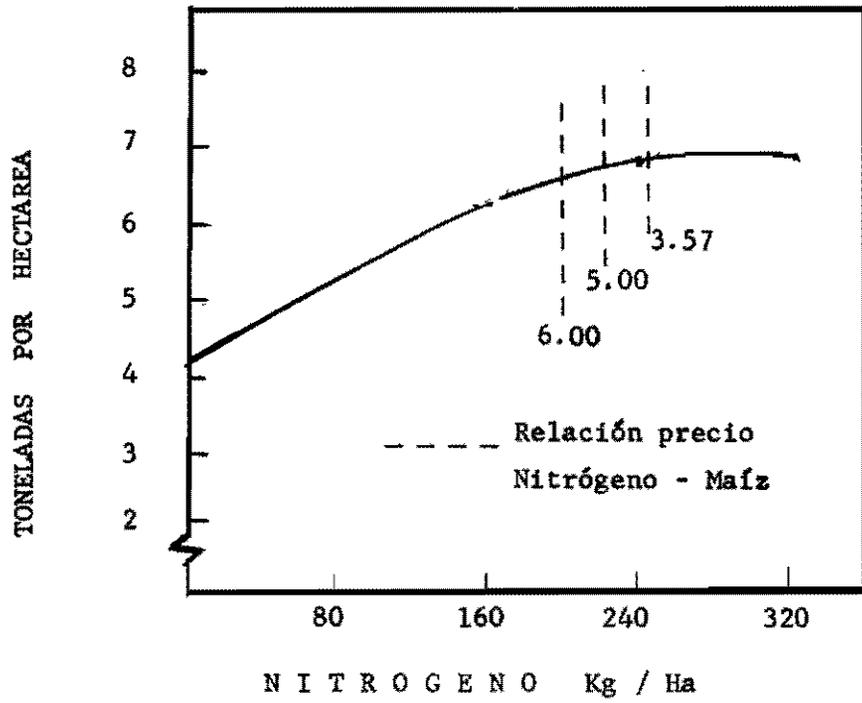


FIG. 4 INCREMENTO EN RENDIMIENTO DEBIDO AL NITROGENO Y FOSFORO. OPTIMOS ECONOMICOS VARIANDO LA ROTACION NITROGENO Y FOSFORO / PRECIOS DE MAIZ.



CONCLUSIONES

- 1.- El modelo polinomial cuadrático usado en el análisis de regresión predice en un 45% los rendimientos debidos a los factores en estudio.

$$Y = b_0 + b_1 N + b_2 P + b_3 K + b_4 D + b_{11} N^2 + b_{22} P^2 + b_{33} K^2 + b_{44} D + b_{12} NP + b_{13} NK + b_{14} ND + b_{23} PK + b_{24} PD + b_{34} KD +$$

ERROR EXPERIMENTAL.

2. El análisis de variancia y los coeficientes de regresión mostraron en efecto lineal positivo altamente significativo para Nitrógeno y significativo para Fósforo.
3. Se encontró interacción Nitrógeno - Fósforo negativa y significativa estadísticamente.
4. Los niveles de N, P, K y Densidad de siembra que maximizan la producción fueron:

$$N = 297 \text{ Kg/Ha}$$

$$P = 123 \text{ Kg/Ha.}$$

$$K = 0 \text{ Kg/Ha}$$

$$D = 57 \text{ cm/golpe de 3 plantas y 0.8 m/surco.}$$

5. La función de producción que sirvió para efectuar el análisis económico fue solo en base a N y P.

$$Y = 4138.22 + 19.75 N - 0.03 N^2 + 29.63 P - 0.12 P^2$$

y los niveles económicamente óptimos para diferentes precios de maíz, nitrógeno y fósforo se presenta en el Cuadro 7.

A P E N D I C E

1. PARA EL NITROGENO

- a. Si el Kg. de Nitrato de Amonio (33% cuesta s/.2.72 (Promedio de los precios ofrecidos por Agro-Industrias Peruanas, Senafer, Duncan Fox) se tendrá que el kilo de N cuesta en Lima $\frac{2.72}{0.33} = 8.25$ Kg. N.
- b. El costo de transporte al Valle de Sayán se estima en S/.0.50 el Kg.
- c. La aplicación de fertilizante de maíz requiere generalmente 2 jornales a S/.60.00c/u; luego el costo por hora de trabajo será:

$$\frac{120}{16} = S/.7.50/\text{hora}, \text{ considerando un jornal de 8 horas.}$$

- d. Si el Nitrógeno que maximiza la producción es 297 Kg/Ha. entonces la cantidad de NITRATO DE AMONIO será de:

$$900 \text{ Kg/Ha. Luego } \frac{900}{16} = 56.25 \text{ Kg. N.A./hora.}$$

$$\text{El costo para aplicar 1 Kg. de N.A. será de } \frac{56.25}{7.50} = S/.7.50$$

RESUMEN:	Precio de 1 Kg. de N =	S/.8.25
	Transporte	0.50
	Costo de aplicación	<u>7.50</u>
		S/16.25

2. PARA EL FOSFORO

- a. Si el Kg. de Superfosfato Simple de Calcio (20% P205) cuesta S/.2.11 (Dato de SENAFER y DUCAN FOX) se tendrá que el Kilo de P205 cuesta en Lima.

$$\frac{2.11}{0.20} = 10.87 \text{ Kg. P205}$$

- b. El costo de transporte a la localidad de Sayán se estima en S/.0.50/kilo
- c. Considerando que se requieren 2 jornales para fertilizar, a S/.60.00 el jornal (8 horas) tenemos que el costo/jornal/hora será de S/.7.50
- d. Si el FOSFORO que maximiza la producción es de 123 Kg/Ha, entonces la cantidad de SUPERFOSFATO SIMPLE DE CALCIO

$$\text{Será de } \frac{617}{16} \text{ Kg. SUP/Ga.}$$

$$\text{Luego } \frac{617}{16} = 48.5 \text{ Kg. SUP/Ga.}$$

$$\text{y el costo por aplicar un Kilo de SUP será } \frac{48.5}{7.50} = 6.48$$

RESUMEN:	Precio de 1 Kg. de P205 =	10.87
	Transporte	0.50
	Costo de Aplicación	<u>6.48</u>
		S/.17.85

BIBLIOGRAFIA

- (1) ABALO, R. 1950. Influencia de densidades de siembra sobre rendimiento de variedades de maíz en Pergamino.
C.R.P.I.A. V Reunión de maíz en la E.E. Pergamino p.p. 139-143.
- (2) ARCA, M.N. 1964. Rendimientos obtenidos en maíces híbridos bajo diferentes densidades de siembra y dosis de abonamiento en la región de la costa peruana.
- (3) BECKER, V R. 1953. "Spacing and population studies with maize, FAO Hybrid maize meeting. 6th., Lisboa, Portugal. Report edited by FAO.
- (4) BOX, G.E.P. 1954. The exploration and exploitation of response surfaces. Some general considerations and examples. *Biometrics* 10: 16 - 60.
- (5) BOX, G.E.P. and BEHNKEN, D. W. 1960. Simplex -sum designs a class of second order rotatable designs derivable from those of first order. *Ann Math Statist* 31: 838 - 864.
- (6) BOX, G.E.P. and DRAPER, N. R. 1959. A bases for the selection of a response surface designe *J. Am. Statist. Ass* 54: 622-654.
- (7) BOX, G.E.P. and DRAPER, N.R. 1963. The Choice of a second order rotatable design *Biometrika* 50: 335 - 352.
- (8) BOX, G.E.P. and HUNTER, J.S Multifactor experimental designs. *Ann Math. Stat.* 28
- (9) BOX, G.E.P. and WILSON, K.B. 1951. On the experimental attainment of the optimun conditions. *Jour. Roy Stat.Soc.B* 13: 145.
- (10) COCHRAN, G.W. and COX, M.G. 1957. *Experimental designs* Second Edition. John Wiley & Sores. Ic. New York.
- (11) DASSO, B.F. 1959. Estudio sobre densidad de siembra y abonamiento para tres variedades de maíz amarillo. Lima. Tesis. UNA. La Molina - Lima.
- (12) DUNCAN, G.G. et al 1958. Corn Plant population in relation to soil productivity: *Ad. Agro.* 10: 435 - 473

- (13) FISHER, R.A. 1947. The design of experiments. Oliver and Boyd. Edinburgh, 4 th ed.
- (14) GARZA, A.M. 1972. Métodos Estadísticos en relación con el uso económico de los fertilizantes. Fitotecnia Latinoamericana.
- (15) GRUNEBERG, F.A. 1959. Nutrición y Fertilización del maíz. Hannover. pp. 48.
- (16) KEMPTHORNE, O. 1952. The design and analysis of factorial experiments. John Wiley and sores. New York.
- (17) LAIRD, P.J. et al 1956. Fertilizantes y densidad de población en maíz de riego. Agricultor técnico de México. (1): 2 - 3. 35.
- (18) LONG, O. H. 1953. Nitrogen and spacing experiment with corn. University of Tennessee. Agric. Exp.Sta. Bull 232.
- (19) MANNING, R. 1965. Análisis económico de la aplicación de fertilizantes al cultivo de la papa en la sierra An. Cim. 3: 89 - 98
- (20) MONTAÑO, J. 1972. Empleo del Diseño Central Compuesto Rotable en experimentos de fertilización, Fitotecnia Latinoamericana.
- (21) MUHR, G.R. and ROST. G.O. 1951. The effect of population and fertilizer on yields of sweet corn and field corn. Agr. J. 43: 315 - 319.
- (22) MUNSON, R.D. y J.P. DOLL, 1959. The economics of fertilizer use in crop production: Advances in Agronomy XI Academic Press, N.Y. 133 - 169.
- (23) RAMIREZ, L. 1970. Diseños estadísticos. Simposio evaluación de métodos para determinar necesidades de fertilizantes. UNA - La Molina.
- (24) STRINGFIELD, G.T. 1947. Stand and methods of planting for corn hybrids. Fono of the american Soc. Agro. Vol. 1 pp 39,995 - 1010
- (25) RUBIO, D.A. 1970. Análisis económico de la función de producción del cultivo de maíz híbrido PM-204. Hda.Rinconada - Valle de Santa - Chimbote.
- (26) VOSS, R. and PESER, J. 1967. Yield of corn grain as effected by fertilizer rates and enviromental factors. Agr. J.59:567-572.
- (27) YATES, F. 1957. The designs and analysis of factorial experiments. Imp. Bur. Sci/England.

RESPUESTA DE LAS VARIEDADES DE MAIZ: PMC-561 Y AMARILLO DE ANCASH
A LA FERTILIZACION Y POBLACION DE PLANTAS.

J. Benítez J. 1/
J. Guzmán C. 2/
A. Valdez M. 3/

RESUMEN

Se realizó un experimento de campo en la localidad de Carhuaz, ubicada a una altitud de 2,640 m.s.n.m., en un suelo de origen coluvial, con desplazamientos aluviales; clasificado en la clase III por su capacidad de uso. El principal objetivo fue estudiar el efecto de variar el distanciamiento entre surcos y golpes sobre los rendimientos de las variedades de maíz: PMC-561 y Amarillo de Ancash, bajo diferentes fórmulas de abonamiento. El diseño experimental empleado fue Parcelas Divididas disponiéndose las distancias entre surcos de 0.80 m. y 0.60 m. en parcelas; las distancias entre golpes en 0.75 0.60 y 0.45 en sub parcelas y las fórmulas de abonamiento de 0-0-0, 60-50-40, 120-100-80 y 180-150-120 Kg/Ha de N, P₂O₅ y K₂O en sub-sub parcelas. Las combinaciones de los niveles de cada factor dieron un total de 24 tratamientos que se repitieron 4 veces. Las principales conclusiones derivadas de este estudio fueron las siguientes:

La variedad PMC-561 rindió un promedio de 5.5 ton/ha.; en cambio el Amarillo de Ancash sólo rindió 3.0 ton/ha. La diferencia fue altamente significativa. Tanto la variedad PMC-561 como la variedad Amarillo de Ancash incrementaron sus rendimientos al reducirse la distancia entre surcos de 0.80 m. a 0.60 m. No se encontró significación estadística en lo referente a distancias entre golpes. Igualmente la interacción distancias entre surcos por distancias entre golpes no resultó significativa. Las dos variedades respondieron a la fertilización con N, P₂O₅ y K₂O encontrándose respuesta altamente significativa hasta la fórmula 120 - 100 - 80 Kg/ha.

La producción de maíz en una área determinada depende de las condiciones del suelo y del clima, de las características de la variedad empleada y de las prácticas de manejo usadas al cultivarla.

-
- 1/ Ing. Agrónomo, Profesor Auxiliar del Dpto. de Fitotecnia, Programa Académico de Agronomía. Agronomista del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Universidad Nacional Agraria-La Molina, Lima, Perú.
- 2/ Ingeniero Agrónomo.
- 3/ Ing. Agrónomo, Profesor Asociado del Dpto. de Fitotecnia, Programa Académico de Agronomía. Agronomista del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Universidad Nacional Agraria-La Molina, Lima, Perú.

Numerosos resultados experimentales evidencian la importancia de emplear una acertada combinación de los factores densidad de siembra y fertilización si se desea obtener rendimientos óptimos con los maíces cultivados en las diferentes regiones del Perú (2,3,11).

En la zona del Callejón de Huaylas la información del efecto que ejercen estos dos factores, sobre los rendimientos del maíz, es insuficiente como para formular recomendaciones. Por esta razón en el presente trabajo se trata de estudiar el efecto de variar el distanciamiento entre surcos y golpes, sobre los rendimientos de la variedad PMC-561, tardía y de buen desarrollo vegetativo, y del Amarillo de Ancash, precoz y de menor desarrollo, bajo diferentes fórmulas de abonamiento.

REVISION DE LITERATURA

En investigaciones sobre la relación existente entre el rendimiento y el número de plantas de maíz por hectárea, varios investigadores (20,21,22, 25) han señalado que los factores de mayor influencia son: el suelo, el clima y la planta.

Factor Suelo

Se ha demostrado que la población óptima de plantas de maíz está afectada por el nivel de fertilidad del suelo (20, 21, 22,25, 35) y por las propiedades físicas del mismo que influyen en la capacidad retentiva de humedad.

Arca (2) encontró que es posible aumentar significativamente los rendimientos cuando se adopta una densidad de siembra relativamente alta de alrededor de 55,000 plantas por hectárea, siempre que se aplique una fertilización apropiada, ésta será mayor, cuanto menor sea la fertilidad natural del suelo. Además, señala que en suelos de baja retentividad de humedad y de textura gruesa no es recomendable el empleo de altas densidades y es preferible mantener la población en 45,000 plantas por hectárea.

Los resultados experimentales encontrados por Turrent y Laird (36) en el área del proyecto Puelba en la Campaña 1968 mostraron la gran importancia de la interacción nitrógeno por densidad para aumentar la producción de maíz.

Los niveles de nitrógeno de acuerdo con Colyer y Kroth (10) deben de estar relacionados en forma directamente proporcional al número de plantas por hectárea, o sea, a niveles bajos de nitrógeno deben emplearse bajas poblaciones y a niveles altos de nitrógeno, la población puede ser mayor en número de plantas/Ha. Arca (2) también encontró una mayor eficiencia de la fertilización nitrogenada al aumentar la población de plantas.

Stringfield (35) estudió el comportamiento de diferentes maíces híbridos encontrando que el rendimiento de éstos dependió del nivel de fertilidad y de la población de plantas empleadas. Long (23), Dungan (12) y Becker (5) hicieron trabajos similares y confirmaron la relación entre fertilidad y densidad de siembra sobre el rendimiento del maíz.

Voss, Hanway y Fuller (37) encontraron una interacción significativa entre humedad del suelo y población de plantas. Muhr y Rost (26), en otro trabajo, corroboró este resultado, señalando que la fertilización y la humedad del suelo eran factores limitantes produciendo una baja en los rendimientos aún cuando se elevó la población de plantas.

Norden (27) al aumentar la población de 12,500 a 62,000 plantas por hectárea, en un suelo arenoso pobremente drenado, observó una disminución del rendimiento del maíz grano hasta 73%, la altura de planta se incrementó 5% y el porcentaje de plantas quebradas aumentó en un 17%.

Factor Clima.

Cuando la precipitación pluvial es adecuada, el maíz responde a las altas densidades de siembra (17, 18, 19, 31). En zonas frías y templadas igualmente el maíz se puede sembrar a más altas densidades que en las zonas tropicales.

Holt y Timmons (16) estudiaron la respuesta en maíz grano a diferentes niveles de agua del suelo, precipitación y población de plantas durante el período inicial de crecimiento del maíz. Encontraron un efecto lineal positivo y un efecto cuadrático negativo a los diferentes niveles de agua del suelo disponible, población de plantas y precipitación pluvial.

Aubertin y Peters (4) señalaron que la población de plantas y el ancho de surcos, afectan las cantidades relativas de energía absorbida por las plantas y por el suelo. Estos autores concluyen que bajo condiciones semiáridas es necesario el empleo de bajas poblaciones y distancia entre surcos más amplia.

Andrew y Peek (1) indican que en condiciones ambientales favorables, las siembras tempranas y el riego incrementan los rendimientos con poblaciones arriba de las 60,000 plantas/ha, mientras que en condiciones ambientales desfavorables, siembras tardías y sin riego, los rendimientos son mejores a bajas poblaciones.

Factor Planta.

Se ha observado que las variedades precoces y de corta altura tienden a permitir poblaciones óptimas más elevadas, que las variedades tardías y de mayor altura (30).

Lutz, Camper y Jones (24) durante tres años y en tres localidades evaluaron los efectos de la población y el espaciamiento entre surcos sobre 10 híbridos de maíz (precoces, medios y tardíos). Encontraron que los rendimientos en maíz grano se incrementaron cuando se acortó el distanciamiento entre surcos. Los mejores rendimientos se obtuvieron con las variedades tardías sembradas a una población media o alta. En cambio Stivers, Griffith y Christmas (34) encontraron que los híbridos medios, generalmente produjeron mayores rendimientos que los tardíos y precoces, sembrados en densidades de 54,000 y 69,000 plantas/ha.

Efecto de la distancia entre surcos

Los rendimientos en maíz grano se incrementan a medida que se acorta la distancia entre surcos según los trabajos de Arca et al (13), Davelouis (11), Lutz et al (24), Colville (9), Hoff y Mederski (15) y Stickler (32). Sin embargo, Bryan, Eckhardt, Sprague (7), Giesbrecht (13) y Stickler y Laude (33) han encontrado que no hay respuesta en la distancia entre surcos.

Efecto de la distancia entre golpes.

Gruneberg (14) señaló que la distancia entre golpes es uno de los factores que incide significativamente sobre los rendimientos del maíz. Ello es muy variable según la variedad y el objeto del cultivo. Las variedades de mayor desarrollo, requieren una mayor distancia entre plantas, que las de menor altura, así mismo, dicha distancia puede ser menor en suelos fértiles, que en suelos menos fértiles.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó entre los meses de Octubre a Mayo de la campaña 1970-71, en el Fundo "Mal Paso" ubicado en la margen derecha del río Santa, en el Distrito de Tinco de la Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash.

El área ocupada por el Fundo "Mal Paso" se encuentra a 8°40' de latitud Sur y a 2,640 metros sobre el nivel del mar, con vientos predominantes de Sur a Norte, más intensos de Agosto a Octubre. Está rodeado de montañas, tiene un clima templado-suave durante el año, con fuerte radiación solar de 11 a.m. a 2 p.m. con mañanas y noches frías de Junio a Septiembre. El régimen de lluvias es generalmente de Diciembre a Abril. Además no presenta heladas, salvo en formas reducidas en los meses de Junio a Agosto. (Ver informe del SENAMHI en los cuadros 1 y 2).

El suelo experimental tiene un origen coluvial con desplazamientos aluviales. Fisiográficamente, este suelo presenta un relieve ligeramente ondulado con pendiente de 2 a 8%. El horizonte Ap. es profundo, de buen drenaje y de buena capacidad productiva.

El análisis físico-mecánico y químicos se realizó sobre muestras compuestas de suelo, colectadas al azar de cada block a una profundidad de 0-25 cm., los cuales fueron secados al aire y pasados por un tamiz de 2 mm.

Los métodos de análisis físico-mecánicos y químicos empleados fueron los siguientes: Textura (hidrómetro); pH (relación suelo-agua 1,2,5, leído con el potenciómetro); materia orgánica (Dicromato de Potasio); conductividad eléctrica (extracto de saturación, leído en un conductómetro a 25°C); potasio disponible (H_2SO_4 6N leído en un fotómetro de llama Beckman, modelo 41); fósforo disponible (Método de Olsen Na HCO_3 0.5M pH 8.5).

Los resultados de estos análisis se presentan en el Cuadro 1.

CUADRO 1. CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS Y QUIMICAS DEL

SUELO EXPERIMENTAL

Muestra	Conductivi dad Eléctri ca nhos/cm.	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textu ral	CaCO ₃ %	pH	Materia Orgánica %	N to- tal	P disponible ppm	K ppm
1	0.4	67.6	18.0	14.4	Fr.A	0.0	7.0	2.2	0.101	2	195
2	0.2	59.6	26.0	14.4	Fr.A	0.0	6.6	1.8	0.095	2	176
3	0.5	57.6	26.0	16.4	Fr.A	0.0	7.4	2.1	0.102	2	137
4	0.4	69.6	16.0	14.4	Fr.A	0.0	6.6	3.1	0.157	1	163

El diseño experimental (8) empleado fue Parcelas divididas (Split-plot). Los tratamientos fueron dos distancias entre surcos (60 y 80 cm) que se dispusieron en parcelas; tres distancias entre "golpes" (45, 60 y 75 cm) en sub-parcelas y cuatro fórmulas de abonamiento (0-0-0, 60-50-40, 120-100-80 y 180-150-120 Kg/Ha de N, P_2O_5 - K_2O) en sub-sub-parcelas. Las combinaciones de los niveles de cada factor estudiado dieron un total de 24 tratamientos, los que se repitieron 4 veces.

Las variedades de maíz que se utilizaron en el presente trabajo fueron el PMC-561, variedad compuesta formada por colecciones blancas, harinosas y duras y el Amarillo de Ancash, una variedad mejorada por selección masal. Las características detalladas de estas dos variedades se presentan en el Cuadro 3 del apéndice.

La siembra se efectuó en parcelas de 4 surcos de 9 m. de largo. Se colocaron 5 semillas por "golpe" y al momento del desahije, aproximadamente a los 30 días, se descartaron 2 plantas, dejándose 3 plantas por "golpe".

El abonamiento nitrogenado se efectuó aplicando nitrato de amonio (33% de N) en forma fraccionada, mitad a la emergencia y mitad al aporque. El fósforo y el potasio se aplicaron todo a la emergencia, empleándose superfosfato simple de calcio (20% P_2O_5) y sulfato de potasio (50% K_2O) respectivamente.

La cosecha se efectuó a los 7 meses de la siembra, sólo en los 2 surcos centrales, anotándose el peso de mazorcas, número de plantas, número de mazorcas y número de "fallas" (se contabilizaba como 1/2 falla si en un golpe sólo aparecía una planta y 1 falla si no se encontraba ninguna planta).

El peso húmedo de las mazorcas se estandarizó a 14% de humedad. Para determinar la humedad de campo se tomaron muestras de humedad por parcela en base a 10 mazorcas a las cuales se les desgranó 2 filas de grano y luego se determinó el contenido de humedad mediante la estufa (70°C).

Además, se corrigió el peso de campo por el número de fallas, empleando la fórmula de Jenking:

$$\text{Peso corregido} = \text{Peso de campo} \times \frac{(M-0.3N)}{(M-N)}$$

donde:

M = número de golpes por parcela cuando la población es perfecta

N = número de fallas

Cada variedad constituyó un experimento independiente.

Luego de efectuarse el análisis estadístico respectivo se procedió a efectuar una prueba de homogeneidad de variancia con el fin de establecer la posibilidad de efectuar un análisis combinado para estudiar la diferencia de respuesta de las dos variedades a los factores en estudio.

El control de insectos y enfermedades fueron efectuados en el transcurso del desarrollo de los experimentos, no habiéndose presentado ningún problema fitosanitario importante.

Los riegos y otras labores fueron cuidadosamente efectuados en el transcurso de los dos experimentos.

RESULTADOS Y DISCUSION

1.- Respuesta de la variedad PMC-561 a la fertilización y a diferentes distancias entre surcos y golpes.

En el Cuadro 2 se presentan los rendimientos en maíz grano (14% de humedad) de la variedad PMC-561. El menor rendimiento observado fue de 3.4 ton/Ha que se obtuvo con la fórmula 0-0-0 Kg/Ha de N, P_2O_5 y K_2O y con una población de 62,500 plantas/Ha (0.80 m. entre surcos y 0.60 m entre golpes.)

El mayor rendimiento fué de 6.9 Ton/Ha que se obtuvo con la fórmula 120-100-80 Kg/Ha de N, P_2O_5 y K_2O , con poblaciones de 83,000 plantas/Ha (0.60 m entre surcos y 0.45 m entre golpes) y también con la fórmula 180-150-120 Kg/Ha de N, P_2O_5 y K_2O , con poblaciones de 66,000 plantas/Ha.

El rendimiento promedio obtenido por esta variedad en la localidad de Carhuaz es de alrededor de 5.3 Ton/Ha, según los datos obtenidos por el Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz (PCIM) en las campañas 1969, 1970, 1971 (28). En el presente experimento se ha obtenido un rendimiento promedio de 5.5 Ton/Ha, que es mayor que el promedio de la zona debido probablemente a las condiciones favorables en que se ha desarrollado el cultivo: condiciones climáticas adecuadas (normal distribución de las lluvias, ausencia de helada, etc.) y un buen manejo del cultivo (control de malezas, insectos y enfermedades en forma oportuna) y una fertilidad media del suelo.

El coeficiente de variabilidad de 13.22% obtenido en este experimento, puede considerarse como bueno para condiciones de campo.

Efecto de la distancia entre surcos:

En el Cuadro 3 del análisis de variancia se puede apreciar que existen diferencias significativas estadísticamente entre los rendimientos obtenidos a 0.80 m y a 0.60 m de distancia entre surcos.

En el Cuadro 2 el promedio de rendimientos para 0.60 m entre surcos fué de 5.8 Ton/Ha, superior al obtenido a 0.80 m entre surcos de 5.2 Ton/Ha. Este resultado corrobora los obtenidos por Colville (9), Hoff y Mederski (15), Stickler (32) Arca et al (3) y Davelouis et al (11) de que a medida que se reduce la distancia entre surcos se aumenta los rendimientos del maíz debido a que hay un mayor aprovechamiento de la energía radiante, del agua y de los fertilizantes.

Efecto de la distancia entre golpes

No se encontró diferencias estadísticas significativas entre los rendimientos obtenidos por las diferentes distancias entre golpes estudiadas. Analizando el Cuadro 2, podemos observar que a 0.60 m entre golpes se tiene un rendimiento ligeramente superior que a 0.75 m y 0.45 m. Es muy probable que al aumentar o disminuir el número de plantas dentro del surco no se obtenga una mayor eficiencia del uso de los fertilizantes, la radiación solar y el

RENDIMIENTO EN Kg/ha., DE LAS DIFERENTES COMBINACIONES DE DENSIDAD DE SIEMBRA

Y FORMULAS DE ABONAMIENTO DEL MAIZ PMC-561

Dist. entre Surcos (m)	Dist. entre Golpes (m)	Número de Ptos. por Ha. (millares)	Tes- tigo	FORMULAS DE ABONAMIENTO Kg/ha			Pro- me- dios
				60 N 50 P ₂ O ₅ 40 K ₂ O	120 N 100 P ₂ O ₅ 80 K ₂ O	180 N 150 P ₂ O ₅ 120 K ₂ O	
0.80	0.75	50.0	3.5	4.6	4.9	5.8	4.7
0.80	0.60	62.5	3.4	5.4	5.8	6.0	5.2
0.80	0.45	83.3	4.2	6.2	6.7	6.0	5.8
0.60	0.75	66.6	4.1	6.8	6.8	6.9	6.2
0.60	0.60	83.3	4.6	6.6	6.9	6.9	6.2
0.60	0.45	111.1	3.6	5.4	6.9	4.1	5.0
0.80	---	----	3.7	5.4	5.8	5.9	5.2
0.60	---	----	4.7	6.3	6.9	6.0	5.8
----	0.75	----	3.8	5.7	5.8	6.4	5.4
----	0.60	----	4.0	6.0	6.4	6.4	5.7
----	0.45	----	3.9	5.8	6.8	5.0	5.4
Promedios			3.9	5.8	6.3	5.9	5.5

CUADRO 3. ANALISIS DE VARIANCIA DE LOS RENDIMIENTOS EN GRANO DE LOS
MAICES PMC-561 Y AMARILLO DE ANCASH

FUENTES	G.L.	CUADRADO MEDIO	
		PMC-561	Amarillo de Ancash
Repeticiones	3	5.80	2.58 **
S = Distancia entre surcos	1	15.28	4.91
Error (a)	3	0.61	2.72
G = Distancia entre golpes	2	0.82	2.14
S x G	2	5.50	0.30
Error (b)	12	1.18	1.37
A = Fórmula de Abonamiento	3	32.13 **	7.01 **
Z ₁ = 0-0-0 Vs 60-50-40 120-100-80 180-150-120	1	91.69 **	18.30 **
Z ₂ = 6-50-40 Vs 120-100-80 180-150-120	1	4.69 **	2.72**
Z ₃ = 120-100-80 Vs 180-150-120	1	0.01	0.01
S x A	3	0.54	0.50
G x A	6	0.41	0.40
S x G x A	6	0.70	0.38
Error (c)	54	0.55	0.34
C.V. =		13.22%	19.77 %

* Significativa 5%

** Altamente significativa 1%

agua que cuando se varía la distancia entre surcos. Al disminuir la distancia entre surcos se deja menos superficie del terreno expuesta a las pérdidas de agua por evapotranspiración y por lo tanto la humedad dejada por la precipitación pluvial se conserva mejor y este recurso se aprovecha en forma más eficiente. Sin embargo, hay otros factores que deben tomarse en cuenta tales como: la orientación de los surcos, la dirección de los vientos, etc.

Efecto de la interacción entre la distancia entre surcos x golpes.

No se encontraron diferencias estadísticas significativas para esta interacción. Sin embargo, se observa en el Cuadro 2 que a 0.80 m de distancia entre surcos se obtiene un mayor rendimiento al acortarse la distancia entre golpes hasta los 0.45 m que equivale a una población de 83,000 plantas/Ha. Por otro lado, cuando se siembra a 0.60 m entre surcos los mejores rendimientos se obtienen con 0.75 m y 0.60 m entre golpes que equivalen a población de 66,600 y 83,000 plantas/Ha respectivamente; disminuyendo el rendimiento cuando se acorta la distancia entre golpes a 0.45 m.

Efecto de la fertilización

En la Figura 1 se puede apreciar la influencia que ejercen las diferentes fórmulas de abonamiento sobre los rendimientos. El análisis de variancia (Cuadro 3) muestra diferencias estadísticas altamente significativas entre los rendimientos obtenidos por las diferentes fórmulas de abonamiento.

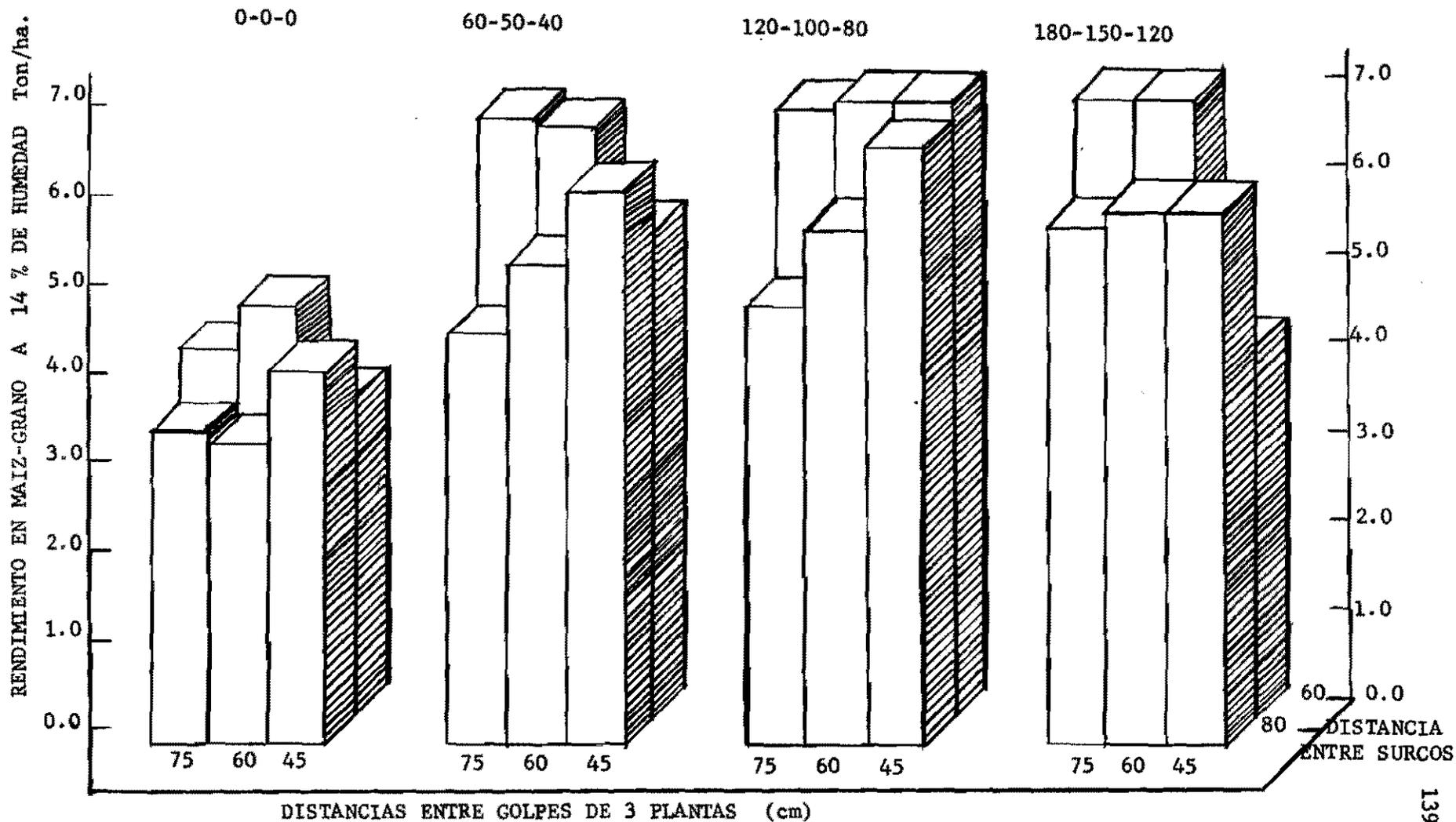
Al desdoblar los grados de libertad para fórmulas de abonamiento observamos diferencias estadísticas altamente significativas para las comparaciones entre: a) 0-0-0 Kg/Ha de N, P_2O_5 y K_2O , versus 60-50-40, 120-100-180 y 180-150-120 Kg/Ha de N, P_2O_5 y K_2O ; b) 60-50-40 versus 120-100-80, 180-150-120 Kg/Ha de N, P_2O_5 y K_2O .

El análisis de suelo (Cuadro 1) nos indica que el fósforo analizado por el método de Olsen, presenta valores de 1 a 2 ppm inferiores al nivel crítico encontrado por Benítez y Rubio (4 a 7 ppm). El potasio disponible analizado por el H_2SO_4 6 N está entre 137 y 195 ppm inferiores al nivel crítico encontrado por el Servicio Nacional de Análisis de suelo de la Estación Experimental Agrícola La Molina.

Los contenidos de Nitrógeno total de 0.095 a 0.157 % puede considerarse como valores medios que están relacionados por los contenidos medios de materia orgánica de 1.8 a 3.1%. Todos estos valores nos permiten asegurar que la fertilidad natural del suelo es media, a baja razón por la cual en el presente experimento se ha obtenido respuesta altamente significativa a las aplicaciones de 60-50-40 y 120-100-80 Kg/Ha de N, P y K. En cambio a 180-150-120 Kg/Ha ya no se obtuvo respuesta tendiendo a bajar los rendimientos en algunos casos.

Se puede apreciar en la Figura 1 que a medida que se aumenta la población de plantas la fertilización debe aumentarse paralelamente. Esta tendencia ha sido demostrada por otros investigadores (2, 3, 10, 11, 12, 14, 20, 21, 22).

FIG. 1. EFECTO DE LA FERTILIZACION CON NPK SOBRE LOS RENDIMIENTOS DEL MAIZ PMC-561 A DIFERENTES DISTANCIAS ENTRE SURCOS Y GOLPES.



Las interacciones entre distancias entre surcos por abonamiento, distancia entre golpes por abonamiento y distancias entre surcos por distancias entre golpes por abonamiento no dieron significación estadística significativa.

2. Respuesta de la variedad Amarillo de Ancash a la fertilización y a diferentes distancias entre surcos y golpes.

En el Cuadro 4 se presentan los rendimientos en maíz grano (14% de humedad) de la variedad Amarillo de Ancash. El menor rendimiento observado fue de 1.9 Ton/Ha que se obtuvo con la fórmula 0-0-0 Kg/Ha de N, P₂O₅ y K₂O y con una población de 50,000 plantas/Ha (0.80 m entre surcos y 0.75 m entre golpes). El mayor rendimiento fue de 4.4 Ton/Ha que se obtuvo con la fórmula 180-150-120 Kg/Ha de N, P₂O₅ y K₂O y con una población de 83,000 plantas/Ha (0.60 m entre surcos y 0.60 m entre golpes).

El rendimiento promedio obtenido por esta variedad en la localidad de Carhuaz es de alrededor de 3.4 Ton/Ha según los datos obtenidos por el PCIM en las campañas 1970 y 1971 (28). El rendimiento promedio obtenido en el presente experimento de 3.0 Ton/Ha no difiere mucho del promedio de la zona considerándose como un rendimiento normal por esta variedad.

El C.V. de 19.77% obtenido en este experimento si bien es mayor al obtenido con la variedad PMC-561, es considerado como aceptable para condiciones de campo.

Efecto de la distancia entre surcos y golpes

En el Cuadro 4 se puede apreciar que los rendimientos de esta variedad aumentan al acortarse la distancia entre surcos de 0.80 m a 0.60 m. en cambio, el rendimiento entre las distancias entre golpes de 0.75, 0.60 y 0.45 es similar. Sin embargo, según el análisis de variancia no hay diferencias estadísticas significativas a las distancias entre surcos, a las distancias entre golpes, ni a la interacción entre distancias entre surcos por distancias entre golpes.

Efecto de la fertilización

En la Figura 2 se puede apreciar el efecto de las diferentes fórmulas de abonamiento sobre los rendimientos. El análisis de variancia y la interpretación de los resultados se pueden comparar a los obtenidos por la variedad PMC-561.

Tampoco se encontró con esta variedad diferencias estadísticas para las interacciones entre distancia entre surcos x abonamiento, distancia entre golpes x abonamiento y distancia entre surcos x distancia entre golpes x abonamiento.

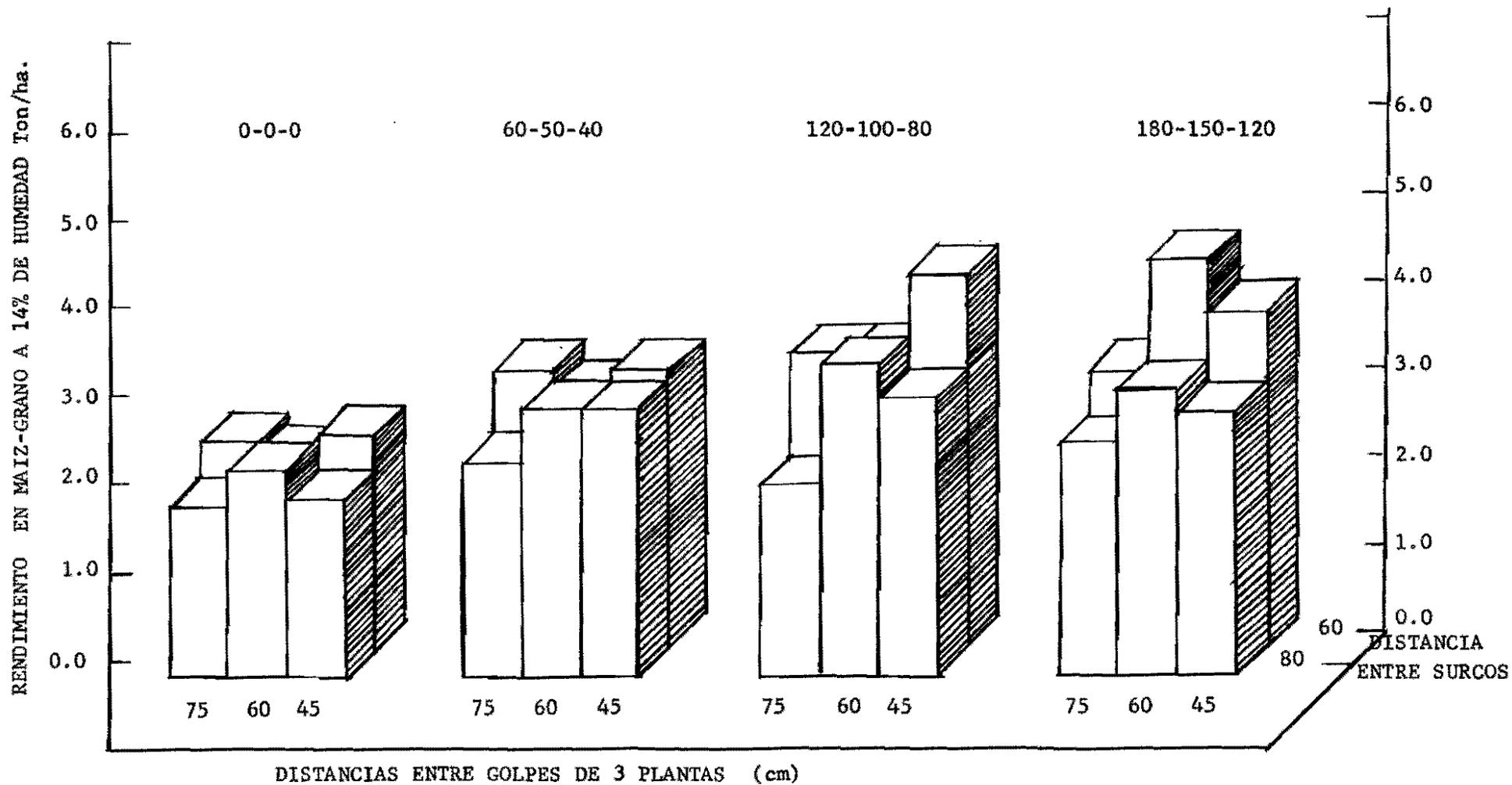
Respuesta a la fertilización y densidad de siembra de las variedades PMC-561 y Amarillo de Ancash

La variedad PMC-561 presenta un rendimiento promedio de 5.5 Ton/Ha mayor al obtenido por la variedad Amarillo de Ancash de 3.4 Ton/Ha. y la variancia combinada (Cuadro 5) muestra diferencia estadística altamente significativa para variedades.

CUADRADO 4. RENDIMIENTO EN Kg/ha., DE LAS DIFERENTES COMBINACIONES DE DENSIDAD DE SIEMBRA Y FORMULAS DE ABONAMIENTO DEL MAIZ AMARILLO DE ANCASH

Dist. entre Surcos (m)	Dist. entre Golpes (m)	Número de Ptas. por Ha. (miles)	Testigo	FORMULAS DE ABONAMIENTO (KG/HA)			Promedios
				60 N 50 P ₂ O ₅ 40 K ₂ O	120 N 100 P ₂ O ₅ 80 K ₂ O	180 N 150 P ₂ O ₅ 120 K ₂ O	
0.80	0.75	50.0	1.9	2.4	2.6	2.6	2.4
0.80	0.60	62.5	2.3	3.0	3.5	3.2	3.0
0.80	0.45	83.3	2.0	3.0	3.2	3.0	2.8
0.60	0.75	66.6	2.3	3.1	3.3	3.1	3.0
0.60	0.60	83.3	2.2	2.9	3.3	4.4	3.2
0.60	0.45	111.1	2.4	3.1	4.2	3.8	3.4
0.80		----	2.1	2.8	3.1	2.9	2.7
0.60		----	2.3	3.0	3.6	3.8	3.2
----	0.75	----	2.1	2.8	3.0	2.8	2.7
----	0.60	----	2.2	3.0	3.4	3.8	3.1
----	0.45	----	2.2	3.0	3.7	3.4	3.1
Promedios			2.2	2.9	3.3	3.3	3.0

FIG. 2. EFECTO DE LA FERTILIZACION CON NPK SOBRE LOS RENDIMIENTOS DEL MAIZ AMARILLO DE ANCASH SEMBRADO A DIFERENTES DISTANCIAS ENTRE SURCOS Y GOLPES.



CUADRO 5. ANALISIS DE VARIANCA COMBINADO PARA RENDIMIENTO (Ton/ha) DE LAS VARIETADES PMC-561 Y AMARILLO DE ANCASH

FUENTES	G.L.	Cuadrado Medio
REPETICIONES	3	0.88 **
V = Variedades	1	338.94 **
ERROR (a)	3	7.51
S = DISTANCIA ENTRE SURCOS	1	18.81 *
V x S	1	1.42
ERROR (b)	6	1.67
G = DISTANCIA ENTRE GOLPES	2	2.80
V x G	2	0.16
S x G	2	2.66
V x S x G	2	3.20
ERROR (c)	24	1.57
A = FORMULAS DE ABONAMIENTO	3	34.43 **
Z ₁ = 0-0-0 Vs 60 - 50 - 40 120 - 100 - 80 180 - 150 - 120	1	95.89 **
Z ₂ = 60 - 50 - 40 Vs 120 - 100 - 80 180 - 150 - 120	1	7.13 **
Z ₃ = 120 - 100 - 80 Vs 180 - 150 - 120	1	0.01
V x A	3	4.72 * *
S x A	3	0.72
G x A	6	0.52
V x S x A	3	0.31
S x G x A	6	0.64
V x S x G x A	6	0.74
ERROR (d)	108	0.36
	C. V. =	14.02 %

* Significativo 5%

** Altamente significativo 1 %

La superioridad del PMC-561 se debe principalmente al tamaño de mazorcas que, generalmente, son grandes y de tipo semiduro. Las plantas son medianas y vigorosas con dos mazorcas y además son resistentes a la pudrición (28). En cambio, el Amarillo de Ancash es una variedad que presenta mazorcas más pequeñas que el PMC-561 y de granos amiláceos de menor peso. Las plantas son pequeñas y generalmente presentan una mazorca (28).

Efecto de la distancia entre surcos.

El promedio de rendimiento de las dos variedades sembradas a 0.60 m. entre surcos fué de 4.50 Ton/Ha, superior al rendimiento obtenido a 0.80m. entre surcos de 3.8 Ton/Ha. El análisis de variancia combinado (Cuadro 5) mostró diferencia estadística significativa entre esos dos rendimientos.

No se encontró diferencias estadísticas significativas para la interacción variedad x distancia entre surcos.

Efecto de la distancia entre golpes

El análisis de variancia no mostró diferencias estadísticas significativas para distancias entre golpes, tampoco para las interacciones Variedad x distancia entre golpes, Distancia entre surcos x Distancia entre golpes ni para Variedades x Distancia entre surcos x Distancia entre golpes.

Efecto de la población de plantas.

La variedad PMC-561 sembradas a 0.80 entre surcos tiende a aumentar sus rendimientos a medida que se acorta la distancia entre golpes de 0.75 m a 0.45 m. En cambio cuando se siembra 0.60 m al acortarse la distancia entre golpes de 0.75 m a 0.45 los rendimientos tienden a bajar (Figura 3).

Por otro lado, la variedad Amarillo de Ancash tiende a aumentar sus rendimientos cuando se le siembra a 0.60 m entre surcos y a medida que se aumenta la población dentro del surco (Figura 3).

Esto confirma lo encontrado por Richey (30) y otros investigadores (24,34) de que las variedades precoces de corta altura, tienden a permitir poblaciones óptimas más elevadas, que las variedades tardías y de mayor altura.

Efecto de la fertilización

La respuesta a la fertilización por las dos variedades llegó hasta los 120-100-80 Kg/Ha de N, P₂O₅ y K₂O, según se aprecia en el Cuadro 5 del análisis de variancia combinada.

En la Figura 4 se observa que a medida que se incrementa la fórmula de abonamiento, también se incrementan los rendimientos de las variedades PMC-561 y Amarillo de Ancash. También se nota que la respuesta a los fertilizantes es mayor cuando se aumenta la población de plantas.

Así tenemos que mientras la inflexión de la curva de respuesta del Amarillo de Ancash sembrado a 0.80 m se encuentra en 60-50-40 Kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O, la inflexión de la curva de respuesta de la misma variedad

FIG. 3. EFECTO DE LA DISTANCIA ENTRE SURCOS Y LA DISTANCIA ENTRE GOLPES SOBRE EL RENDIMIENTO DE LOS MAICES PMC-561 Y AMARILLO DE ANCASH

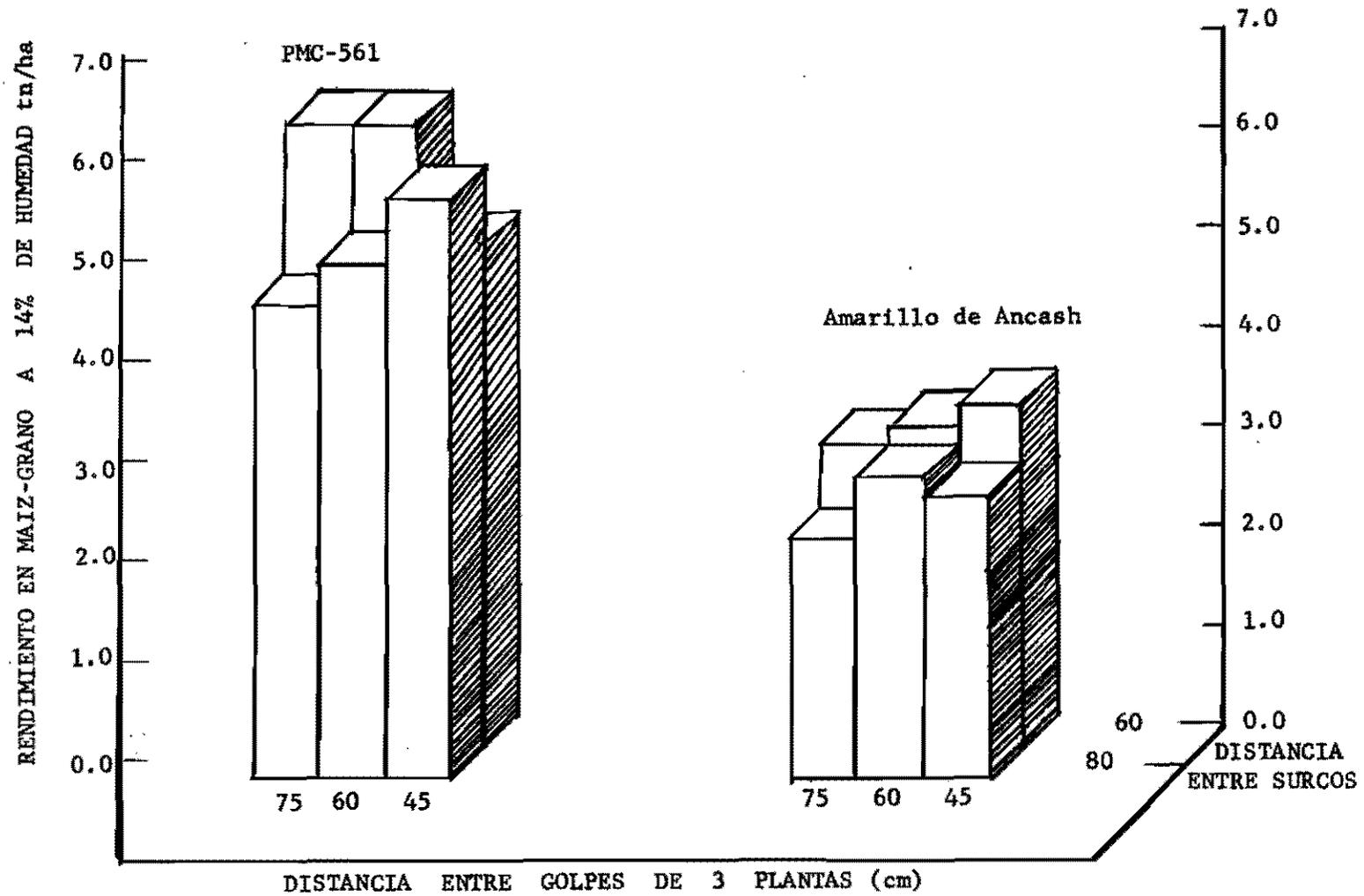
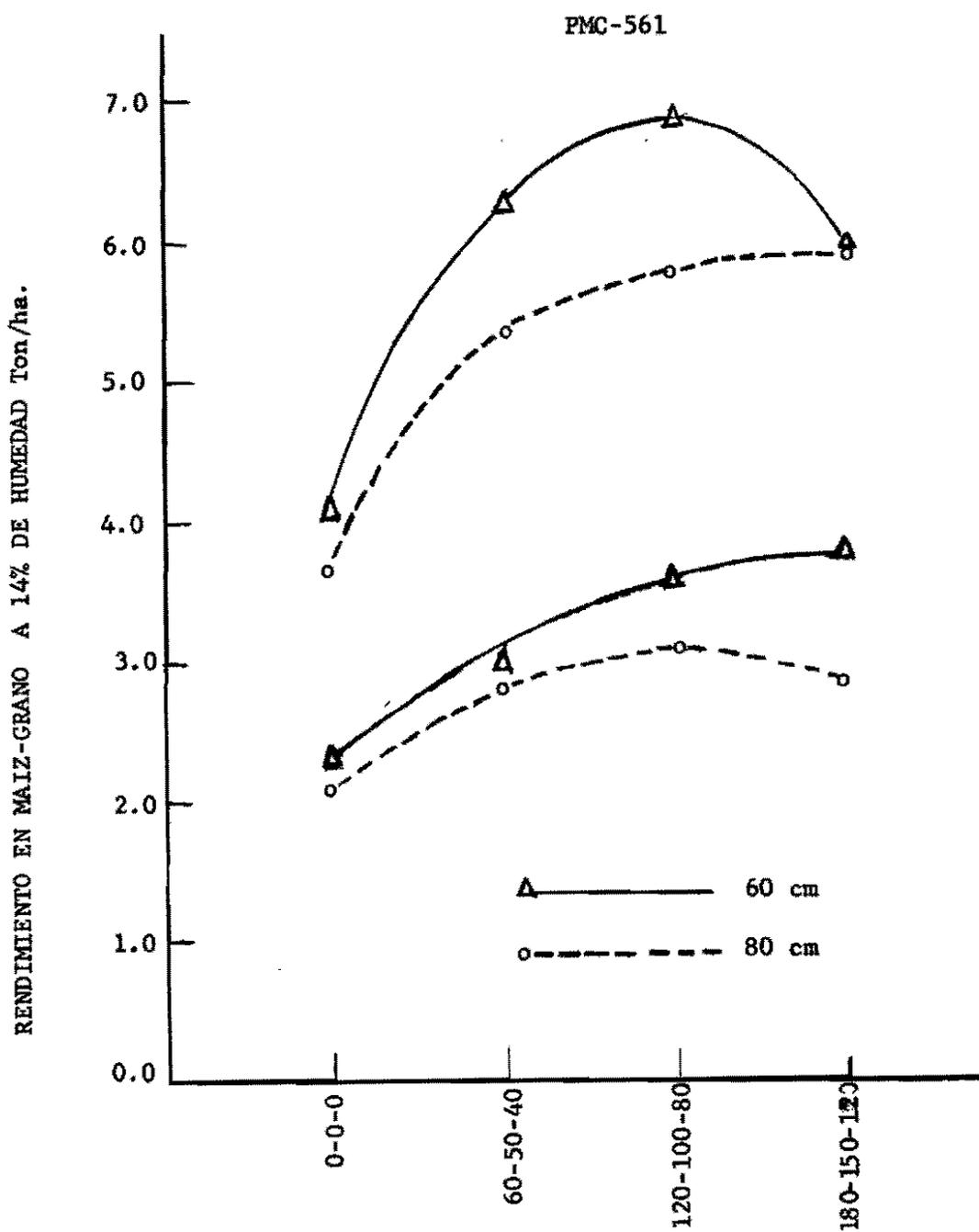


FIG. 4 EFECTO DE LA FERTILIZACION CON NPK SOBRE LOS RENDIMIENTOS DE LAS VARIEDADES PMC-561 Y AMARILLO DE ANCASH A 80 Y 60 CENTIMETROS ENTRE SURCOS



sembrada a 0.60 m se encuentra en 120-100-80 Kg de N, P₂O₅ y K₂O. Esta misma situación ocurre con la variedad PMC-561.

Estos resultados corroboran las encontradas por Stringfield(35), Long (23), Dungan (12), Becker (5), Arca (2) y otros que el rendimiento del maíz depende del nivel de fertilidad y de la población de plantas empleadas.

La interacción Variedad por Abonamiento resultó altamente significativa y positiva como puede apreciarse en la Figura 4. La variedad PMC-561 demostró una mayor respuesta a la aplicación de los fertilizantes que la variedad Amarillo de Ancash. Generalmente, se ha observado que las variedades medianas a tardías tienden a rendir más que las variedades precoces a cualquier nivel de fertilidad del suelo.

CONCLUSIONES

1. La variedad PMC-561 en promedio, tuvo un mejor rendimiento que la variedad Amarillo de Ancash. La diferencia fue altamente significativa estadísticamente.
2. Tanto la variedad PMC-561 como la variedad Amarillo de Ancash incrementaron sus rendimientos al reducirse la distancia entre surcos de 0.80 m a 0.60 m mostrando una diferencia altamente significativa para el PMC-561 y significativa en forma combinada.
3. No se encontró significación estadística para las distancias entre golpes ni para la interacción distancias entre surcos x distancias entre golpes.
4. Las dos variedades respondieron a la fertilización con N, P₂O₅ y K₂O, encontrándose respuesta altamente significativa hasta la fórmula 120-100-80 Kg/Ha de N, P₂O₅ y K₂O.

BIBLIOGRAFIA

1. ANDREW, R. H., and J. W. PEEK. 1971. Influence of cultural practice and field environment on consistency of corn yields in Northern areas. *Agron. J.* 63: 628-633.
2. ARCA, M.N. 1964. Rendimientos obtenidos en maíces híbridos bajo diferentes densidades de siembra y dosis de abonamiento en la región de la costa peruana. *Anales Científicos* 2: 347 - 390.
3. ARCA, M. N.; A. VALDEZ y J. DAVELOUIS. 1967. Estudio del efecto de variar el distanciamiento entre surcos sobre el rendimiento del maíz y bajo diferentes niveles de abonamiento. *Anales Científicos* 5: 141-149.
4. AUBERTIN, G. M. and D. B. PETERS. 1961. Net radiation determination in a corn field. *Agron. J.* 53: 269-272.
5. BECKER, V.R. 1953. Spacing and population studies with maize Hybrid Maize Meeting 6th. Lisboa Ed. by FAO.
6. BENITEZ, J. R. y A. RUBIO. 1972. Correlación entre fósforo disponible (Método de Olsen) y la respuesta del maíz en la predicción del nivel crítico. Trabajo presentado en el IV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Maracay-Venezuela.
7. BRYAN, A.A., R. E. ECKHARDT and F. SPRAGUE. 1940. Spacing experiment with corn. *Agron. J.* 32: 707-715.
8. COCHRAN, W. G. y G. W. COX. 1950. Diseños experimentales. John Wiley and Sons, Inc. New York.
9. COLVILLE, W. L. 1968. Influence of Plant spacing and population on aspects of the microclimate within corn ecosystems. *Agron. J.* 60: 65-67.
10. COLYER, D. and E. M. KROTH. 1968. Corn field response and plant population over a seven year period. *Agron. J.* 60:524-529.
11. DAVELOUIS, J.; M.N. ARCA y L. A. VALDEZ. 1970. Estudio del efecto de distanciar poblaciones en plantas de maíz obtenidas al variar el distanciamiento entre surcos y entre golpes sobre el rendimiento bajo diferentes niveles de abonamiento. *Anales Científicos* 9: 72-93.
12. DUNGAN, G. N.; A. L. LANG y J.W. PENDLETON. 1958. Corn plant population in relation to soil productivity. *Adv. Agron.* 10: 436-471.

13. GIESBRECHT, J. 1969. Effect of population and row spacing on the performance of four corn. (*Zea Mays* L.) hybrids. *Agron. J.* 61: 439-441.
14. GRUNEBERG, F. A. 1959. Nutrición y fertilización del maíz. *Boletín verde, Hannover.* pp. 48.
15. HOFF, D. J. and H. J. MEDERSKI. 1960. Effect of equidistant corn planting spacing on field. *Agron. J.* 53: 295-297.
16. HOLT, R. F. and D. R. TIMMONS. 1968. Influence of precipitation, soil water, and plant population interactions on corn grain yields. *Agron. J.* 60: 379-381.
17. HUBER, L.L.; H. M. SCHAAF y D. P. SATCHELL. 1953. Pennsylvania corn performance studies. *Penn. Agr. Expt. Sta. Progress Report N. 102.*
18. JUGENHEIMER, R. W. y R. A. SILOW. 1954. Results of Cooperative hybrid maize test in European and Mediterranean countries. *FAO Agr. Development Paper No. 42.*
19. KRANTZ, B.A. 1949. Fertilizer corn for higher yield. *North Carolina Agr. Expt. Sta. Bul. No. 366.*
20. LAIRD, R. J.; M. GILLEN O. y R. P. PEREGRINA. 1955. Fertilizantes comerciales y densidad óptima de población para maíz de riego en Guanajuato, Querétaro y Michoacán. *Folleto Técnico No. 16, O.E.E., S.A.G. México.*
21. LAIRD, R. J. y H. LIZARRAGA. 1959. Fertilizantes y población óptima de plantas para maíz de temporal en Jalisco. *Folleto Técnico No. 35, O.E.E., S.A.G., México.*
22. LAIRD, R.J. y Otros. 1954. Fertilizantes y prácticas para la producción del maíz en la parte central de México. *Folleto Técnico No. 13, O. E.E., S.A.G., México.*
23. LONG, O. H. 1953. Nitrogen and spacing experiment with corn. *University of Tennessee. Agric. Exp. Sta. Bull. 232.*
24. LUTZ, J. A.; H. M. CAMPER and G. D. JONES. 1971. Row spacing and population on effects on corn fields. *Agron. J.* 63: 12-14.
25. MILLER, E. V. y Otros. 1950. Population density of unirrigated maize and its influence upon fertilizer efficiency in Central Mexico. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 14: 270-275.
26. MUHR, G. R. and G.O. ROST. 1951. The effect of population and fertilizer on yields of sweet corn and field corn. *Agron J.* 43: 315-319.

27. NORDEN, A. J. 1966. Response of corn (*Zea mays* L.) to population, bed height, and genotype on poorly drained sandy soil II. Top Growth and root relationships. Agron J. 58: 299 - 302.
28. PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACIONES EN MAIZ. 1972. Cultivo de maíz en la sierra. Folleto Divulgativo No. 4. U.N.A. La Molina-Perú.
29. PUENTE, F. y Otros. 1963. Prácticas de fertilización y población óptima para siembras de maíz en las regiones tropicales de Veracruz. Folleto Técnico No. 45, O.E.E., S.A.G. México.
30. RICHEY, F. D. 1933. Corn Culture. U. S. D. A. Farmers Bul. No. 1714.
31. ROGERS, J. S. y J. W. COLLIER. 1952. Corn production in Texas Agr. Exp. Sta. Bul. No. 746.
32. STICKLER, F. C. 1964. Row width and plant population studies with corn. Agron. J. 56: 438-441.
33. STICKLER, F. C. and H. H. LAVDE. 1960. Effect of row spacing and plant population on performance of corn, grain Sorghum, and forage sorghum. Agron. J. 52: 275-277.
34. STIVERS, R. K., D. R. GRIFFITH and E. P. CHRISTMAS. 1971. Corn performance in relation to row spacing, population, and hybrids on five soils in Indiana. Agron. J. 63: 580-582.
35. STRINGFIELD, G. H. and L. E. THATCHER. 1947. Stands and methods of planting for corn hybrids. Jour. Amer. 500. Agron. 39: 995-1010.
36. TURRENT, A. y R. J. LAIRD. 1970. La producción del maíz y criterios de diferenciales para el uso de fertilizantes en el área del Proyecto Puebla. México. Trabajo presentado en la reunión anual del CIMMYT.
37. VOSS, R. I.; J. J. HANWAY, and W. A. FULLER. 1970. Influence of soil, management, and climatic factor on the yield response by corn (*Zea mays* L.) to N, P and K fertilizer. Agron. J. 62: 736-740.

ESTADO ACTUAL DEL MEJORAMIENTO DEL MAIZ EN LOS CLIMAS

FRIOS DE LA ZONA ANDINA^{1/}M. Torregroza C.^{2/}

El maíz ha sido y continuará siendo el principal alimento de los habitantes de la América Latina y el Caribe, principalmente de quienes moran las laderas de la Zona Andina. Se describe aquí la Zona Andina, como la región de la Cordillera de los Andes más allá de los 1800 metros de altitud, en donde el cultivo del maíz sólo produce una cosecha al año. En este informe se presentarán las principales actividades de investigación que se han venido realizando hasta la fecha en Tibaitatá.

A más de su período vegetativo largo, las variedades de maíz de esta Zona, se caracterizan por sus rendimientos bastantes variables; tendencia a la prolificidad; plantas de porte más bien alto; tallos colorados y pubescentes; mazorcas de diversos tamaños, desde menos de 10 cms. de longitud, como Pollo de Colombia y Confite Puneño del Perú hasta más de 20 cms., como Montaña de Colombia y Ecuador y Piricincó del Perú; dichas mazorcas tienden además a ser cónicas, de hileras escasas e irregulares, de pocos granos, grandes y redondos, con pericarpio y aleurona coloreados; abundan los tipos harinosos. Este grupo de variedades muestra bastante susceptibilidad a los patógenos causantes de pudriciones de mazorcas y resistencia en grado variable a los que afectan las raíces, los tallos y las hojas.

En el Banco de Germoplasma de "Tulio Ospina" (Medellín, Colombia) hasta la fecha se han registrado 5.370 colecciones de maíz, originarias de los cinco países que integran la Zona Andina. Tan valioso material se ha clasificado en 146 razas, de las cuales aproximadamente el 47 por ciento se siembra por encima de los 1800 metros de altitud. En Colombia, las estadísticas han mostrado que alrededor del 40 por ciento de la producción de maíz sale de los cultivos tradicionales de ladera. Me parece que estas cifras han de variar en Bolivia, Perú y Ecuador. Sin lugar a dudas, tales valores dan una idea de la importancia del cultivo de tal cereal en esta porción de la América del Sur. Luego se justifica los recursos que dichos países están dedicando al mejoramiento del cultivo de este tipo de maíz.

^{1/} Trabajo presentado en la V Conferencia de Maiceros de la Zona Andina. Cochabamba, Bolivia; Marzo 26-30/1973. Contribución del Programa de Maíz y Sorgo del Instituto Colombiano Agropecuario ICA.

^{2/} Director Nacional del Programa de Maíz y Sorgo del ICA. Apartado Aéreo 151123 (El Dorado) Bogotá, D.E. Colombia.

Las investigaciones dedicadas al mejoramiento genético del maíz de clima frío se iniciaron en Colombia en la década del 50. Los diversos proyectos se han encaminado a mejorar la capacidad de rendimiento de las variedades criollas, principalmente las del País. Conjuntamente con la productividad, se ha estado seleccionando por prolificidad, precocidad, resistencia a enfermedades, plantas de porte bajo y calidad de la proteína.

Las variedades de maíz adaptadas a las zonas ecológicas comprendidas entre los 1800 y 2400 metros de altitud, no se comportan bien en "Tibaitatá" (2640 metros), así como las sembradas por encima de los 2400 metros, no dan buenas cosechas en "La Selva" (2000 metros; La Cebra, Antioquia). De ahí que estos dos centros de investigación, sean la sede del mejoramiento de maíces de las series 400 (La Selva) y 500 (Tibaitatá).

El primer paso en nuestras actividades investigativas fue la introducción, observación y aumento de las colecciones de maíz, provenientes de todas partes del mundo, principalmente las del continente americano. De los países de la Zona Andina, se han observado hasta la fecha, 1008 variedades de clima frío. De tal estudio se seleccionaron las más sobresalientes, las cuales se les ha llamado variedades promisorias; tales como, Antioquia 333, 428, 439; Boyacá 371, 399, 400, 485, Blanco Rubí; Cundinamarca 365, 410, 429, 431, Harinoso Mosquera, Nariño 411 y 413 de Colombia; Bolivia 332; Ecuador 410, 466, 559, 573, 609 y Chillos; Perú 668, 677, 745 y 991; y de México, Rocamex V₇. Las evaluaciones iniciales mostraron que la variedad más promisoría era Boyacá 371, la cual, después de varios ciclos de selección masal, se registró en 1956 como Diacol V 551. Aún se continúan evaluando las colecciones.

La siguiente etapa en la dinámica del mejoramiento fue la hibridación varietal, método al cual se le ha dado un gran énfasis por los resultados obtenidos hasta la fecha. Las tablas 1, 2 y 3 presentan algunos datos de cruzamientos entre variedades obtenidas en Tibaitatá. Se observa que el mayor porcentaje de heterosis se obtuvo cuando se combinaron variedades mejoradas colombianas con Amarillo Ancash del Perú (Tabla 2). Estos valores fueron bastante altos, por el bajo rendimiento de la variedad peruana. Sin embargo, desde el punto de vista de la inmediata comercialización del vigor híbrido, los mejores cruzamientos se han obtenido entre variedades de Colombia y Ecuador; de éstos se han destacado, Cundinamarca 365 x Ecuador 466, Harinoso Mosquera x Ecuador 410 y Harinoso Mosquera x Chillos. El primer cruce se distribuye actualmente como Diacol H 501. La tabla 3 muestra cómo diferentes recursos de Harinoso Mosquera se recombinan bien con Chillos. Igual resultado se ha obtenido entre el cruce de esta variedad colombiana con Rocamex V₇.

Conocidos los efectos heteróticos favorables, al combinar las variedades más sobresalientes y adaptadas a las condiciones ecológicas de Tibaitatá, se ha estado evaluando la selección recurrente recíproca en tres grupos de materiales: Harinoso Mosquera y Rocamex V₇; Cundinamarca 365 y Ecuador 466; Cundinamarca 431 y (Mezcla cruzamientos línea x variedad de líneas S₁ de Ecuador 573 x Blanco Rubí I Sin. 2) Sin. 6. En el presente año se inició el cuarto ciclo de selección en el primer grupo; el tercero en los padres del Diacol H 501 y el segundo en el último

TABLA 1. Rendimiento en ton./ha. de híbridos varietales obtenidos de colecciones amarillas harinosas de la Zona Andina.

		Ton./Ha.	Heterosis, P.P. %
Colombia x Ecuador		7.13	123
x Perú		5.71	119
Ecuador x Perú		5.87	119
Ecuador	5.90		
Colombia	5.65		
Perú	3.94		

Datos combinados 3 ambientes; 4 repeticiones/ambiente
P.P. = Promedio Padres.

TABLA 2. Rendimiento en Ton./Ha. y heterosis de híbridos varietales entre variedades mejoradas y seleccionadas de la Zona Andina.

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₁	P ₂	P ₁	P ₃
	Chillos Am. Ancash Toneladas/Hectárea			Heterosis Por ciento			
ICA V 552	3.80	2.60	140	90	96	173	
V 553	4.00	3.70	113	100	104	246	
Hso. Mosquera I (MP) VI	4.10	3.45	102	102	86	230	
P M V 560	2.60			65			
561	4.00			100			
Ecu. 619		2.45			148	163	
466		2.20			68	147	
418		2.60			80	173	
ICA V 552	2.70						
V 553	3.55						
Hso. Mosquera I (MP) VI	4.00						
Ecu. 619	1.65						
466	3.25						
418	3.25						
Chillos		4.00					
Am. Ancash			1.50				

TABLA 3. Capacidad de combinación específica de tipos mejorados de Harinoso Mosquera con Chillos.

P ₁	P ₂	Ton. /Ha.	F ₁ Función de :		
			P.P.	P ₁	P ₂
			Por ciento		
Hso. Mosquera I (MP) VI	x Chillos	7.60	127	127	127
	x Ecuador 410	7.10	119	120	145
Hso. Mosquera II (MP) I	x Chillos	6.50	117	127	108
Hso. Mosquera (M P)VIII	x Chillos	6.50	111	114	108
Chillos	6.50				
H.M I (MP)VI	6.00				
H.M (MP) VIII	5.70				
H.M II (MP) I	5.10				
Ecuador 410	4.90				

Datos combinados 4 ambientes; 4 repeticiones / ambiente.

P.P. = Promedio Padres.

par de recursos germoplásmicos. Los datos obtenidos hasta ahora, aún cuando no definitivos, han mostrado que la efectividad del método ha variado según el material usado, habiendo sido tal vez mucho más efectivo en Harinoso Mosquera y Rocamex V₇, que en los otros dos grupos de materiales.

Otro tipo de selección recurrente en evaluación, es la por habilidad combinatoria general. Blanco Rubí, Boyacá 371 y Cundinamarca 410 llevan cuatro ciclos de selección, la primera variedad y dos, las dos últimas. El segundo ciclo de selección en Blanco Rubí se designó comercialmente ICA V 553. Esta variedad sintética está rindiendo en lotes comerciales más de 15 por ciento que Diacol V 551.

En cuanto al método mazorca x surco, tal como lo propusiera el Dr. J.H. Lonquist, se viene también aplicando en ICA V 553 y Diacol V 551. En ambas variedades, se están actualmente evaluando los seis primeros ciclos de selección.

La selección fenotípica recurrente o selección masal modificada ha sido el método de mejoramiento más usado en Tibaitatá. Este sistema se inició en 1956, en la variedad criolla Harinoso Mosquera. Se dió énfasis al comienzo a la prolificidad. Las variedades mejoradas ICA V 503 e ICA V 504 son el producto de este sistema de mejoramiento. En el presente año se ha incluido en las pruebas regionales el séptimo ciclo de selección masal por prolificidad en las generaciones avanzadas del Diacol H 501. Se espera registrar este material el próximo año, como una nueva variedad comercial.

Dado el éxito obtenido con la selección masal por prolificidad, se inició en Obonuco en 1965 un proyecto de selección masal por dos caracteres agronómicos a la vez: prolificidad y rendimiento por planta. Se usó como material básico la variedad mejorada ICA V 552, la cual a la vez se originó de aplicar la selección masal en generaciones avanzadas del cruzamiento varietal Blanco Rubí x Rocamex V₇. El cuarto ciclo de selección por los dos caracteres, se ha registrado comercialmente como ICA V 554.

Además de los proyectos arriba descritos, dicho método de selección se realiza también en dos compuestos: el uno formado por la mezcla de cruzamientos línea x variedad de líneas S₁ de Rocamex V₇ I Sin. 2 combinadas con Harinoso Mosquera I Sin 2 y el otro, por la generación Sin 4 del material anterior cruzado con la Sin. 6 de Diacol H 501. Es decir, mientras el primer compuesto representa una síntesis de dos recursos germoplásmicos, el segundo lo es de cuatro recursos. Hasta la fecha, estos dos compuestos constituyen el material más valioso obtenido en Tibaitatá, habiendo producido en ensayos de rendimiento hasta 10 toneladas / hectárea. Sin embargo, debido a sus orígenes producen cuatro tipos de maíces: amarillo fino y harinoso y blanco fino y harinoso. Se los está purificando para futuros usos comerciales. A partir de este año, 1973, en estos dos compuestos, la selección masal se hará con tres caracteres a la vez, pues a los mencionados anteriormente, se le agregó el número total de granos por planta. En los híbridos varietales, Harinoso Mosquera I Sin 12 (2 M XI) x Chillos y / (Mezcla cruzamientos línea x variedad líneas S₁ de Ecuador 573 x Blanco Rubí I Sin. 2) Sin 6) / x Rocamex V₇ I Sin. 3 también se está ejecutando selección masal.

En los últimos años se ha estado investigando en maíces precoces. La razón por la cual no se han comercializado aún los dos híbridos varietales antes anotados, ha sido por la diferencia en precocidad de las respectivas variedades parentales. De ahí la importancia de este proyecto. Boyacá 399 y, sobre todo, Cacahuacintle de México, se han estado utilizando como recursos para precocidad. Se espera que Gaspé también pueda aportar esta característica. Aún no se tienen datos sobre estos proyectos. La transferencia del gene opaco a los maíces de clima frío ha merecido especial atención. La mayoría de las variedades promisorias y las comerciales se han estado usando como padres recurrentes en este proyecto. Como en el proyecto anterior, aún se carece de datos de la investigación en los maíces opacos. A partir de este año, en colaboración con Fitopatología comenzará la investigación sobre enfermedades del maíz de clima frío, prestándole mayor énfasis a las de las mazorcas.

En resumen, mediante la aplicación de modernos sistemas de mejoramiento, en Tibaitatá se han producido cuatro variedades mejoradas y un híbrido varietal; en Obonuco, 2 variedades mejoradas y en La Selva, 3 híbridos varietales. Se considera que estos maíces mejorados rinden en promedio un 25 por ciento más que las variedades criollas. Harinoso Mosquera, variedad de la raza Sabanero, combinan muy bien con Chillos y Rocamex V₇, mientras Cundinamarca 365 con Ecuador 466. En cuanto a maíces blancos, duros, Blanco Rubí, otra colección de Sabanero, y compuestos de Blanco Rubí con Ecuador 573 producen alto vigor híbrido con Racamex V₇. La selección masal por número de mazorcas y rendimiento por plantas ha sido un método de mejoramiento muy efectivo para incrementar la productividad y la prolificidad en los maíces de clima frío de Colombia.

ESTADO DEL MEJORAMIENTO DEL MAIZ EN EL
TROPICO BAJO DE LA ZONA ANDINA

Alexander Grobman^{1/}

I. Planteamiento del Problema

Aproximadamente 1,200,000 hectáreas de maíz se siembran cada año en los estratos inferiores de altura de los países de la Zona Andina. Considerables progresos en mejoramiento genético y técnicas de producción de maíz han elevado las producciones totales de este cereal en dichos países, en el lapso de los últimos quince años.

La creciente demanda de maíz para consumo humano, uso industrial y alimentación de animales de granja, hace preveer la aparición de déficits de abastecimiento, si estos no son controlados por las tres formas siguientes de acción: (a) incremento de los rendimientos unitarios de maíz; (b) incremento de las áreas sembradas en maíz; (c) incremento de las áreas sembradas con sorgo, que actúa como sustituto del maíz en muchos usos del primero.

El incremento de los rendimientos unitarios de maíz logrado en la última década y media puede analizarse ha sido resultante de la conjunción de los factores, que se exponen a continuación:

- a) Variedades e híbridos con "techo" o potencial genético de rendimiento superior, capaces de mayor utilización de nutrientes, especialmente nitrógeno y agua (híbridos Perla x Cuba, de la Costa peruana, por ejemplo).
- b) Densidades de siembra más altas.
- c) Niveles de fertilización N-P más altos.
- d) Insecticidas modernos mas eficientes y su uso racional.
- e) Disponibilidad y uso de matamalezas químicos eficientes.

Aparte de los factores económicos de precio del maíz y de insumos y su manipulación, por los gobiernos de los respectivos países, que son resortes fundamentales de estímulo a la producción y que permiten la adquisición por los agricultores de los insumos necesarios, en el panorama del incremento de producción de maíz, como factor de tecnología primordial debe figurar el desarrollo de nuevas y mejores variedades de maíz.

^{1/} Northrup, King & Co. Minneapolis, Minn. USA y Lima, Perú.

En efecto, puede vincularse el mejor empleo de las tecnologías de producción al tipo y características de nuevas variedades y recíprocamente la naturaleza e intensidad cuantitativa de empleo de dichas tecnologías están estrechamente ligadas a las características de las variedades y al efecto modificado de respuesta a la interacción de nueva variedad x nueva tecnología.

Estas consideraciones conducen perentoriamente a señalar al desarrollo genético de nuevas variedades de maíz (incluyendo híbridos y variedades sintéticas), para sustituir a las actualmente en uso, como la etapa primaria y de apoyo a programas integrados de evolución progresiva de nuevas tecnologías de producción de maíz.

En años recientes el establecimiento de redes experimentales regionales de maíz en Latinoamérica, Asia y Africa, patrocinadas y coordinadas por instituciones internacionales como CIMMYT, CIAT e IITA, así como las conducidas por empresas privadas productoras de semillas, han demostrado la amplia adaptabilidad de genotipos mejorados de maíz en regiones tropicales. Especificadas determinadas condiciones de límites máximos y mínimos de temperatura de suelo (1, 2, 3), de temperatura ambiental nocturna y diurna (a través de su efecto morfogenético, sobre fotosíntesis y respiración en la luz y respiración oscura, esencialmente) (4,5) y de duración de fotoperíodo "efectivo" para una reacción fotosensible de las plantas (6), puede predecirse la adaptación relativa de cualquier genotipo de maíz a determinada circunscripción geográfica en los trópicos. Estas predicciones han sido comprobadas por performance de campo en general. Sin embargo, queda aún por trabajarse y establecerse una metodología efectiva de clasificación de circunscripciones ecológicas que determinen categorías cuantificables de crecimiento y rendimiento en maíz, que puedan servir para predicción de performance de genotipos de maíz. Tal metodología requeriría la integración de información meteorológica utilizando datos sobre temperatura, radiación, longitud de día efectivo y precipitación, todo ello integrado sobre una escala dinámica de tiempo. Un análisis parcial del problema referido a precipitación para las áreas tropicales de Centro América ya se encuentra disponible (7).

Otra aproximación a la clasificación de "provincias o distritos ecológicos" desde el punto de vista de adaptación de híbridos de maíz es el método empírico basado en obtener datos de performance de genotipos de maíz en varias localidades y agrupar aquellas que en conjunto den los valores mínimos de interacción genotipo-medio ambiente en un análisis de variancia combinado. Un análisis de zonificación de este último tipo ha sido efectuado en el Perú por Salhuana y Chang (8).

Además de la predictibilidad de la respuesta promedio de performance de una variedad a determinado ambiente, figura como de gran importancia la constancia de la respuesta, o lo que es lo mismo su baja variabilidad en diversos ambientes. La "estabilidad" de una variedad en diversos ambientes puede ser estimada mediante estimación de parámetros de estabilidad según la metodología planteada por Steve Eberhart consistente en hallar el valor de regresión y la desviación de regresión para determinada

variedad, relativas a un índice ambiental. Alternativamente puede estimarse por componentes de variancia del valor σ_{vl} (variancia del valor de interacción genotipo x medio ambiente, particionado para cada variedad), según propuesta del presente autor en la 8a. Conferencia de la Asociación Latinoamericana de Fitotecnia (1970).

Técnicas de análisis de estabilidad de diversas poblaciones y razas, estratificadas en medios ambientes, nos permitirían identificar genotipos que confirieran a sus cruzas un máximo de estabilidad, o un mínimo de interacción genotipo x medio ambiente, para estratos de ambiente y para determinados grupos de cruzas interraciales.

Este tipo de trabajo falta realizarse en la Zona Andina baja.

Admitida la factibilidad de desarrollar variedades, "pools" de genes o compuestos e híbridos, que tengan una amplitud de adaptabilidad considerable en los trópicos bajos, se plantea el problema de entrelazar o coordinar los recursos técnicos, humanos y económicos de las instituciones o entidades que operan en los trópicos bajos para acelerar el desarrollo de germoplasma superior de maíz.

No se puede afirmar que exista una coordinación de esfuerzos en la actualidad, entre dichas instituciones que trascienda solamente lo superficial. Solamente se produce intercambio parcial de materiales genéticos y en forma muy elemental, pruebas regionales de productos finales. Estas equivaldrían a disparos aislados al goal por un conjunto de jugadores de football, para ver quien, desde una posición estacionaria convierte mas tantos. Falta, en la actualidad, totalmente una asociación orgánica y dinámica como la que existe en un equipo de football con backs, líneas medias y delanteros, que cubriendo el campo aseguren los goles. No se concebiría hoy un equipo en que cada jugador hiciera desde back hasta delantero, independientemente de los demás.

Análogamente, en las circunstancias actuales no es admisible que las instituciones internacionales, entidades oficiales, universidades y empresas privadas actúen independientemente y sin colaborar ante una meta común, que se va alejando progresivamente con cada día que pasa y cada niño que nace.

En términos específicos esta necesidad imperiosa de coordinación y apoyo mutuo se traduce en el caso del mejoramiento del maíz en un sencillo esquema, que previo a elaboraciones posteriores, se presenta en el Gráfico No. 1.

En dicho Gráfico las instituciones internacionales funcionan en el nivel básico como recepcionistas y almaceneros de la materia prima genética y construyen los cimientos o estructura de poblaciones mejoradas, con diversas características y para suplir diversos propósitos como se elaborará mas adelante. Realizan así mismo la investigación básica en genética, fisiología (especialmente autoecología) y en las diversas ramas de protección vegetal, necesaria para acumular conocimientos indispensables a los fines de entender las relaciones y procesos que apoyarán a la proxima operativa subsiguiente de los otros niveles. Les compete también

GRAFICO I

PROPUESTA DEL ESQUEMA DE INTERRELACION INSTITUCIONAL PARAEL MEJORAMIENTO DEL MAIZ

<u>NIVEL</u>	<u>INSTITUCION</u>	<u>FUNCIONES</u>
BASICO O DE FUNDACION	INSTITUCIONES INTERNACIONALES CIMMYT FAO IITA CIAT	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bancos de Germoplasma 2. Evaluación de Germoplasma. 3. Ingeniería Genética Estructural. 4. Investigación sobre información básica. 5. Entrenamiento 6. Coordinación de proyectos cooperativos
INTERMEDIO O DE APOYO	INSTITUCIONES NACIONALES PUBLICAS: Ministerio de Agricultura Universidades Otras	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluación de Germoplasma 2. Edificación Genética 3. Investigación sobre información básica local 4. Entrenamiento 5. Evaluación final de variedades, productos y sistemas de Acabado Genético a nivel local. 6. Difusión, Promoción y Supervisión.
FINAL	EMPRESAS PRODUCTORAS DE SEMILLAS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Acabado Genético 2. Evaluación preliminar de variedades, productos y sistemas. 3. Producción, Distribución y Venta

a estas instituciones el entrenamiento a niveles de su especialidad, complementando al entrenamiento formal a nivel básico y de post-grado de las Universidades. Finalmente, deberán tener la responsabilidad, delegada en ellas colectivamente, de coordinar, recopilar, archivar y difundir información útil sobre germoplasma en diversos estados de construcción genética desde colecciones originales hasta híbridos.

Las instituciones públicas nacionales en el nivel de apoyo, avanzarán los materiales genéticos adecuándolos a las necesidades locales mediante el desarrollo de variedades, compuestos, líneas e híbridos, con características específicas. Complementarán así mismo con estudios básicos la información local requerida para sus fines. Efectuarán ensayos de comportamiento de las variedades, e híbridos básicos creados por ellos y de las variedades e híbridos creados por empresas de semillas para proporcionar información local imparcial a los usuarios, así como información para fines de coordinación internacional. También evaluarán e informarán sobre productos y sistemas referentes a la producción de materiales genéticos y la tecnología de producción de semillas. Efectuarán entrenamiento a diversos niveles y difusión y promoción a los agricultores de innovaciones en materiales, métodos y técnicas de producción. Supervisarán finalmente la comercialización fijando normas de calidad de semillas y controlando su cumplimiento.

Las empresas de semillas, al nivel final deberán tener libre acceso a los materiales genéticos estructurados en los niveles o etapas anteriores. Su función será desarrollar en base de ellos variedades e híbridos comerciales, con características agronómicas superiores, con factibilidad económica para la producción de sus semillas y diseñados para llenar demandas específicas de los diversos mercados. Evaluarán sus variedades e híbridos experimentales antes de ponerlos en competencia en ensayos oficiales con productos de la competencia. Producirán y procesarán las semillas, distribuyéndolas a los lugares de uso y asegurarán su transferencia a los agricultores mediante la organización de sistemas de promoción y comercialización funcionales.

La lógica positiva de la interrelación que se propone es irrefutable. El buen funcionamiento del Esquema en todas sus fases es requisito indispensable para una saludable cooperación y un racional uso de los recursos públicos internacionales y privados disponibles. Ese buen funcionamiento requiere entendimiento y control por los administradores de todas las instituciones de lo que se espera y de lo que no se espera de ellos. El afán de abarcar más de lo necesario provocaría redundaciones, dilución de esfuerzos pérdida de eficiencia y atentaría contra la funcionalidad del sistema. Los mismos genetistas deberán adquirir conciencia de sus responsabilidades en el esquema. Así como no es dable a un fitotecnista que trabaja en una empresa privada de semillas, satisfacer su curiosidad científica sobre un tema básico con fondos que la empresa le asigne para crear un producto, cuando puede transferir dicha inquietud a un colega preparado y financiado para hacerse cargo de él, tampoco podría suponerse que un genetista de una institución pública, cuya función asignada es la de obtener información básica sobre materiales y métodos y desarrollar materiales avanzados, que se abocara a la impropia tarea de desarrollar y probar cientos de híbridos experimentales rutinariamente.

En tanto que el Esquema entre en funcionamiento y se armonicen y complementen sus diversas etapas es indudable que existirán superposiciones y duplicaciones. Con el tiempo, estas, sin embargo, tenderán a desaparecer para dar lugar al flujo armónico, funcional y complementario de materiales, ideas e informaciones. De no ser así, habremos perdido irremediamente la batalla de la producción agrícola, por no dejar expresarse a lo mejor de la naturaleza asociativa de cada uno de nosotros.

II. Germoplasma y su utilización

Se encuentra en depósito no menos de 10,000 colecciones originales de maíz representando unas 200 razas secundarias y la variabilidad original de la especie, encontrada en el trópico de Sur y Centro América y México.

El mantenimiento de dichas colecciones y la preservación de su variabilidad inicial representan un problema de gran dimensión, sin contar ya con la adecuada catalogación, indexado de características y evaluación de ellas para su aplicación en mejoramiento.

Desgraciadamente, ni los centros internacionales ni los mejoradores de maíz públicos o privados han desarrollado esquemas integrados y sistemáticos de indexado y catalogación de características agronómicas, morfológicas o fisiológicas en dichas colecciones. Evaluaciones parciales han demostrado las posibilidades que se derivarían del mejor conocimiento de dicho material, tal como los informes de resistencia a virus de achaparra - miento y a insectos de ciertas colecciones procedentes de la República Dominicana (9, 10) de informes sobre múltiples capas celulares en la aleurona de maíces de Bolivia y Perú, pertenecientes al grupo racial Coroico - Piricinco (11), a la existencia de alto contenido de amilosa en la fracción de almidón del endospermo del mismo grupo racial Piricinco (12), como muestras.

La formación reciente de compuestos intrarraciales y multirraciales por CIMMYT y en algunos programas públicos nacionales y privados ha añadido una mayor y nueva dimensión al problema de evaluación de materiales.

La insatisfactoria evaluación de variedades desarrolladas por selección masal o por cruzamiento por agricultores se testimonia por el hecho de que hoy en día en ciertas zonas se están obteniendo topcrosses (línea x variedad), que rinden mucho más que los híbridos convencionales hechos con líneas obtenidas de fuentes tradicionales o estandarizadas.

Un paso positivo y en el sentido apropiado es el adoptado por CIMMYT y CIAT de desarrollar poblaciones de maíz con características especiales, tales como de planta baja y de tallo corto (con el gene br_2 en estado homocigota) o con el gene O_2 en fondo genético que permite un fenotipo semi-corneo en el endospermo. El desarrollo y difusión de compuestos y otros tipos de poblaciones con caracteres de resistencia a sequía, a complejos de roya y helminthosporium, a insectos barrenadores, cogolleros, mazorqueros y del suelo, con sistema radicular fuerte y tallo tieso, con valores de porcentaje alto de proteína y bajo de zeína en la proteína y altos valores de aceite y rendimiento calórico, son necesarios para un futuro inmediato.

El desarrollo de una colección de genes marcadores lo mas completa posible, sobre un fondo genético de maíz tropical, incluyendo translocaciones recíprocas y translocaciones A-B, es de gran necesidad práctica, por las aplicaciones diversas que se le podría encontrar. Varias pequeñas colecciones existen en diversos programas, siendo la mayor -en conocimiento del autor- la existente en la Universidad de Hawaii. Estas debieran ser consolidadas, aumentadas y catalogadas junto con la colección de Hawaii por CIMMYT O CIAT.

III. Esquemas de mejoramiento de rendimiento

Fuera de los procedimientos convencionales de endocria y formación de híbridos y de conversión de líneas por retrocruzas, no se han empleado en escala significativa otros procedimientos de mejoramiento en los trópicos bajos de la Zona Andina.

Excepciones a esta información son un esquema grande de selección recurrente recíproca entre poblaciones Perla y Cuba, que no completó desafortunadamente un segundo ciclo, dos esquemas de selección de familias de medios hermanos por el sistema propuesto por Johnson, uno en 4 poblaciones en el CIAT y otro en una población en el Perú.

Además se ha informado de dos esquemas de selección masal, uno en Bolivia (13) y otro en el Perú (14) y se ha desarrollado otro en el Perú semejante al anterior. 1/

Existe solo información parcial sobre heterosis en cruza intervarietales, por ejemplo de un plan de cruzamientos entre 14 variedades, conducido en 1965 coordinadamente en varios países, que debiera ser continuado y ampliado con la inclusión de mas variedades y mas localidades de siembra.

Los resultados de selección masal reportados (18, 19, 20, 21) muestran aumentos de rendimiento promedio de un 4% por año, sin apariencia de extinción de la variancia genética aditiva en el carácter rendimiento de grano por lo menos en los 4 ciclos de selección iniciales. En el caso de compuestos hechos con componentes genéticos no relacionados entre sí, como algunos de los formados recientemente por CIMMYT, es dable esperar que no se encuentren aún en equilibrio de ligazón. En generaciones subsiguientes, la ruptura de los bloques de ligazón dará una gama amplia de recombinantes (p.ej: altura de planta en el compuesto Tuxpantigua). El empleo de selección masal en diversas generaciones en estos compuestos evitando la endocria, haría posible el mantenimiento de la variabilidad genética que va siendo soltada por segregación de caracteres.

1/ Selección masal por el procedimiento descrito por Grobman (15), y por los dos métodos propuestos por Lonnquist (16, 17), llevado a cabo por el primero de los nombrados en tres poblaciones de maíz (no publicado) entre 1964 y 1966.

El rumbo hacia mas altos rendimientos en maíz deberá necesariamente contar con dos etapas: (a) La concentración de genes que controlan características morfológicas y fisiológicas favorables a altos rendimientos en el trópico bajo y (b) efectos complementarios de heteróticos obtenibles por cruza. La primera etapa conducirá a selección para rendimiento per se, por métodos de mejoramiento que hagan uso de la variancia genética aditiva, mientras que en la segunda etapa se emplearán métodos apropiados para explotar la variancia genética aditiva y de dominancia. En la primera etapa, métodos adecuados serían los de formación de compuestos, selección masal para rendimiento y prolificidad y aislamiento de líneas con alto rendimiento per se. En la segunda etapa, se llevarán a cabo hibridaciones intervarietales e interlíneas.

El uso de índices de selección coordinadamente en un programa de selección puede mejorar el progreso simultáneo en la selección de varias características de planta y ser mas eficiente que la selección en etapas o en "tandem". Estos índices cuando se emplean para caracteres observables antes de la floración pueden dar mas potencia a la selección, por el control adicional del polen además del control que se ejerce sobre el progenitor femenino. El empleo de índices basados en relaciones entre progenies de hermanos o en relaciones de regresión entre padres e hijos puede ser un método potente para uso en selección masal múltiple (22).

IV Modificación de la arquitectura de planta

Recientemente se ha suscitado gran interés en la arquitectura de planta de maíz que mas eficiencia de producción pudiera tener en la producción de grano en el trópico bajo.

La tendencia definitiva es hacia el alejamiento del tipo de planta alta hacia un tipo de planta "ideal" de aproximadamente 2 metros de altura total.

La consecución de tal objetivo no deja de acarrear una serie de problemas que deben ser resueltos en el camino. En primer lugar debe establecerse que en el plano de correlación de crecimiento el sistema radicular de la planta no disminuya hasta el punto de afectar su capacidad de conferir resistencia mecánica apropiada a la parte aérea de la planta y resulte en una capacidad disminuida de absorción de agua y nutrientes, con la reducción de altura de planta. Otra consideración importante es la relación entre altura de planta y número de hojas y área foliar por planta, así como el índice de área foliar (IAF o LAI en inglés).^{1/}

La densidad del follaje en el maíz tiene relación con la intercepción de luz y la absorción de CO₂ a diversos niveles de intensidad luminosa y altura de la hoja en la planta. Por razón de que la luz se emplea mas eficientemente por unidad de superficie foliar en maíz a bajas intensidades que a altas intensidades luminosas, a fin de aprovechar al máximo

^{1/} Relación entre el área de hojas correspondiente a una determinada área de suelo sobre la que se encuentra.

el potencial absorptivo de CO_2 de las hojas a intensidades de luz normales, las hojas deben estar acomodadas para distribuir la luz uniformemente a todas las hojas a bajos niveles de iluminación (23). Técnicas de simulación mediante aplicación de computadoras demuestran que hojas de maíz con ángulos pronunciados tienen gran efecto sobre la distribución de luz y consecuentemente sobre la absorción potencial de CO_2 a altos valores de IAF (encima de 5). Sin embargo, a bajos valores de IAF, de 3-4 (2.5-4 es normal para el maíz), no habría mayor efecto del ángulo de hoja sobre el potencial final de absorción de CO_2 . Por otra parte un aumento del número de hojas sí requeriría un aumento en el ángulo de hoja para aumentar la absorción de CO_2 durante el período vegetativo (23).

La separación vertical de las hojas y su ancho también tienen que hacer con la distribución de luz, específicamente en relación al acortamiento de entrenudos. Una hoja de menor ancho y con cierta rotación angular en el plano horizontal sería necesaria en plantas con entrenudos cortos para captar mas luz (24).

Las diversas hojas del maíz tienen diversa capacidad de absorción de CO_2 y de translocación de materias elaborado a la mazorca dependiendo de su posición relativa en la planta. Selección para mayor número de hojas o con área foliar superior en la parte superior de la planta podría ser de valor positivo en mejorar el rendimiento de maíz. Evidencia de tal tipo se ha encontrado en nuestro programa, con selección de líneas con hojas erectas y alto número y área de hojas insertadas en los nudos superiores de la planta, que han mostrado buena habilidad combinatoria para rendimiento.

Las consideraciones antes señaladas debieran tomarse en cuenta en programas de cambio de arquitectura de planta en el trópico bajo, especialmente en lo que concierne a reducir la estatura de planta por introducción de genes para enanismo drásticos como los br, br₂, d₁, na₂, py u otros similares, o mediante selección para genes reductores o modificadores de número y longitud de entrenudos de efecto acumulativo no-drástico.

El número de mazorcas y posición de mazorca pueden ser alterados independientemente de la altura de planta. Cada posición de mazorca tiene a su asociada consigo en determinado tipo de follaje una cierta ventaja o desventaja selectiva. Igualmente, considerando que la mazorca es una rama modificada, cada posición de mazorca lleva aparejada por correlación de crecimiento una cierta longitud de pedúnculo y número de hojas de brácteas, cuya producción en mayor o menor magnitud restaría o aumentaría productos de origen fotosintético a la mazorca, en sí - o sea a la tusa y granos, regulando así el potencial de rendimiento.

La prolificidad en el maíz es una característica morfológica fácilmente reconocible y seleccionable. Su incorporación es generalmente ventajosa en poblaciones de maíces tropicales. La selección fenotípica para prolificidad ligada a la reestructuración de planta para menor altura total y la aplicación de un índice de selección como el ENWI de Laible y Laible y Dirks (25, 26), 1/ en forma simultánea podría producir una

1/ ENWI = Índice de No. mazorcas por planta/peso, definido como el cociente del peso total de grano por planta y el peso de la mazorca superior o mayor en longitud.

arquitectura mas eficiente, si no se pierden de vista otras consideraciones relativas a sistema radicular, grosor de tallo y follaje ya enunciadas.

V. Mejoramiento de la calidad nutricional del grano

Diversos programas de maiz en la Zona Andina vienen incorporando en líneas standard y poblaciones de polinización libre los genes Opaco-2 y harinoso-2.

La reducción en capacidad de rendimiento por la estructura amilacea del endospermo del grano con dichos genes, ha producido un cierto atraso en la producción de híbridos conteniendo alguno o ambos de dichos genes.

Los informes del inferior valor biológico de la proteína de granos de maiz $fl_2/fl_2/fl_2$ comparados con granos de maiz $O_2/O_2/O_2$ motivaron una reducción en los esfuerzos de incorporación del gene fl_2 . Sin embargo, recientes informes señalan un mayor valor biológico a la proteína del doble mutante.

Interacción con otros genes también se ha encontrado que eleva los valores de los aminoácidos lisina y triptófano en interacción con O_2 . Uno de los más interesantes de estos genes es el su_2 , que según reporta Brauman en Purdue University, retorna al fenotipo de grano corneo.

Genes modificadores del efecto de O_2 , de menor intensidad se encuentran en diversos stocks de maiz.

Estos modificadores son de varios tipos:

- a) Modificadores de grado y distribución de la matriz proteínica en el endospermo.
- b) Modificadores de porcentaje de lisina y triptófano en proteína sin alteración visible en el endospermo.
- c) Modificadores de densidad general del grano.
- d) Modificadores del tamaño de embrión.

La selección fenotípica de los modificadores del primero y de los últimos grupos y por medios analíticos del segundo puede elevar el porcentaje de lisina en la proteína manteniendo un peso específico adecuado para proporcionar rendimientos aceptables en el grano.

Rendimientos experimentales de 6,500 Kg/Ha. ya se han obtenido con híbridos triples opaco-2 en el Perú con endospermo modificado. Valores de lisina superiores a 5.8% de la proteína también se han logrado.

Se ha propuesto la formación de compuestos homocigotas para O_2/O_2 y luego seleccionar en ellos para nivel de lisina. Lo cierto es que a pesar de que la selección para porcentaje de proteína no altera esencialmente el porcentaje de lisina en poblaciones O_2/O_2 (26), puede producirse

una depresión de rendimiento al bajar el porcentaje de almidón y peso total del grano para dar margen al crecimiento del % de proteína. Una pauta intermedia de selección sería necesaria. Esta se desconoce aún para maíces tropicales.

La identificación de genotipos superiores se está efectuando en algunos laboratorios en base a triptófano y en otros a base de lisina, asumiendo que ambos aminoácidos variarán simultáneamente al disminuir la fracción zeína, pobre en contenido de ambos. Sin embargo, las glutelinas y globulinas sustituyen a la zeína, en mayor proporción en el maíz con gene opaco-2. Por ser estas proteínas heterogéneas, diversos modificadores podrían alterar la relación triptófano/lisina, por lo que es necesario no perder de vista esta posibilidad al plantear los métodos analíticos, y también de que si llegara a niveles muy altos de lisina el triptófano pudiera llegar a ser limitante.

Poblaciones con modificadores excelentes de endospermo han sido aumentados por CIMMYT y CIAT y su introducción a otros materiales mejorados puede causar la formación de híbridos y variedades opacos modificados a corto plazo con niveles aceptables de rendimiento. En todo caso, habrá que reconocer el valor biológico de la proteína de dichos híbridos antes de su emisión al mercado de venta de semilla.

VI. RESISTENCIA A SEQUIA, INSECTOS Y ENFERMEDADES.-

A pesar de que se realiza una limitada labor de selección masal por mazorca-hilera en algunos países (México, Colombia, Perú) para resistencia a un complejo de insectos, poco o ningún trabajo adicional de formación de materiales resistentes a sequía, insectos y enfermedades se está realizando en la Zona Andina baja.

Es indudable la importancia de estas proposiciones en el contexto de la elevación del rendimiento del maíz. Trabajos de formación de compuestos y variedades sintéticas con mejor sistema radicular, precoces, con capacidad de resistencia o tolerancia a la sequía son necesarios para el trópico bajo seco. Hace algunos años se reportó en México un gene "latente", que valdría la pena incorporar a poblaciones tropicales, previo estudio de adaptabilidad. Selecciones para plantas con menor área foliar, resistencia a altas temperaturas y sistema radicular mas ramificado y profundo son requeridas.

Así mismo, la selección para resistencia a insectos y gusanos que atacan a las raíces y plántulas, barrenadores, cogolleros y mazorqueros son de gran interés. Progresos por diversas vías se están logrando individualmente por los distintos fito-mejoradores, empero, hace falta un esfuerzo técnico concertado en este campo.

El rumbo de mejoramiento en maíz para resistencia a diversos hongos, virus y micoplasmas va cobrando cada vez más actualidad. Resistencia a virus estriado fino, al achaparramiento, a MDMV, a carbón, mildew, coyas y helminthosporiosis diversas son cada vez requisitos indispensables en el mejoramiento del maíz. La aparición de una nueva Helminthosporiosis reportada

por Hooker en 1973 (no publicado), confirma la continua mutación o variación de los patógenos y la necesidad de estar alerta y concentrar pools de resistencia a diversos patógenos.

Una coordinación y acción conjunta para dominar los problemas relacionados a los insectos y patógenos debe ser de la más alta prioridad. Se sugiere la acción organizada y de labor dividida en este campo de selección entre los fitomejoradores de la Zona Andina y de otras regiones para atender a la solución de este problema.

BIBLIOGRAFIA

1. Jones, J. Benton, Jr. y H. J. Mederski. 1963. Effects of soil temperature on corn plant development and yield, II. Studies with six inbred lines. Soil Sci. Soc. Amer. Proc.
2. Mederski, H. J. y J. B. Jones, Jr. 1963. Effect of soil temperature on corn plant development and yield: I. Studies with a corn hybrid. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 27:186-89.
3. Larson, W. E. y G. R. Blake. 1966. Seedbed and tillage requirements. En "Advances in Corn Production". pp. 28-52. Ed. por W.H. Pierre, S. R. Aldrich y W. P. Martin. The Iowa State University Press, Ames.
4. Waggoner, Paul E. 1969. Environmental Manipulation for Higher Yields. En "Physiological Aspects of Crop Yield". pp. 343-373. Ed. por Jerry D. Eastin et al. American Soc. of Agronomy, Madison.
5. Sánchez, Campos, Hugo. 1971. Fenología del Maíz: I. Período Vegetativo y efecto de cierto factores ambientales sobre el ritmo de crecimiento. IV Conf. sobre Mejoramiento de Maíz en la Zona Andina. pp. 144-175. CIAT, Palmira.
6. Francis, C.A. 1972. Natural daylengths for photoperiod sensitive plants. Tech. Bulletin No. 2. CIAT.
7. Department of the Army 1966. Research on tropical rainfall patterns and associated meso-scale systems. Report No. 10. Texas A. & M University, College Station.
8. Saihuana, W. y C. Chang de Peñaloza. 1971. Zonificación de la Costa del Perú para investigaciones en maíz. IV Conf. sobre Mejoramiento de Maíz en la Zona Andina, pp. 31-39. CIAT. Palmira.
9. Argueta, J. M. 1965. Desarrollo de poblaciones resistentes o tolerantes al achaparramiento del maíz. Informes del PCCMCA: pp.50-52.
10. CIMMYT. Informe 1969-70. pp. 35-39.

- 11 y 12 Publicaciones recientes sobre la raza Coroico, de los Dres. M. Zuber (Univ. Missouri) y M. Wolf (Peoria, Illinois).
13. Avila, G. 1971. Estado actual de la producción y mejoramiento del maíz en Bolivia. IV Conf. sobre Mejoramiento de maíz en la Zona Andina. ICA-CIAT. Palmira, pp. 24-30.
14. Manrique, Antonio. 1971. Comparación de tres métodos de selección masal. IV Conf. sobre Mejoramiento de Maíz en la Zona Andina. ICA-CIAT. Palmira, pp. 40-49.
15. Grobman, A. 1954. Selección masal con control de polen. Agronomía (Lima)
16. Lonnquist, J.H. 1964. The appraisal and utilization of genetic varia - bility in corn. 27th Annual Rpt. & Proc. Conf. of Collaborators, Regional Swine Breeding Lab., Ames, Iowa: pp. 89-97.
17. Lonnquist, J. H. 1964. A modification of the ear-to row procedure for the improvement of maize populations, Crop Sci. 4:227-228.
18. Gardner, C.O. 1961. An evaluation of the effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield in corn. Crop Sci. 1: 241-245.
19. Johnson, E.C. 1963. Efecto de la selección masal sobre el rendimiento de una variedad tropical de maíz. Informe de la IX Reunión Anual de PCCMCA: pp. 56-57.
20. Paterniani, E. 1967. Selection among and within half sib families in a Brazilian population of maize. Crop Sci. 7: 212-216.
21. Webel, O.D. y J.H. Lonnquist. 1967. An evaluation of modified ear-to row selection in a population of corn (*Zea mays* L.) Crop Sci.
22. De Wolff, F. 1972. Mass selection in maize composites by means of selection indices. Meded Landbouwhogeschool, Wageningen. 72-1.
23. Eastin, J.A. 1969. Leaf position and leaf function in corn-Carbon 14 labeled photosynthate distribution in corn in relation to leaf position and leaf function. Proc. of the 24th. An. Corn and sorghum Res. Conf. pp. 81-89. Chicago.
24. Loomis, R.S. y W.A. Williams. 1969. Productivity and the morphology of crop stands: Patterns with leaves. En. "Physiological Aspects of Crop Yields", J.D. Eastin et al. Editors pp. 27-47.
25. Laible, C.A. 1964. Inheritance of ear number in four Zea mays genotypes Diss. Abstr. 25: 1506.
26. Laible, C.A., y V.A. Dirks. 1968. Genetic variance and selective value of ear number in corn (Zea mays L.) Crop Sci. 8: 540-543.
26. Nelson, O. E., 1969. The modification by mutation of protein quality in maize. En. "New Approaches to breeding for improved plant protein". International Atomic Energy Agency Pub. pp. 41-54.

EVALUACION DE LA SELECCION MASAL POR PROLIFICIDAD EN 2 POBLACIONES
DE MAIZ DE CLIMA FRIO^{1/}

M. Torregroza, F.Arboleda, J.A.Rivera, C.Diaz y E. Arias F.^{2/}

En 1956 se inició en el Centro Experimental Tibaitatá (Bogotá, D.E., Colombia), un proyecto para evaluar la selección masal por prolificidad en la variedad criolla Harinoso Mosquera, de la raza colombiana Sabanero. Esta variedad, adaptada principalmente a las condiciones ecológicas de la Sabana de Bogotá, es de granos harinosos amarillos, de un período vegetativo de 10 meses y un rendimiento de 3 toneladas/hectárea.

Para efectuar la selección planeada, el material se sembraba cada año en un lote aislado de aproximadamente 1/4 de hectárea. La densidad de siembra usada equivalía a unas 40 mil plantas por hectárea. En el momento de la cosecha se escogía la mazorca superior de las plantas prolíficas y cuyas mazorcas estuvieran libres de pudriciones.

El material seleccionado se secaba hasta dejarlo con un 15 por ciento de humedad. Previo el desgrane, se descartaban las mazorcas que aún presentaran pudriciones.

En vista de los resultados favorables logrados con Harinoso Mosquera, en 1965 se empezó un proyecto similar con la variedad sintética Harinoso-Mosquera (G) II Sin 2.

La evaluación de los ciclos de selección obtenidos anualmente en los 2 recursos germoplásmicos se hacía en Tibaitatá y Surbatá, en bloques -

Resumen del trabajo presentado en la V Conferencia de Maiceros de la Zona Andina. Cochabamba, Bolivia; Marzo 26-30/1973.

-
- 1/ Contribución del Programa de Maíz y Sorgo del Instituto Colombiano Agropecuario ICA.
 - 2/ Director Nacional e Ingenieros Agrónomos Asociados al Programa de Maíz y Sorgo, respectivamente, Apartado Aéreo 151123 (El Dorado), Bogotá, D. E., Colombia.

completos al azar de 16 repeticiones. Las parcelas de estos diseños contaban de 2 surcos de 10 sitios cada uno. Se usó la siembra en cuadro de 90 centímetros entre surcos y sitios, en donde se colocaban 5 granos para dejar, después del entresaque o raleo, las 3 plantas más vigorosas.

Los resultados de 10 ciclos de selección en Harinoso Mosquera mostraron que, en Tibaitatá, el número promedio de mazorcas por planta se había modificado de 1.28 a 1.76, para una ganancia total de 42 por ciento.

En Surbatá, los valores fueron de 1.17 a 1.64, para un incremento de 38 por ciento. Relativo a rendimiento, las ganancias totales en función de la variedad parental, fueron de 38 y 30 por ciento para Tibaitatá y Surbatá, respectivamente.

En la variedad sintética, 3 ciclos de selección también modificaron el comportamiento promedio del número de mazorcas por planta y el rendimiento. Para el primer carácter, las ganancias totales equivalieron a 18 y 17 por ciento para Tibaitatá y Surbatá, en dicho orden; en cambio para la productividad, los incrementos fueron de 14 y 12 por ciento. A través de los ciclos evaluados, se notó que en ambas poblaciones había una alta correlación positiva entre prolificidad y rendimiento.

Dado los incrementos obtenidos en Harinoso Mosquera, el séptimo ciclo de selección se registró comercialmente como ICA V 503.

USO DE LA COMPUTACION ELECTRONICA EN LA PREPARACION Y ANALISIS
DE EXPERIMENTOS DE MAIZ

Wilfredo Salhuana M.^{1/}

RESUMEN

Conforme aumenta el número de localidades y años en la experimentación agrícola, el manipuleo y procesamiento de los datos experimentales cada vez más numerosos, aumenta el volumen de los mismos y consecuentemente retarda el trabajo que en un programa de mejoramiento requiere ser prontamente procesado para poder contar con el material seleccionado para la siguiente campaña. Este trabajo muestra una forma en que se puede automatizar todo este proceso contando con una computadora IBM 1620 ó una computadora IBM 1130. Se presentan diagramas de flujo referente al uso de esta automatización en los dos sistemas.

INTRODUCCION

En un programa de mejoramiento la selección de variedades superiores de maíz ó la aplicación de adecuadas prácticas de cultivo, sólo es posible mediante la evaluación sistemática del material genético a través de ensayos de rendimiento. Las recomendaciones que se hagan sobre determinada variedad serán, finalmente, tanto más consistentes cuanto más años y localidades se hayan probado para establecer dichas recomendaciones.

Este procedimiento riguroso, entraña consecuentemente el manipuleo y procesamiento de datos experimentales cada vez más numerosos a medida que aumenta el volumen del material, las localidades o las características en estudio. Tradicionalmente, la preparación y el procesamiento experimental, en el Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz, se ha realizado mediante el empleo de calculadoras manuales, con la consiguiente carga de trabajo, necesidad de numeroso personal y atraso en los planes para la campaña siguiente.

^{1/} Ingeniero Agrónomo, M.S., Ph.D.; Profesor Principal del Dpto. de Fito-tecnia, Programa Académico de Agronomía. Genetista del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Director del Centro de Estadística y Procesamiento de Datos. Universidad Nacional Agraria - La Molina, Lima, Perú.

El objeto del presente trabajo es exponer la forma sencilla y fácil en que toda esta labor puede realizarse, mediante el uso de la computación electrónica.

Implicancias del procesamiento ordinario de un experimento.

En la preparación de semilla para la siembra, recolección de datos y procesos de los mismos en un experimento, se tiene la siguiente secuencia:

1. Seleccionar el material que va a conformar las entradas del experimento.
2. Seleccionar el diseño experimental y el número de repeticiones para el experimento.
3. Randomizar de acuerdo al diseño experimental utilizando el primer número para indicar la repetición y los otros el número de parcela.
4. Preparar los sobres para semilla con el nombre de la entrada o pedigree.
5. Llenar los sobres con la semilla correspondiente a cada entrada.
6. Numerar los sobres en una esquina de acuerdo a la randomización que le corresponde.
7. Ordenarlos en forma ascendente de acuerdo al número de randomización para cada repetición.
8. Colocar los sobres en cajas para llevarlos al campo.
9. Repartir los sobres en el campo de acuerdo al diseño experimental usado, distribuyendo las repeticiones en zig - zag.
10. Sembrar.
11. Confeccionar croquis del experimento.
12. Hacer el libro de campo, colocando en forma ascendente la repetición y parcela y contenido el número de las entradas y el pedigree.
13. Preparar las etiquetas de campo, numerándolas por número del experimento, repetición y parcela.
14. Etiquetar el campo.
15. Tomar fecha de floración masculina y femenina por parcela.
16. En 10 plantas por parcela tomar altura de planta y altura de mazorca, anotando estas características en un cuaderno.

17. Calcular el promedio de altura de planta y mazorca por parcela.
18. En cada parcela anotar fallas y número de plantas, utilizando el libro de campo.
19. En cada parcela pesar todas las mazorcas y contarlas anotando estos datos en el libro de campo.
20. En la mitad de repeticiones seleccionar al azar en cada parcela unas 10 mazorcas y sacarles 2 hileras de grano en cada una para formar la muestra que va a servir para determinar porcentaje de humedad.
21. De cada una de estas muestras pesar 100 grs. y además la humedad que se anota en un cuaderno.
22. Confeccionar un sumario reuniendo las repeticiones de cada entrada con los siguientes datos: número de entrada, pedigree, peso de campo, fallas, número de plantas, humedad, número de mazorcas, altura de planta y de mazorca, fecha de floración masculina y femenina.
23. Corregir por fallas utilizando la siguiente fórmula:

$$P_{cf} = \frac{F - 0.3M}{F - M}$$

Donde:

P_{cf} = Peso corregido por fallas
 F = Número de golpes por parcela
 M = Número de fallas

24. Calcular la media de porcentaje de humedad por entrada.
25. Corregir cada repetición de la entrada por su promedio de humedad de acuerdo a la fórmula:

$$P_{cfh} = \frac{100 - \%H}{86} \times P_{cf}$$

Donde:

P_{cfh} = Peso corregido por fallas y humedad
 H = Promedio de humedad por tratamiento

26. Efectuar el Análisis de Variancia para rendimiento con el peso corregido por fallas y humedad.
27. Establecer un orden de mérito de rendimiento en las entradas previamente transformadas a Kgs/Ha.
28. Seleccionar el material superior.

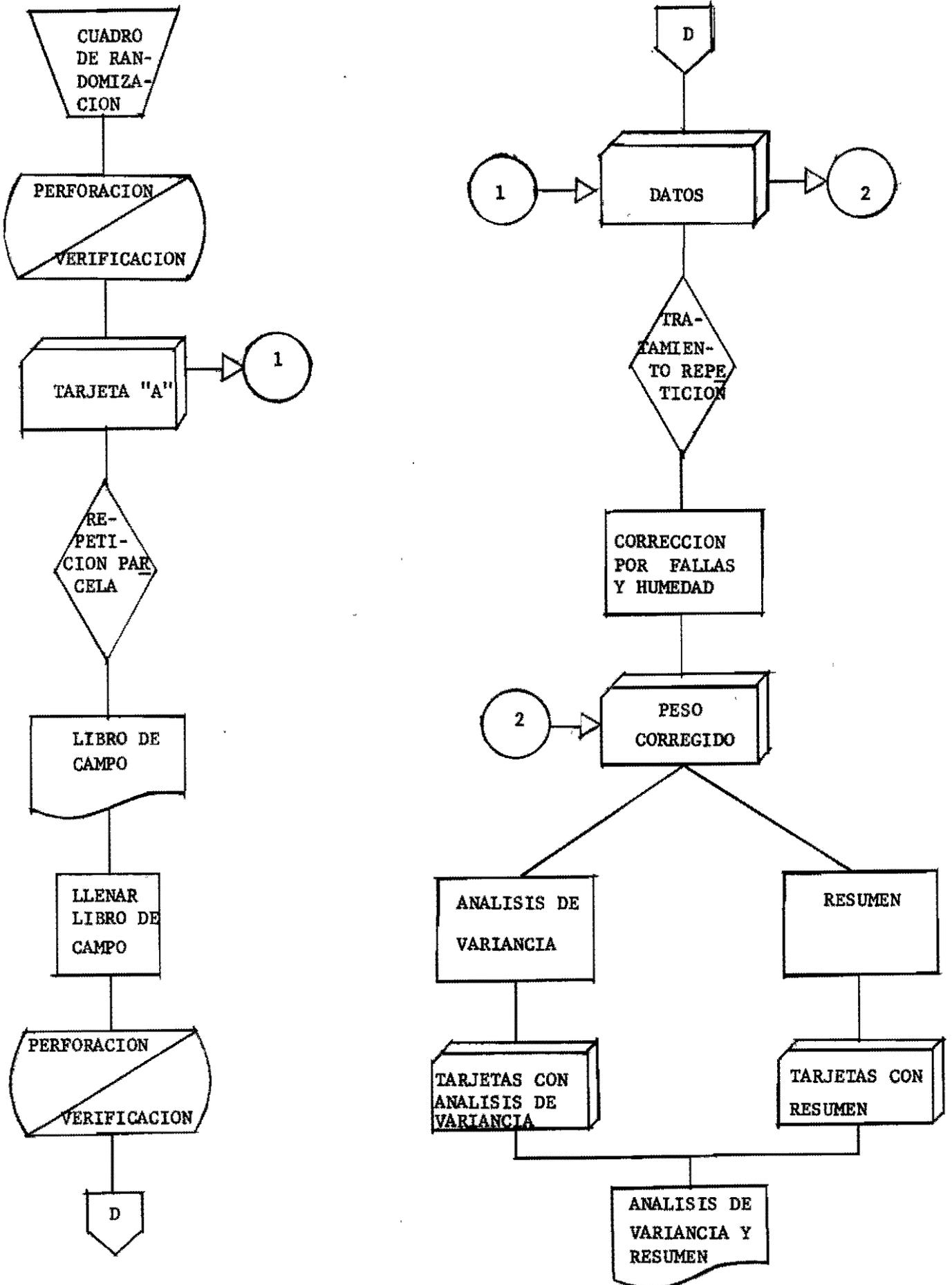


FIGURA 1. ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE LIBRO DE CAMPO Y DEL ANALISIS DE VARIANCIA UTILIZANDO EL SISTEMA IBM 1620.

Procesamiento de datos usando sistemas mecanizados

Toda esta preparación y procesamiento de los experimentos, que se hacía manualmente y utilizando una calculadora manual, demandaba meses de trabajo e impedía muchas veces que se tuvieran los resultados listos para comenzar la siguiente campaña. Esto demoraba el plan de trabajo trazado y de terminaba algunas veces pérdida de una campaña.

Por estas consideraciones y con el fin de agilizar todo el proceso se pensó utilizar la computadora IBM 1620 instalada en la Universidad.

En 1969 se estudió la posibilidad que ofrecía esta computadora de II generación, aunque no era muy rápida y no podía ofrecernos las ventajas de una máquina de III generación. No obstante, se planeó el procesamiento de tal manera que el libro de campo y el análisis estadístico fuera elaborado y formulado respectivamente por la computadora, conforme se aprecia en el diagrama de la Figura 1. De esta manera, se agilizó tremendamente el proceso, se disminuyeron los errores y se disminuyó personal que intervenía en el proceso.

La mecánica operativa dentro de dicho sistema (IBM 1620) establece la preparación del libro de campo, utilizando tarjetas perforadas, denominadas "A", conteniendo los siguientes datos:

	<u>Columna</u>
Año	1 - 2
Localidad	3 - 4
Número del experimento	5 - 8
Diseño Experimental	9
Número de entradas	10 - 12
Pedigree	13 - 43
Repetición	44
Parcela	45 - 46
Bloque	77 - 78
Columna	79 - 80

Año.- Se consideran las dos últimas cifras de cada año o sea las unidades y decenas.

Localidad.- De acuerdo al código pre-establecido para cada una de las localidades que intervienen en el estudio.

Número del experimento.- Se considera el número del experimento para cada región.

Diseño Experimental.- De acuerdo al siguiente código para los diseños más usados:

1. Bloque completo randomizado
2. Látice simple

- 3.- Látice cuadrado
- 4.- Parcelas divididas
- 5.- Jerárquico
- 6.- Completamente randomizado

Número de las entradas.- En orden correlativo comenzando por el 1.-

Pedigree.- El nombre de la variedad, híbrido, sintético, línea, etc.

Repetición.- El número de la repetición.

Parcela.- En orden ascendente comenzando del 01.

Bloque.- Cuando el diseño experimental es látice y corresponde a las hileras de este diseño.

Columna.- Cuando se trata de látice y es la columna correspondiente a la randomización usada en este diseño experimental.

Una vez perforadas las tarjetas, se agrupan en orden ascendente en repetición y parcela usando la clasificadora (IBM 082) y con el equipo U.R. se confecciona el libro de campo que incluye el pedigree, el número de la entrada, repetición y el número de parcela. Este libro se lista en un papel especial que tiene el formato que se incluye a continuación.

Con el libro de campo estructurado, se procede a tomar los datos considerados antes y en el momento mismo de la cosecha. Como las alturas de planta y de mazorca son en base a 10 plantas se toman en cuadernos aparte y se calculan sus promedios con calculadora manual, los que se registran en el libro.

Una vez tomados todos los datos se procede a perforarlos en la misma tarjeta que se utiliza para confeccionar el libro de campo, del siguiente modo:

	<u>Columna</u>
Floración masculina	47 - 48
Floración femenina	49 - 50
Altura de planta	51 - 53
Altura de mazorca	54 - 56
Fallas	57 - 59
Número de plantas	60 - 62
Peso de campo	63 - 65
Número de mazorcas	66 - 67
Humedad	68 - 71

Luego se procede a corregir por fallas y humedad el peso de campo utilizando un programa para este fin. El peso corregido es perforado por la computadora en las columnas 72 - 76 de la tarjeta utilizada anteriormente. Como se puede observar, estas tarjetas sirven de entrada y salida.

PROYEXP..... LOC.....AÑODIS EXP.....

PEDIGREE	ENTRADA	REPETI- CION	PARCELA	DIAS FLORACION		ALTURA PLANTA	ALTURA MAZORCA	FA- LLAS	NUMERO PLANTAS	PESO CAMPO	NUMERO MAZORCAS	HUME- DAD	OBSERVACIONES						
				MACHO	HEM- BRA														

Con el peso corregido se utiliza el programa de análisis de variancia correspondiente al diseño experimental usado. Previa clasificación de acuerdo al diseño se pasan estos datos por la computadora saliendo los resultados perforados en tarjetas.

Para obtener lo que llamamos "Resumen", se usa el "PROGRAMA RESUMEN" introduciendo en la máquina computadora nuevamente las tarjetas de datos. Dicho resumen incluye el orden de mérito en cuanto a rendimiento, el número de entrada, el pedigree, el rendimiento en Kgs/Ha, el porciento sobre los testigos, el porciento sobre el probador y la humedad promedio.

Las tarjetas perforadas del análisis de variancia y el resumen son tabuladas para imprimir los resultados teniéndose los siguientes cuadros de salida:

No. Exp:	Localidad:	Año:	Nombre Proyecto	Dis. Exp.
<u>No. Entrada</u>		<u>Total</u>	<u>Media</u>	
XX		XXX	XXX	
XX		XXX	XXX	
XX		XXX	XXX	
.		.	.	
.		.	.	
.		.	.	

ANALISIS DE VARIANCIA

<u>Fuentes de Variabilidad</u>	<u>G.L.</u>	<u>S.C.</u>	<u>C.M.</u>
XXXXX	XX	XXX	XXX
XXXXX	XX	XXX	XXX
XXXXX	XX	XXX	XXX
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.

Promedio General:

Error estandar promedio:

Coficiente de Variabilidad:

<u>Orden de Mérito</u>	<u>No. entrada</u>	<u>Pedigree</u>	<u>Kg/Ha</u>	<u>% Testigo</u>	<u>% Probador</u>	<u>Humedad</u>
1	XX	XXXXX	XXX	XXX	XXX	XXX
2	XX	XXXXX	XXX	XXX	XXX	XXX
3	XX	XXXXX	XXX	XXX	XXX	XXX
.
.
.

Sugerencias para un nuevo procesamiento de datos en sistemas de computación avanzado.

Si bien es cierto que el procedimiento descrito y usado hasta ahora en los sistemas de II generación ha significado ahorro de trabajo y personal, a la vez que ha permitido tener los resultados oportunamente, es también evidente que un perfeccionamiento del sistema se logrará mediante el uso de computadoras de III generación (Ejem: IBM 1130).

El Centro de Estadística y Procesamiento de Datos de la Universidad Nacional Agraria tendrá próximamente a su servicio dicho sistema, cuya rapidez y ventajas son conocidas.

La información que creemos conveniente para la aplicación de este sistema va a ser presentada en 4 tipos de tarjeta más una de lecturas ópticas O.M.R. (Optical Mark Reader). La codificación, empleando letras o números para identificar un dato cualquiera y expresar su relación con otras partes de la misma o análoga naturaleza, es usada para llevar la información anteriormente expuesta a las tarjetas.

El diagrama presentado en la Figura 2, describe paso a paso el proceso a seguir para la obtención de una mejor automatización de todo el sistema.

Para iniciar el proceso tendrá que usarse una hoja especial con los siguientes datos:

Nombre del Proyecto:
 Número del experimento:
 Localidad:
 Epoca:
 Diseño Experimental:
 Número de golpes por parcela:
 Area de la parcela:
 Porcentaje de desgrane:
 Número de entrada(s) testigo(s):
 Número de entrada(s) probador(es):
 Número de entradas:
 Número de repeticiones:

Esta información será puesta en una primera tarjeta de control, que sirve para la identificación del trabajo y será diseñada de la siguiente manera:

	<u>Columna</u>
Identificación de la tarjeta	1
Año	2-5
Nombre del Proyecto	6-20
Localidad	21-24
Número del experimento	25-28
Epoca de siembra	31-34
Diseño Experimental	35-46

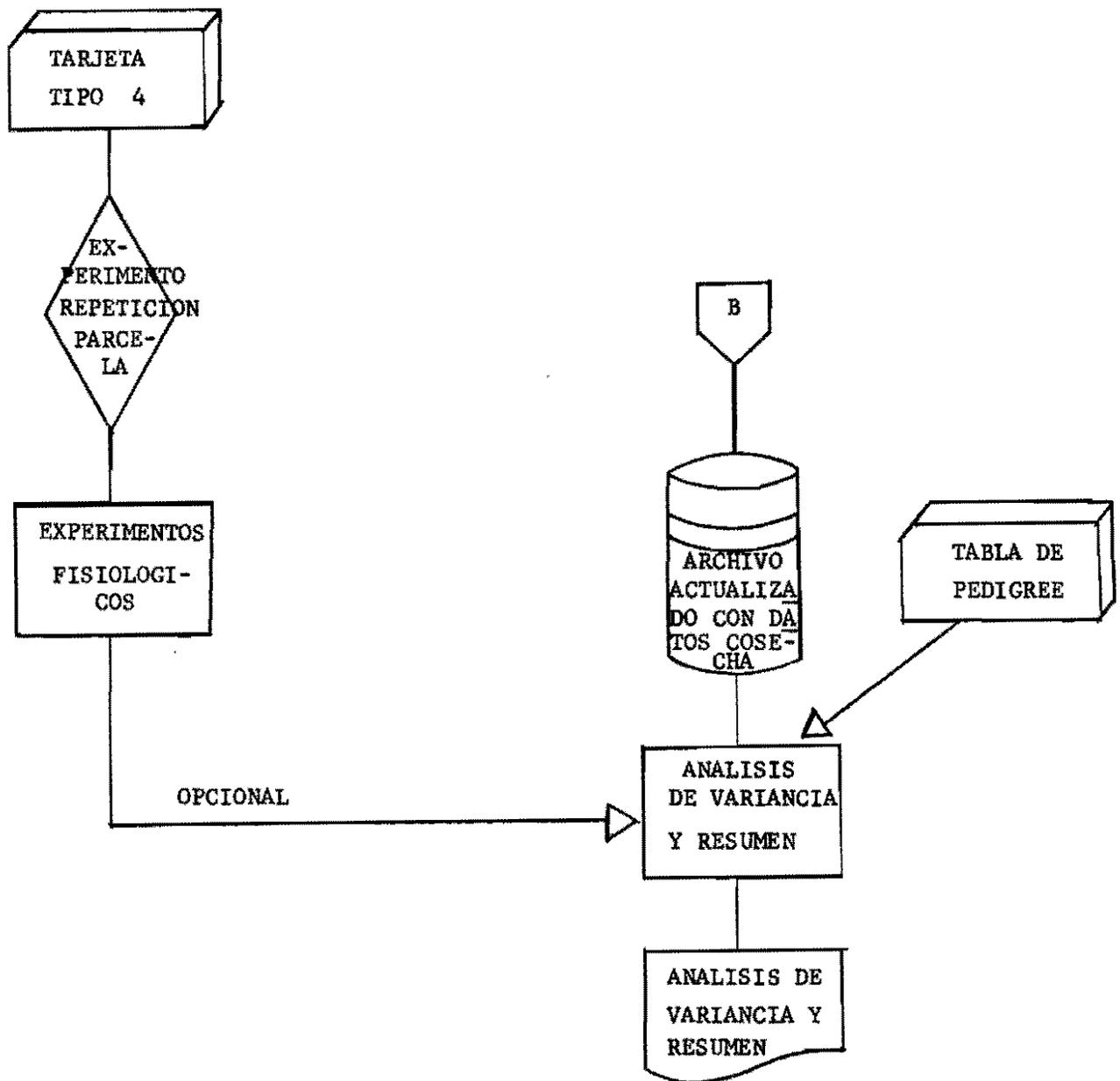
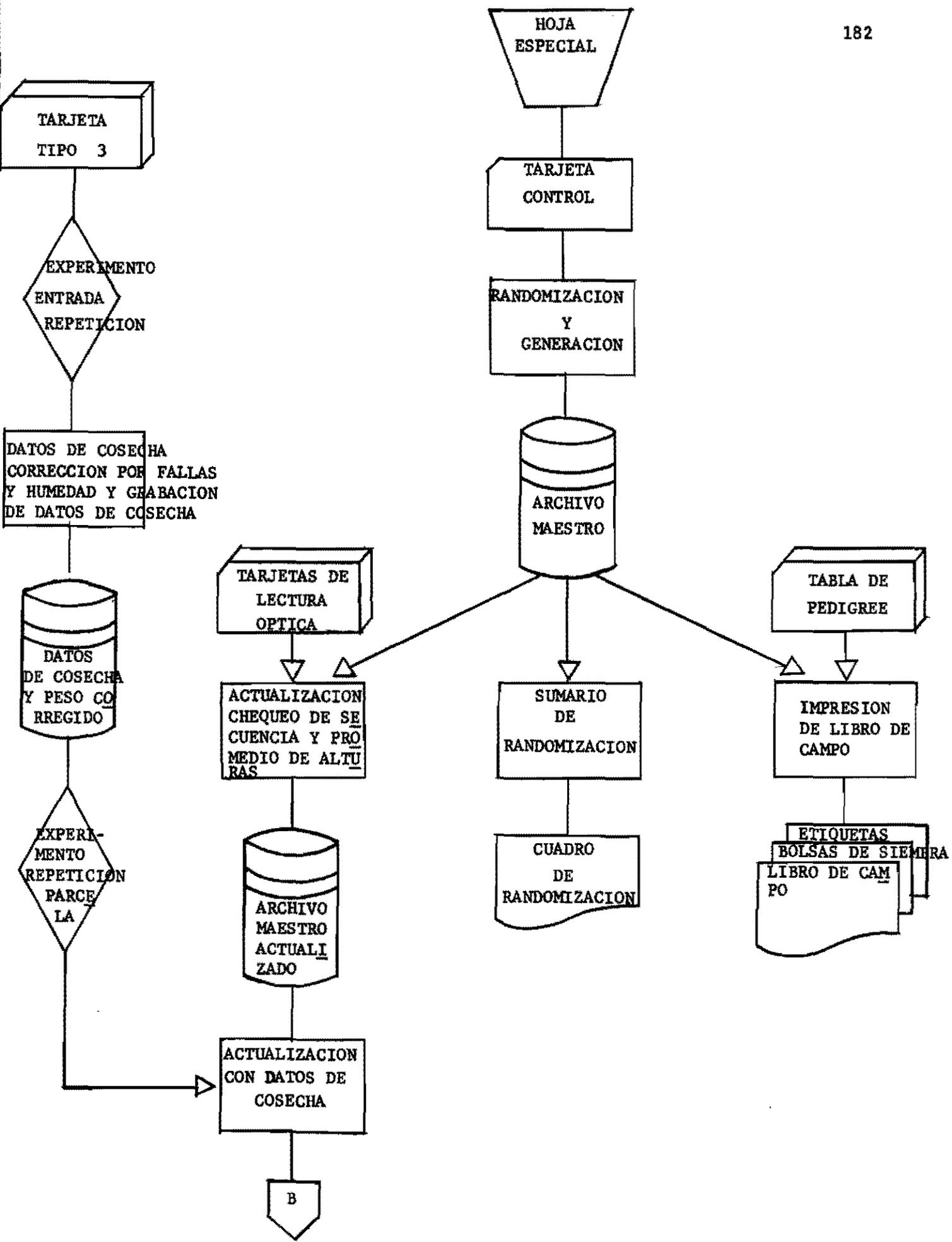


FIGURA 2. ORGANIGRAMA DEL PROCESO DE DATOS UTILIZANDO EL SISTEMA IBM 1130.



	<u>Columna</u>
Número de golpes por parcela	47-48
Area de la parcela	49-54
Porcentaje de desgrane	55-56
Entrada(s) testigo(s)	57-72
Entrada(s) probador(es)	73-76
Número de entradas	77-79
Número de repeticiones	80

Identificación de la tarjeta.- Se hace necesario especificar el número de la tarjeta para su reconocimiento. En este caso llevará el número 1.

Año.- Se especifica el año en que se efectúa el experimento.

Nombre del Proyecto.- Se trata de especificar en letras si es un método de selección, de un proyecto de opaco o braquítico, de densidad, de abonamiento, etc.

Localidad.- Tiene 4 cifras para el código. La primera indica el área geográfica Norte, Centro o Sur (1, 2, 3); la segunda identifica si es de Costa, Sierra o Selva (1,2,3); la tercera y cuarta representan la localidad donde está el experimento. Para codificar esto último es conveniente asignar los primeros números para aquellos lugares que se instalan constantemente los experimentos a través de los años y después ir numerando secuencialmente de acuerdo al número de lugares en que se va a experimentar.

Número del experimento.- De acuerdo a la clave usada para cada región y considerando los experimentos que se hacen.

Epoca de Siembra.- Las épocas, tanto en la Costa como en la Sierra son dos, se codifican con 1 y 2. En la Costa las siembras de Mayo-Julio serán 1 y las de Septiembre-Noviembre serán 2. En la Sierra llevará 1 las siembras efectuadas en Agosto a 15 de Octubre y 2 serán las de 16 de Octubre a Noviembre.

Diseño Experimental.- Puesto en letras el diseño usado en la prueba comparativa.

Número de golpes por parcela.- Esto es necesario para la corrección por fallas.

Area de la parcela.- Se utiliza para calcular el rendimiento por hectárea.

Porcentaje de desgrane.-Igual que la característica anterior se necesita para el cálculo del rendimiento en grano por hectárea.

Entrada(s) Testigo(s).- Para comparar las entradas del experimento con uno o más testigos incluidos dentro del experimento. Para el efecto se necesita identificar el ó los números que van a actuar como testigos.

Entrada(s) Probador(es).- Aquí se identifica el número de tratamiento que va a ser considerado como el probador dentro de un método de selección.

Número de entradas. - Sirve para hacer la randomización.

Número de repeticiones. - Para establecer la randomización de acuerdo a este número de repeticiones.

El siguiente paso será el de obtener la randomización utilizando el programa generador de números al azar. Esto será empleado para diseños experimentales como el completamente randomizado, bloque randomizado, etc., pero no podrá ser empleado para aquellos en que se necesita una randomización especial por hileras o por columnas como son: el Cuadrado Latino, los látices, etc.

Los datos de la tarjeta de control y el cuadro de randomización serán grabados en un disco, ordenados en orden ascendente por experimento, repetición y parcela.

En forma opcional se puede obtener el cuadro de randomización, utilizando el disco de Archivo Maestro y el programa Sumario de Randomización. Este cuadro tendrá la siguiente forma:

Número de entrada	Repeticiones				
	I	II	III	IV	...
1	1	2	3	4	...
2	1	2	3	4	...
3	1	2	3	4	...
.
.
t	1	2	3	4	...

Como se puede observar el primer número es el correspondiente a las repeticiones y los otros números son asignados al azar comenzando desde el 001.

Luego se perforan tarjetas que constituirán la Tabla de Pedigree, ordenadas en forma ascendente por experimento y entrada y teniendo los siguientes datos:

	<u>Columna</u>
Identificación de la tarjeta	1
Número del Experimento	2-5
Número de entrada	6-8
Pedigree	8-80

Identificación de la Tarjeta. - Aquí le corresponderá un número 2.

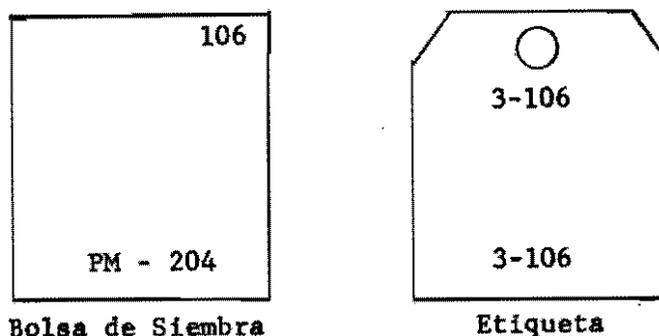
Número del experimento. - El mismo anteriormente considerado.

Número de entrada.- Cualquier variedad, híbrido, línea etc., debe ser identificado por un número; luego se asigna a éstas un número en forma correlativa, comenzando por el 1.

Pedigree.- Aquí se hace la descripción del número de entrada; para cada uno de éstos corresponde un nombre de variedad, híbrido, línea, etc.

Con el disco de Archivo Maestro, las tarjetas de Tabla de Pedigree y utilizando el programa de Impresión de Libro de Campo se confecciona éste, imprimiéndose el encabezamiento, pedigree, entrada, repetición y número de parcela en el siguiente formato:

Con el mismo programa de Impresión de Libro de Campo, el Archivo Maestro y la Tabla de Pedigree se puede realizar la numeración de las bolsas de siembra que llevan el pedigree y en una esquina el número de la randomización, así como las etiquetas de campo con el número del experimento, repetición y número de parcela, según el esquema siguiente:



Antes de que se realice la cosecha se toman los datos de floración por parcela y las alturas en base a 10 plantas por parcela. Estos datos pueden ser tomados en Tarjetas de lectura óptica O.M.R. (Optical Mark Reader), teniendo cuidado de no ensuciarlas. El diseño de esta Tarjeta se incluye a continuación.

Días a la floración masculina.- Se codifica de acuerdo al primer día del mes en que se inicia la floración y se toma cuando el 50% de las plantas de las parcelas están emitiendo polen.

Días a la floración femenina.- Se codifica igual que el anterior y el registro se efectúa cuando el 50% de las plantas de las parcelas tienen es tigas.

Altura de planta y altura de mazorca.- En base de 10 plantas tomadas al azar de una parcela. Esta medida es con aproximación de 5 cm.

Se puede observar que esta tarjeta utiliza solamente 40 columnas, lo que significa que tendremos que usar 2 tarjetas por parcela, porque en cada tarjeta solo hay espacio para tomar las alturas de 5 plantas.

A estas tarjetas se controla la secuencia en cuanto a número de experimento, repetición y parcela, se calcula el promedio de las alturas por parcela y se actualiza el disco de Archivo Maestro, grabando las fechas de floración y promedio de alturas por parcela.

Posteriormente, al momento de la cosecha, los datos obtenidos en ella se perforarán en una tercera tarjeta diseñada en la siguiente forma:

	<u>Columna</u>
Identificación de la tarjeta	1
Número de experimento	2-5
Repetición	6
Parcela	7-9
Localidad	10-13
Fallas	14-16
Número de Plantas	17-19
Peso de campo	20-22
Número de mazorcas	23-25
Humedad	26-29
Número de bloque	77-78
Número de columna	79-80

Identificación de la tarjeta.- Aquí le corresponderá un número 3.

Número del experimento.- Considerando el número asignado para cada región.

Repetición.- Es el número que identifica la repetición del experimento.

Parcela.- Es asignado al azar, comenzando por el 001 y terminando con el número de entradas que hay en el experimento.

Localidad.- En la forma descrita anteriormente.

Fallas.- Aquí se registra el número de fallas que han habido en la parcela.

Número de plantas.- Este registro nos va a servir para establecer el número de mazorcas por planta.

Peso de campo.- Aquí se considera el peso húmedo de las mazorcas por parcela en el campo. Este peso se toma con aproximación de 100 grs.

Número de mazorcas.- Se perfora en la tarjeta el número de mazorcas por parcela y este registro permite establecer el número de mazorcas por planta.

Humedad.- Determinado el porcentaje de humedad se perfora éste en el campo correspondiente, teniendo 2 enteros y 2 decimales.

Número de bloque.- Se utiliza para los látices indicando la hilera correspondiente a la randomización usada para este diseño.

Número de columna.- También se utiliza para látice indicando la columna de acuerdo a la randomización usada para este diseño.

Las tarjetas tipo 3 son clasificadas por número de experimento, entrada y repetición. Con estas tarjetas y utilizando el programa de corrección por fallas y humedad se obtiene el peso corregido, el cual es grabado en un disco conjuntamente con los datos de número de plantas, número de mazorcas, humedad, número de bloque y número de columna que se encuentran en esta tarjeta. Una vez hecho ésto, se utiliza un programa de clasificación para ordenar los datos en la misma forma como ésta el disco de Archivo Maestro Actualizado, ésto es, experimento, repetición y parcela, grabando los datos de cosecha en este último.

En ciertos casos se dan experimentos en que tienen más datos de los ya mencionados, como es el caso de experimentos fisiológicos. Para el efecto, se confecciona una tarjeta tipo 4 de la siguiente manera:

	<u>Columna</u>
Identificación de tarjeta	1
Número de experimento	2 - 5
Repetición	6
Número de parcela	7 - 9
Localidad	10 - 13
Enfermedades	14 - 17
Peso húmedo de planta	18 - 21
Peso húmedo de panca	22 - 24
Peso húmedo de granos	25 - 28
Peso húmedo de coronta	29 - 31
Peso seco de planta	32 - 35
Peso seco de panca	36 - 38
Peso seco de granos	39 - 42
Peso seco de coronta	43 - 45
Largo de hoja base	46 - 48
Ancho de hoja base	49 - 51
Número de hojas arriba de la mazorca	52
Número de hojas debajo de la mazorca	53 - 54
Grosor del tallo	55 - 56
Número de pancas	57 - 58
Largo de mazorca	59 - 61
Ancho de mazorca	62 - 63
Número de hileras de la mazorca	64 - 65
Número de granos por hilera	66 - 67
Peso de 100 granos	68 - 70
Largo de grano	71 - 72
Ancho de grano	73 - 74
Espesor de grano	75 - 76
Color de grano	77 - 79
Textura de grano	80

Identificación de tarjeta. - Corresponde el número 4.

Número del experimento, repetición, número de parcela y localidad. - Como se especificaron anteriormente.

Enfermedades.- Se va a emplear en la columna 6 un código que identifica el tipo de enfermedad de la siguiente forma: 1 = Helminthosporium, 2 = Roya, 3 = Pudrición, 4 = Virosis, 5 = Carbón. En la columna 7 irá la identificación de la resistencia de la planta a estas enfermedades en la escala siguiente: 1 = Resistente, 2 = Poca susceptibilidad, 3 = Moderadamente susceptible, 4 = Susceptible, 5 = Muy susceptible. En caso de presentarse dos enfermedades se usará esta misma codificación utilizando las columnas siguientes 8 y 9.

Peso húmedo de planta, panca, grano y coronta.- Representan el peso de cada una de dichas partes de la planta al momento de la cosecha. Se toma en 5 plantas por parcela, generalmente, a partir de floración femenina y luego se cosechan a intervalos semanales o quincenales.

Peso seco de planta, panca, grano y coronta.- Que se obtiene después que las muestras han sido pesadas a peso constante mediante estufa a 70°C. Estos datos permitirán establecer la variación periódica en los porcentajes de humedad y materia seca de cada componente.

Largo y ancho de hoja base.- Se toma en cm. a plena floración sobre la hoja que corresponde a la mazorca principal o superior.

Número de hojas arriba y abajo.- Estos datos sirven como los dos anteriores para calcular la distribución por niveles del área foliar y también para calcular el área foliar total de la planta, usando una fórmula determinada.

Grosor de tallo.- Se toma en cm. a floración en el segundo entrenudo en estudios de densidad.-

Número de pancas.- A cosecha para estudios de secamiento.

Largo y ancho de mazorca, número de hileras por mazorca y de granos por hilera.- Se toman a la cosecha en trabajos de variedades, nuevas colecciones y en estudios de secamiento.

Peso de 100 granos y largo, ancho y espesor de grano.- Son similarmente para casos como los anteriormente indicados.

Color y textura de grano.- Es una característica interesante para selección y se hace con una codificación.

Las tarjetas tipo 4 deben ser clasificadas por el número de experimento, repetición y parcela y con el programa de Experimentos Fisiológicos, actualizar el disco con los datos de cosecha, grabando los datos fisiológicos. Esto es en forma opcional, sólo cuando hay esta clase de experimento.

El siguiente paso es realizar el análisis estadístico, imprimiendo el análisis de variancia, así como el resumen en la siguiente forma:

No. Exp: Localidad: Año: Nombre Proyecto Dis. Exp.

<u>No. Tratamientos</u>	<u>Total</u>	<u>Media</u>
<u>XXX</u>	<u>XXX</u>	<u>XXX</u>
<u>XXX</u>	<u>XXX</u>	<u>XXX</u>
<u>XXX</u>	<u>XXX</u>	<u>XXX</u>
<u>"</u>	<u>"</u>	<u>"</u>
<u>"</u>	<u>"</u>	<u>"</u>
<u>---</u>	<u>---</u>	<u>---</u>
<u>---</u>	<u>---</u>	<u>---</u>

ANALISIS DE VARIANCIA

<u>Fuentes de Variabilidad</u>	<u>G.L.</u>	<u>S.C.</u>	<u>C.M.</u>
XXXXX	XX	XXX	XXX
XXXXX	XX	XXX	XXX
XXXXX	XX	XXX	XXX
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.

Promedio General:

Error estandar promedio:

Coefficiente de Variabilidad:

<u>Orden de Mérito</u>	<u>No. Tratamiento</u>	<u>Pedigree</u>	<u>Kg/Ha</u>	<u>% Testigo</u>	<u>% Probador</u>	<u>Humedad</u>
1	XX	XXXXX	XXX	XXX	XXX	XXX
2	XX	XXXXX	XXX	XXX	XXX	XXX
3	XX	XXXXX	XXX	XXX	XXX	XXX
.
.
.

El procesamiento electrónico de los registros y datos experimentales de maíz, según lo expuesto, permitirá indudablemente aliviar la pesada labor que significó hasta hoy el procesamiento manual y de computación digital. Como consecuencia de ello, será posible, además, la provisión inmediata y sobretodo oportuna de resultados de muchos experimentos a la vez, lo cual permitirá una continuidad en los proyectos de trabajo o la extracción de conclusiones aplicables.

El procesamiento electrónico propuesto y que casi en su totalidad se lleva a la práctica en el Perú, no es excluyente para otros cultivos. Por el contrario, se considera aplicable, previas las consiguientes variantes que la naturaleza del cultivar determine, en lo que se refiere a su evaluación experimental.

El costo del procesamiento, en cualquier caso, estará plenamente justificado por la racionalización del esfuerzo y el mejor uso de los recursos humanos, económicos y técnicos.

RESPUESTA A LA SELECCION MASAL EN TRES POBLACIONES DE MAIZ DE LA SIERRA
DEL PERU

Ricardo Sevilla Panizo ^{1/}

Sergio Quevedo Willis ^{2/}

INTRODUCCION

En la sierra del Perú, la selección masal ha probado ser un método eficiente para elevar el rendimiento de las variedades locales (13). Este método requiere la presencia de suficiente variancia genético aditiva, la que parece estar presente en suficiente cantidad en variedades nativas. En la sierra del Perú, existen algunas variedades que muestran una adaptación muy restringida a ambientes específicos donde alcanzan rendimientos muy altos, pero en cambio exhiben una baja notable en su rendimiento cuando se cultivan en ambientes diferentes. Este hecho junto a la observación de que la variabilidad fenotípica para algunas características de mazorca y grano es muy escasa, hace pensar que la variancia genética aditiva no sería lo suficientemente alta para obtener ganancia seleccionando masalmente esas variedades.

La presente investigación se programó para comparar la respuesta a la selección masal de tres poblaciones, dos de ellas Blanco Urubamba y Amarillo Calca, de muy alto rendimiento en las condiciones del Valle de Urubamba en el Departamento del Cuzco, y el Compuesto PMC-561 de amplia adaptación a las condiciones de sierra del país.

REVISION DE LITERATURA

En el Cuadro 1 se presenta un resumen de algunos resultados de la aplicación de selección masal, usando alguna forma de control ambiental como la sugerida por Gardner (6). Los valores extremos son los obtenidos por Torregroza y Arias en Colombia (14), con la variedad ICA V-552 que muestra un incremento de 49% en rendimiento después de cuatro ciclos de selección por prolificidad.

-
- 1/ Ing. Agrónomo, 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. Agrónomo, Sub-Director de Investigación Agrícola, Zona Agraria XI. Ministerio de Agricultura, Cuzco, Perú.

CUADRO 1. RESULTADOS DE SELECCION MASAL PARA RENDIMIENTO

PAIS	POBLACION	No.de ciclos	Ganancia por año en Original	% Referen- cia.
México	V-520-C (Tuxpeño)	7	4.8 %	2
México	Chalqueño 61	5	5.08	3
México	México Grupo 10	5	4.82	3
Ecuador	(Cuba 325 X USA 342)-4#	10	6.8	4
Ecuador	(Eto x USA 342)-4#	10	2.6	4
E.E.U.U.de N.A.	Hays Golden	4	3.93	6
E.E.U.U. de N.A.	Hays Golden	10	2.85	7
E.E.U.U.de N.A.	Krug	6	0.5	8
E.E.U.U.de N.A.	Iowa Ideal	5	1.66	8
Honduras	Hond. Comp. Precoz	4	2.85	11
Colombia	Diacol V. 351	3	6.4	12
Colombia	Eto	3	3.4	12
Perú	San Gerónimo	4	5.28	13
Colombia	ICA V. 552	4	12.0	14
Colombia	Diacol V. 351	3	8.0	15
• Colombia	Eto	3	2.3	15

La selección durante varios ciclos en las variedades Krug y Iowa Ideal, dieron 0.5 y 1.6 de ganancia por ciclo, respectivamente. Los autores explican la falta de ganancia debida a una baja variancia genética de las variedades y una insuficiente intensidad de selección.

Los demás resultados presentados en el Cuadro 1, indican que la ganancia en rendimiento por ciclo varía entre 2.5% y 8%.

MATERIALES Y METODOS

En el año 1966 se inició la selección en las tres poblaciones. La semilla de Blanco Urubamba y Amarillo Calca se obtuvo de agricultores del valle de Urubamba y la semilla del PMC-561 de un campo del Departamento de Ayacucho, donde se seleccionó por aspecto de mazorca y grano, después de cinco ciclos de recombinación de la mezcla de línea S_1 de granos blancos amiláceos y semiduros. Todos los ciclos de selección en las tres variedades se llevaron a cabo en localidades del Valle de Urubamba.

La selección en todos los casos, excepto en el tercer ciclo de Blanco Urubamba, se hizo en base a parcelas y plantas competitivas, seleccionando por rendimiento las mejores plantas dentro de cada parcela. El número de golpes, plantas por golpe, surcos por parcela, plantas competitivas seleccionadas por parcela, intensidad de selección y localidades donde se realizó la selección se muestra en el Cuadro 2. En el primer ciclo de la variedad Blanco Urubamba se separaron dos poblaciones: Alta Intensidad de Selección, seleccionando sólo tres mazorcas por parcela y baja intensidad de selección incluyendo en la población seleccionada 10 mazorcas por parcela. Aunque alguna selección por aspecto de planta se hizo, para escoger las plantas competitivas, se pueden definir la intensidad de selección para fines de comparación, igual al número de mazorcas seleccionadas por parcela entre el número de plantas competitivas seleccionadas.

El diseño experimental de los experimentos en que se aprobaron la población original y los ciclos de selección fué Bloques Completos Randomizados, con ocho repeticiones, excepto los realizados en 1968 y 1969 para probar la selección en Blanco Urubamba y 2 experimentos del PMC-561 que tuvieron 4 y 6 repeticiones respectivamente. En todos los casos las parcelas fueron de dos surcos de 6.60 metros de largo y 11 golpes de 3 plantas en cada surco. Los experimentos se condujeron normalmente, corrigiéndose los rendimientos de cada parcela por fallas y humedad y transformándose los datos a kilogramos por hectárea al 14% de humedad y 90% de desgrane.

La población original y las seleccionadas se conservaron en cámaras frías para ser usadas posteriormente en los experimentos. En algunos casos se incrementó la semilla por medio de cruzamientos fraternales, haciendo un mínimo de 200 cruza planta a planta por parcela.

La variancia genética total ha sido calculada para la variedad Blanco Urubamba, en base a prueba de progenies de medios hermanos, usando el método de selección mazorca-hílera modificado sugerido por Lonnquist (9). En el año 1967 se sembraron tres experimentos en que se probaron 62 progenies

O DE PLANTAS Y MAZORCAS SELECCIONADAS POR PARCELA, INTENSIDAD DE SELECCION Y LOCALIDADES DONDE SE SELECCIONARON LAS TRES POBLACIONES.

Población Localidad Ciclo	Blanco Urubamba (2,800 m s.n.m.)					Amarillo Calca Taray (3,000 m. s.n.m.)				PMC-561 Calca (2,900 m s.n.m.)		
	C.1	C.1	C.2	C.4	C.5	C.1	C.2	C.3	C.4	C.1	C.2	C.3
	A. I. S.	B. I. S.										
No. de golpes y plantas por golpe	9 x 2	9 x 2	20 x 1	20 x 1	20 x 1	20 x 1	20 x 1	20 x 1	20 x 1	20 x 1	20 x 1	20 x 1
No. de surcos por parcela	11	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
No. de plantas competitivas seleccionadas visualmente	20	20	30	40	40	40	40	40	40	40	40	40
No. de mazorcas seleccionadas por parcela	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Intensidad de Selección	0.15	0.50	0.33	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

NOTA: En el tercer ciclo del Blanco Urubamba, se cosechó junto todo el campo y se seleccionó por aspecto y peso las 200 mejores mazorcas.

A.I.S. = Alta Intensidad de Selección

B.I.S. = Baja Intensidad de Selección

$$\text{Intensidad de Selección} = \frac{\text{No. mazorcas seleccionadas}}{\text{No. de plantas competitivas seleccionadas}}$$

en cada uno. Las 186 mazorcas probadas se obtuvieron de escoger al azar 10 mazorcas de cada una de las parcelas del segundo ciclo de selección masal del Blanco Urubamba.

En el año 1969 se sembraron tres experimentos de 62 progenies cada uno, provenientes del primer ciclo de selección mazorca-hilera y en 1971 se sembraron tres experimentos con 64 progenies cada uno, provenientes del segundo ciclo. El diseño experimental fue en todos los casos látice simple 8 x 8. Todos los experimentos se llevaron a cabo en dos localidades, sembrándose dos repeticiones en Urubamba y dos en Taray que son las mismas localidades donde se realizaron las selecciones masales del Blanco Urubamba y Amarillo Calca respectivamente. En la localidad de Urubamba se dispuso el lote de despanojamiento y se hizo la selección dentro de la parcela seleccionando 4 mazorcas por cada parcela. La selección entre familias se hizo con aproximadamente 20% de intensidad de selección. En todos los experimentos, las parcelas fueron de 1 surco de 6 golpes de 3 plantas.

Se han estimado en base a los cuadrados medios esperados la variancia debida a medios-hermanos σ_g^2 , la variancia de la interacción genotipo medio ambiente σ_{g1}^2 y la variancia del error σ_e^2 . La variancia fenotípica σ_f^2 se ha calculado usando la siguiente relación:

$$\sigma_f^2 = \sigma_g^2 + \frac{\sigma_e^2}{L.R.}$$

donde L es igual al número de localidades y R al número de repeticiones dentro de cada localidad. No se incluyó el estimado de la variancia de la interacción genotipo por localidad porque en todos los experimentos en que ésta se ha calculado el resultado ha sido cero.

La heredabilidad se calculó con la siguiente relación:

$$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_f^2} \times 100$$

RESULTADOS Y DISCUSION

En los Cuadros 3, 4 y 5 se presentan los resultados expresados en kilos por hectárea y en porcentaje sobre la población original de los diferentes ciclos de selección del Blanco Urubamba, Amarillo Calca y PMC-561 respectivamente. Los valores del porcentaje con relación al ciclo original de los ciclos de selección del Blanco Urubamba son contradictorios en los diferentes años y localidades de prueba y en promedio ninguno de los ciclos supera apreciablemente a la población original. Resultados similares se desprenden de los experimentos en que se prueban los ciclos de selección del Amarillo Calca. Los ensayos correspondientes al PMC-561, sí muestran diferencias entre los ciclos. En tres de los cuatro experimentos, la población original ocupó el último lugar. El segundo ciclo de selección ocupó el último lugar. El segundo ciclo de selección ocupó el primer lugar en los tres experimentos conducidos en 1970 y el segundo lugar en el año 1971, resultando en promedio de años y localidades en el primer lugar.

CUADRO 3. RENDIMIENTO EN KILOS POR HECTAREA Y PORCENTAJE CON RELACION A LA POBLACION ORIGINAL DE LOS CICLOS DE SELECCION DE LA VARIEDAD BLANCO URUBAMBA

Población	1968				1969		1970						1971				Porc. Prom.
	URUBAMBA		TARAY		URUBAMBA		URUBAMBA		CALCA		TARAY		URUBAMBA		TARAY		
	Kg/Ha	%	Kg/Ha	%	Kg/Ha	%	Kg/Ha	%	Kg/Ha	%	Kg/Ha	%	Kg/Ha	%	Kg/Ha	%	
C.0	8,290	100	7,388	100	8,395	100	8,309	100	6,666	100	7,679	100	10,628	100	4,836	100	100.00
C.I. (BIS)	8,102	98	7,275	98	8,058	96	9,383	113	5,909	89	8,920	116	9,157	86	5,302	110	100.75
C.I (AIS)					7,518	90	9,344	112	6,641	99	8,281	108	9,583	90	5,288	109	101.33
C.2	9,211	111	7,726	105	6,406	76											97.33
C.3					9,811	117	8,053	97	6,493	97	8,992	117	9,288	87	4,540	94	101.50
C.4							7,178	86	6,031	90	9,147	119	9,107	86	5,682	117	99.60
C.5													9,388	88	4,483	93	90.50
C.V.	11.01 %		7.06%		12.10%		8.71%		16.82%		13.58%		9.92%		21.58%		
No. reps.	4		4		4		8		8		8		8		8		

CUADRO 4. RENDIMIENTO EN KILOS POR HECTAREA Y PORCENTAJE CON RELACION A LA POBLACION ORIGINAL DE LOS CICLOS DE SELECCION DE LA VARIEDAD AMARILLO CALCA

CICLO	1970						1971						Porcentaje Promedio
	URUBAMBA		CALCA		TARAY		URUBAMBA		TARAY				
	Kg/Ha	%	Kg/Ha	%	Kg/Ha	%	Kg/Ha	%	Kg/Ha	%			
C.0	10,730	100	6,001	100	8,482	100	8,841	100	5,606	100	100.00		
C.1	10,221	96	5,980	100	8,828	104	8,132	92	5,507	98	98.00		
C.2	10,063	94	6,026	100	7,002	83	8,126	92	5,605	100	93.80		
C.3	10,736	100	6,029	100	8,286	98	9,128	103	5,756	103	100.80		
C.4							8,799	100	5,250	94	97.00		
C.V.	9.41%		15.62%		22.26%		7.56%		15.73%				
No. reps.	8		8		8		8		8				

CUADRO 5. RENDIMIENTO EN KILOS POR HECTAREA Y PORCENTAJE CON RELACION A LA POBLACION ORIGINAL DE LOS CICLOS DE SELECCION DEL COMPUESTO PMC-561

CICLO	1970						1971		Porcentaje Promedio
	URUBAMBA		CALCA		TARAY		URUBAMBA		
	Kg/Ha	%	Kg/Ha	%	Kg/Ha	%	Kg/Ha	%	
C.0	10,722	100	3,568	100	9,230	100	8,958	100	100.00
C.1	12,165	113	4,230	119	8,346	90	9,202	103	106.25
C.2	12,727	119	4,745	133	9,390	102	9,805	109	115.75
C.3	11,714	109	4,325	121	8,910	97	9,967	111	109.50
C.V.	7.96 %		19.7 %		8.49 %		8.54 %		
No.reps.	8		6		8		6		

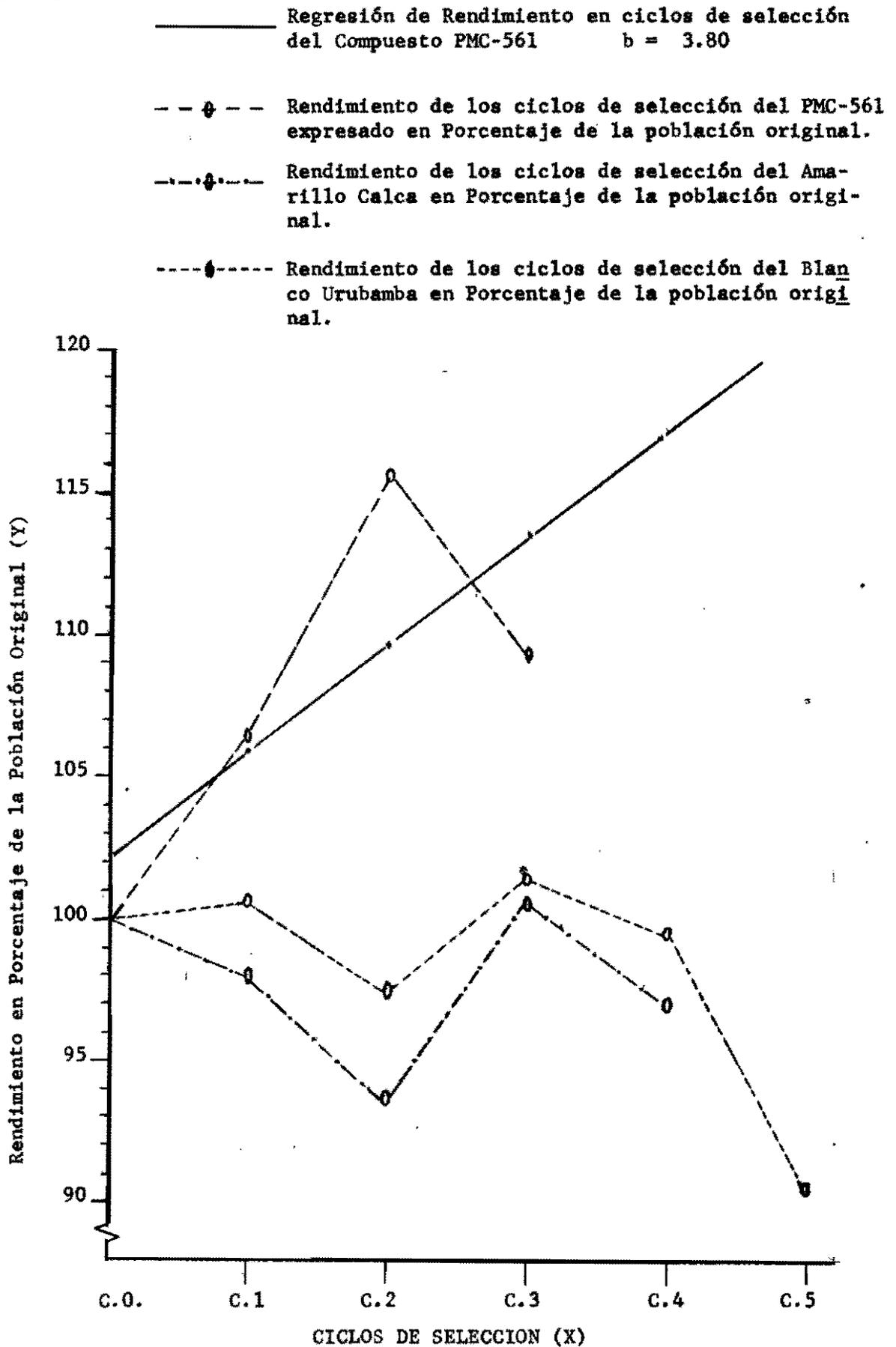
En la Figura 1 se ha graficado los rendimientos de todos los ciclos de selección expresados en porcentaje de la población original. Como se puede apreciar, los porcentajes correspondientes al PMC-561 son muy superiores a los de Blanco Urubamba y Amarillo de Calca. La regresión gráfica indica que por cada ciclo de selección hay un aumento de 3.8% sobre la población original del PMC-561. Este resultado es más o menos similar a muchos de los obtenidos en selección masal por otros investigadores (ver Cuadro 1).

La respuesta negativa a la aplicación de selección en el Blanco Urubamba y Amarillo Calca merece una discusión más detallada. La falta de ganancia por selección masal ha sido explicada por diferentes investigadores por alguna de las siguientes razones: insuficiente variancia genética aditiva; baja intensidad de selección y dificultad en la selección de los mejores genotipos por la acción encubridora del medio ambiente. De estas razones, la primera es la única que puede tomarse en cuenta desde que tanto la intensidad de selección como el método de selección usado ha sido común a las tres poblaciones.

La estabilidad de las variedades Blanco Urubamba y PMC-561 ha sido estimada usando el método propuesto por Eberhart y Russell (5). Se tomaron datos de rendimiento en 13 experimentos donde se evaluaron estas dos variedades en diferentes lugares de la sierra del país durante los años 1969 a 1972. Los resultados en kilogramos por hectárea y los parámetros de regresión del rendimiento de cada variedad sobre el rendimiento promedio de la localidad se muestran en el Cuadro 6. Los resultados indican que el PMC-561 es un compuesto bastante estable no así la variedad Blanco Urubamba, la que necesita ambientes muy favorables para la cabal expresión de su potencialidad genética. Se puede apreciar que excepto en una localidad, los rendimientos del Blanco Urubamba fuera del Cuzco no alcanzan ni a la mitad del rendimiento de la misma variedad sembrada en Urubamba. Una situación parecida se encuentra en la variedad Amarillo Calca que generalmente rinde muy bien en Urubamba, pero su adaptación es muy limitada. Como la estabilidad está relacionada con la variabilidad genética de las poblaciones (1,5) podemos suponer en base a los resultados arriba expuestos que el comportamiento específico se debería a escasa variabilidad genética.

La selección mazorca-hilera modificada que ha venido realizándose en la variedad Blanco Urubamba en la misma población que se está seleccionando masalmente ha servido para calcular la variancia genética total que se encuentra en esa población. En el Cuadro 7 se muestran los componentes de variancia y la heredabilidad para rendimiento de la población original y los dos ciclos siguientes. La población original y el primer ciclo de selección muestran valores muy semejantes tanto en el Cuadrado Medio de progenies como en el del error, siendo altos los valores de heredabilidad. El segundo ciclo muestra una variancia de progenies muy baja y por lo tanto una heredabilidad también baja. Los valores altos obtenidos en la población original y el primer ciclo no son necesariamente índice que hay suficiente variancia genética aditiva. Se ha medido en la población original la variancia correspondiente a la interacción genotipo por localidad la cual fué igual a cero en los tres experimentos por lo que no se ha incluido este componente en el cálculo de la variancia fenotípica. La variancia de la interacción genotipo por año no ha podido ser medida. La inclusión de esta -

FIGURA 1.



CUADRO 6. RENDIMIENTOS DEL BLANCO URUBAMBA Y PMC-561 EN 13 LOCALIDADES Y LOS PARAMETROS b_1 (REGRESION DEL RENDIMIENTO DE CADA VARIEDAD SOBRE EL RENDIMIENTO PROMEDIO DE LA LOCALIDAD).

Año	Localidad	Rend. \bar{x} de la localidad	Rendimiento en Kgs/Ha	
			Blanco Urubamba	PMC-561
1969	Carhuaz (Toma)	3,967	3,071	4,377
1969	Carhuaz (Toma)	3,880	3,586	3,531
1970	Urubamba	9,296	11,439	9,457
1970	Yungay	4,380	3,948	4,343
1970	Carhuaz (Anta)	6,519	6,636	7,426
1971	Cuzco (Taray)	5,848	6,863	5,159
1971	Urubamba	8,514	10,005	8,630
1971	Carhuaz (Mal Paso)*	439	184	798
1971	Carhuaz (Mal Paso)	4,046	3,609	4,507
1972	Carhuaz (Mal Paso)	4,525	3,942	5,338
1972	Carhuaz (Paltay)	3,213	3,452	3,641
1972	Carhuaz (Obraje)	5,002	4,247	6,985
1972	Carhuaz (Huanchac)	6,297	4,595	5,060
		\bar{x} =	5,044	5,327
		b =	1.26	0.95
		S_b =	0.11	0.10

* La siembra se realizó en Diciembre, considerándose una época de siembra muy tardía. En todos los demás lugares, la siembra se realizó en la época más apropiada.

CUADRO 7. ESTIMADOS DE COMPONENTES DE VARIANCI Y HEREDABILIDAD PARA RENDIMIENTO DE LA POBLACION ORIGINAL Y 2 CICLOS DE SELECCION MAZORCA-HILERA EN EL BLANCO URUBAMBA.

Ciclo	C.M. Progenies (CM_1)	C.M. Error (CM_2)	$\sigma_g^2 = \frac{CM_1 - CM_2}{4}$	$\sigma_f^2 = \sigma_g^2 + \frac{\sigma_e^2}{4}$	$H = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_f^2} \times 100$
(E) C.0	0.734	0.412	0.0805	0.1835	43.87
(E) C.1	0.743	0.350	0.0982	0.1857	52.88
(E) C.2	0.459	0.428	0.0077	0.1147	6.71

porción de la variancia fenotípica dentro de la variancia genética, hace que ésta sea mayor que su valor real y por lo tanto, mayor el valor de la heredabilidad.

Además, Moll y Robinson (1) han expresado que cuando los estimados de variancia usados para calcular progreso esperado se obtienen de pruebas de rendimiento de cada ciclo, se puede esperar tener errores estandar relativamente grandes los que dan lugar a errores en la predicción. Aún así hay una apreciable diferencia entre los estimados de la variancia de la población original y el primer ciclo comparado con el segundo ciclo. Si la variabilidad genética existente es del tipo aditivo se podría esperar ganancia por selección. La evaluación preliminar de la selección mazorca-hilera ha mostrado que no ha habido ganancia. Queda aún la posibilidad de que la variancia genética observada al probar las familias de medios-hermanos no sea necesariamente de tipo aditivo. Actualmente se está investigando esta posibilidad en la variedad Blanco Urubamba.

RESUMEN

Las variedades Blanco Urubamba, Amarillo Calca y PMC-561 se seleccionaron masalmente durante cinco, cuatro y tres ciclos respectivamente, en las condiciones del Valle de Urubamba en el Departamento del Cuzco.

Los ciclos de selección del Blanco Urubamba se probaron en 8 experimentos, los de Amarillo Calca en 5 experimentos y en 4 experimentos los del PMC-561. En ninguna de las dos primeras poblaciones se logró ganancia. El compuesto PMC-561 mostró un aumento de 3.8% por ciclo sobre la población original.

Los valores de regresión del rendimiento de las variedades Blanco Urubamba y PMC-561 sobre el rendimiento promedio de la localidad indican que el PMC-561 es bastante estable no así el Blanco Urubamba.

Esta evidencia y la obtenida al probar progenies de medios-hermanos en la selección mazorca-hilera del Blanco Urubamba indican que la causa de la falta de ganancia podría ser una escasa variancia genética aditiva.

BIBLIOGRAFIA

1. Allard, R.W. y Bradshaw, A.D. 1964. Implications of genotype en vironment interaction in applied plant breeding. Crop Sci. 4: 503-507.
2. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1970. Informe sobre avances hacia el aumento de rendimiento de Maíz y Trigo. 1969-1970, México.
3. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1970. Informe sobre avances hacia el aumento de rendimiento de Maíz y Trigo. 1969-1970, México.

4. Cortaza C. 1971. Avances de Selección Masal en dos poblaciones de Maíz. IV Conferencia sobre rendimiento de Maíz en la Zona Andina. Palmira, Colombia.
5. Eberhart, S. A. y W. A. Russell. 1966. Stability parameters for Comparing Varieties. Crop Sci. 6: 36-40.
6. Gardner, C.O. 1961. An Evaluation of effect of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. Crop Sci. 1: 241-245.
7. Gardner, C.O. y J.H.Lonnquist. 1967. Resultados de diez años de selección para alto rendimiento de grano en una variedad de maíz de polinización libre. VII Reunión Latinoamericana de Fitotecnia. Caracas, Venezuela.
8. Hallaner, A.R. y J. H. Sears. 1969. Mass Selection for yield in two varieties of Maize. Crop Sci. 9: 47-50.
9. Lonnquist, J. H. 1964. A modification of the Ear to Row procedure for the improvement of Maize Populations. Crop Sci. 4:227-228.
10. Moll, R. H. y H.F. Robinson 1966. Observed and expected response in four selection experiments in maize. Crop Sci. 6: 319-324.
11. Romero Franco J. e I. López H. 1968. Mejoramiento de Honduras Compuesto Precoz mediante selección masal. Informe de la Secretaría de Recursos Naturales. Desarrural, Honduras.
12. Sarria V., Daniel. 1967. Resultados obtenidos con dos tipos de selección de maíz. IV Congreso Nal. de Ingenieros Agrónomos. Barranquilla. Colombia.
13. Sevilla, R. y G. Fukusaki. 1971. Evaluación de cuatro ciclos de selección masal en una variedad de maíz de la sierra del Perú. Primer Congreso Nacional de Investigadores Agrícola y Pecuarios del Perú. Lima, Perú.
14. Torregroza, C. y E. Arias. 1970. Selección Masal por prolificidad y rendimiento en la variedad mejorada de maíz. ICA- V-552. Resúmenes VIII Reunión de A.L.A.F. Bogotá, Colombia.
15. Toro, J. C., A. Rivera y J. Llano. 1968. Ciclos de Selección Masal en las variedades Eto x Diacol V. 351. III Reunión de Maíz de la Zona Andina. Lima, Perú.

MASAL SELECTION RESPONSE IN THREE POPULATION OF MAIZE

(ZEA MAYS L.) OF THE HIGHLANDS OF PERU

ABSTRACT

Two varieties of Cuzco Gigante race, Blanco Urubamba (B.U.) and Amarillo Calca (A.C.), and PMC-561 composite were masal selected at Urubamba valley, Cuzco during 5, 4 and 3 cycles respectively.

Plot techniques selection and intensity were the same for the three populations. Only competitive plants were selected in 200 plants plots.

Selection intensity was 25% except the first cycle of B.U. where two population were produced: one population with high intensity of selection (15%) and the other one with low intensity of selection (50%). Selection was actually higher since it was calculated as a ratio of number of ears selected to number of competitive plants selected and some selection for plant aspect was made. Cycles of selection for B.U., A.C. and PMC-561 were tested in 8, 5 and 4 experiments respectively. At the same locations population density and levels of fertility, selections and testing were made.

The two varieties of Cuzco Gigante race did not show response to selection, but the increase in yield was 3.8% per cycle for PMC-561.

Unselected B.U. and PMC-561 have been tested in 13 different environments: Cuzco (3) and Callejón de Huaylas (10). Regresión of the yield varieties on the average yield environment were 1.26 ± 0.11 for B.U. and 0.95 ± 10 for PMC-561. B.U. yielded twice in Urubamba valley than other locations. These results and those obtaining testing half sib families in two cycles of modified ear to row selection suggest that low additive genetic variance is responsible for the lack of gain from selection.

INTERACCION GENOTIPO-AMBIENTE: SELECCION MASAL EN DIFERENTES AMBIENTES^{1/}Fernando Arboleda Rivera^{2/}

INTRODUCCION

Dos siembras de maíz por año son posibles en las zonas bajas e intermedias, en Colombia. En el Centro Experimental de Turipaná las dos épocas de siembra tienen condiciones atmosféricas muy diferentes.

La selección masal, como fue descrita por Gardner (6), ha sido exitosa en maíz cuando se ha practicado en solo un ambiente de selección (6,7, 10,12, 13, 14, 15). El autor no conoce bibliografía sobre selección masal en maíz por prolificidad y rendimiento en diferentes ambientes de selección, en la misma población original. Estudios de ese tipo han sido hechos en algunas especies animales (2, 4, 5, 9).

La pregunta es, entonces: habrá una mayor respuesta a selección cuando ésta se hace en condiciones que favorezcan la expresión de un carácter, o cuando esas condiciones son adversas? Una interacción genotipo-ambiente apreciable favorece la obtención de variedades adaptables a tipos especiales de ambientes; igualmente una pequeña interacción favorece la obtención de variedades que se comportarán bien en un amplio espectro de ambientes (1, 2).

El propósito de este artículo es el reportar los resultados de varios ciclos obtenidos por selección masal por prolificidad y por rendimiento en una variedad de maíz en diferentes ambientes de selección.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se hizo en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias TURIPANA del ICA. Turipaná está situado a 12 metros sobre el nivel del mar, a 80 kilómetros del Mar Caribe. El primer semestre de siembras (se semestre A) va desde Abril a Septiembre y tiene una precipitación pluvial promedio de 600 mm. Es considerado el mejor semestre agrícola en la Costa Atlántica. El segundo semestre (B) va desde Octubre hasta Marzo y tiene una precipitación promedio de cerca de 300 mm. Poca o ninguna lluvia cae en la última parte de este semestre y la nubosidad es mucho menor que en A.

^{1/} Contribución del Programa de Maíz y Sorgo. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA.

^{2/} I.A. Ph.D. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira. Apartado Aéreo 233, Palmira (Valle) Colombia.

En el semestre B hay una mayor diferencia entre las temperaturas diurna y nocturna. Sin embargo, la temperatura promedio es más o menos la misma que en A (29°C). Para el estudio se escogió la población "Mezcla Varietales Amarillos" (MVA) debido a su gran diversidad en origen genético y geográfico. MVA fue formada en 1961 mediante la mezcla mecánica de igual número de semillas de 45 F₁ entre 10 variedades (3 de Venezuela, 2 de Cuba, 3 de Colombia, una de Ecuador y una de Perú). Mediante libre polinización en lotes aislados, siempre en semestres A, fué llevada a la quinta generación de recombinación. Cada generación fue plantada con semilla recogida al azar de todo el lote aislado anterior.

En 1966A, del compuesto en 5a generación de polinización libre, se sacaron 3 muestras de a 3 kilos cada una. Esas muestras fueron llamadas: subpoblación MVA-A para ser seleccionada masalmente sólo en los semestres A, MVA-B para ser seleccionada sólo en los semestres B, y MVA-AB para ser seleccionada continuamente en ambos semestres.

El criterio de selección fué prolificidad (dos o más mazorcas por planta) y rendimiento a granel para las tres subpoblaciones. Cada parcela aislada tenía 42 x 52 sitios separados 92 cm en cuadro con 2 plantas por sitio a la cosecha. Cada subparcela estratificada consistía de 4 surcos de 5 sitios cada uno. A la cosecha, las mazorcas de 6 - 10 plantas prolíficas por subparcela fueron secadas a humedad constante y las dos plantas más pesadas fueron seleccionadas para ser incluidas en el compuesto para plantar el próximo ciclo. Así, la presión de selección fue de 5%. 44 semillas de cada una de las 200 plantas seleccionadas fueron mezcladas. De cada ciclo se hicieron tres compuestos; uno para plantar el próximo ciclo, uno para ensayos de rendimiento y uno para reserva que fue guardado en cuarto frío.

Se plantaron ensayos de rendimiento en los semestres 1968B, 1969A, 1970A, 1970B, 1971A, y 1971B. Los primeros tres consistieron de MVA-IA y IIA, MVA-IB y IIB, MVA-IAB a IVAB, con los testigos MVA original, ICA V.105 y D.H.104. Los últimos tres ensayos semestrales comprendieron MVA-IA a IIIA, MVA-IB a IIIB, MVA-IAB a VIAB con los mismos testigos. Los tres ciclos A fueron obtenidos en 1967A, 1968A y 1969A, respectivamente. Los tres ciclos B fueron obtenidos en 1966B, 1967B y 1968B, respectivamente. Los seis ciclos AB fueron obtenidos en 1966B, 1967A, 1967B, 1968A, 1968B y 1969A, respectivamente. El diseño usado en cada ensayo fue de bloques al azar con 10 repeticiones. Cada parcela era de 2 surcos con 10 sitios cada uno a 92 cms. en cuadro. Se aseguraron 3 plantas por sitio a la cosecha. A la cosecha se contaron las plantas y las mazorcas por parcela. El rendimiento en mazorca de cada parcela fue medido en kilos. Los rendimientos en mazorca fueron corregidos por sitios faltantes mediante el método de Jugenheimer y Williams (11). Rendimientos a granel, ajustados al 15.5% de humedad, se obtuvieron mediante el método de Gorsline y Thomas (8).

Para cada subpoblación se estimó ganancia por selección en cada semestre y sobre ambos semestres, mediante la regresión ponderada de todas las observaciones individuales (en por ciento de la variedad original), de cada carácter, sobre los ciclos de selección.

Se obtuvieron estimativos de hereditabilidad realizada (\hat{h}_r^2) para rendimiento, usando todas las parcelas de cada ensayo, mediante el método sugerido por Falconer y Latyszewski (4), así:

$$\hat{h}_r^2 = 2b_R/b_S \pm (\hat{\sigma}_{b_R}^2)^{1/2}/b_S$$

En donde b_R = coeficiente de regresión de la respuesta acumulada en ciclos de selección, y

b_S = coeficiente de regresión del diferencial de selección acumulado en ciclos de selección.

La respuesta (R) es la diferencia existente entre un ciclo y el que le precede. El diferencial de selección (S) fue calculado de datos de plantas individuales en los ensayos. Diez plantas competitivas al azar, en cada variedad, fueron cosechadas individualmente en cada replicación. La más rendidora representó la media seleccionada (\bar{P}_s). El promedio de cada variedad (P) fue el promedio de todas las replicaciones incluyendo las cosechadas individualmente. Así, el diferencial de selección fué $S = \bar{P}_s - P$.

Se estimaron parámetros de estabilidad, de acuerdo con el método sugerido por Eberhart y Russell (3). Esos parámetros fueron b_i = el coeficiente de regresión que mide la respuesta de la iava variedad en ambientes variables; y S_{ij} = desviaciones de la regresión de la iava variedad en el ia vo ambiente.

RESULTADOS

RENDIMIENTO

En la Tabla 1 se resumen los resultados de los ensayos de rendimiento durante seis semestres, para las tres subpoblaciones. El comportamiento del rendimiento de las tres subpoblaciones se representa gráficamente en las figuras 1 a 3.

Como se ve en la Figura 1, se obtuvo una ganancia de 10.52% por ciclo en la subpoblación MVA-A cuando se probó durante tres semestres A (respuesta directa) y únicamente 0.80% por ciclo cuando se probó durante tres semestres B (respuesta indirecta). Sin embargo, la respuesta indirecta de las selecciones hechas en los semestres B (MVA-B probada en tres semestres A) fué de 7.63% por ciclo (Figura 2), cuando la respuesta directa fué de solo 2.54% por ciclo. Pruebas en ambos semestres, para los ciclos de la subpoblación MVA-AB pueden considerarse como respuesta directa puesto que los seis ciclos probados fueron obtenidos alternativamente en ambos semestres. La Figura 3 muestra una ganancia por ciclo en MVA-AB de 5.34% en pruebas en tres semestres A y 1.10% en pruebas en tres semestres B.

TABLA 1. Estimativos de ganancia/ciclo en rendimiento. Tres subpoblaciones de la variedad MVA probadas durante seis semestres en Turipaná.

SUB- POBLA CION	SEMESTRES EN PRUEBA						b	b	b
	1968 B	1969 A	1970 A	1970 B	1971 A	1971 B	en semes- tres A ≠	en semes- tres B ≠	durante to- dos los se- mestres ≠
MVA-A	9.12* ± .64 (2) +	13.94 ± 3.72 (2)	-2.54 ± 2.02 (2)	3.86 ± 1.67 (3)	13.96** ± 2.94 (3)	-3.09 ± 1.31 (3)	10.52 ± 3.13	0.80 ± 2.17	4.89* ± 2.18
MVA-B	19.08 ± 1.76 (2)	.42 ± 1.66 (2)	-2.08 ± 2.84 (2)	1.52 ± 1.71 (3)	13.68 ± 4.14 (3)	-2.36 ± 3.91 (3)	7.63 ± 3.50	2.54 ± 3.12	4.68* ± 2.34
MVA-AB	8.38* ± 2.90 (4)	3.25** ± .86 (4)	-.72 ± .35 (4)	1.32 ± .34 (6)	8.03** ± 2.15 (6)	-1.52 ± .62 (6)	5.34** ± 1.44	1.10 ± 1.00	2.90** ± .90

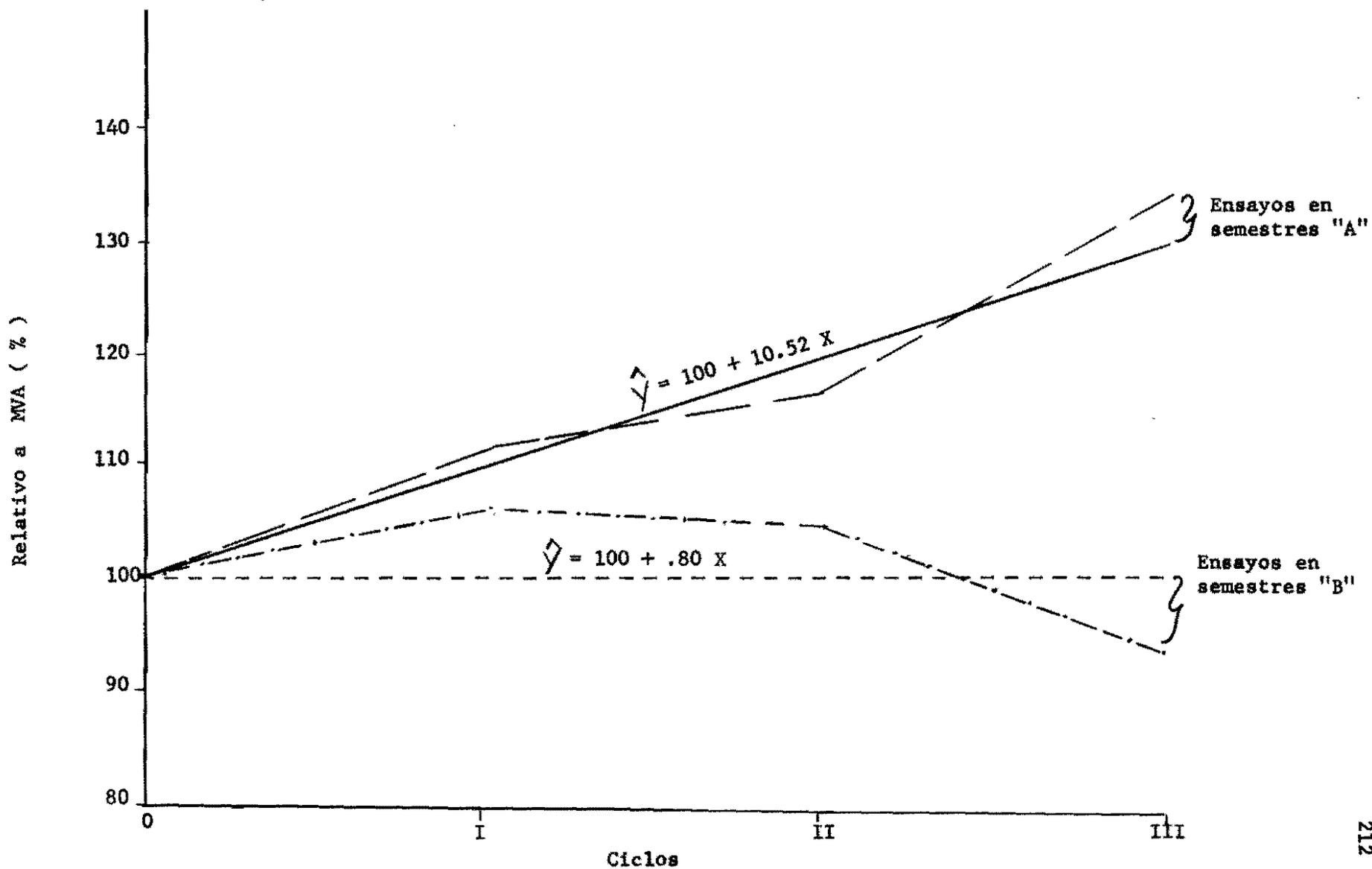
* Diferente de cero a P = .05

** Diferente de cero a P = .01

+ Número en paréntesis = No. de ciclos probados

≠ Valores obtenidos de todas las observaciones individuales

FIG. 1. Respuesta del rendimiento de la subpoblación MVA-A en ensayos durante tres semestres A y tres semestres B.



2. Respuesta del rendimiento de la subpoblación MVA-B en ensayos durante tres semestres A y tres semestres B.

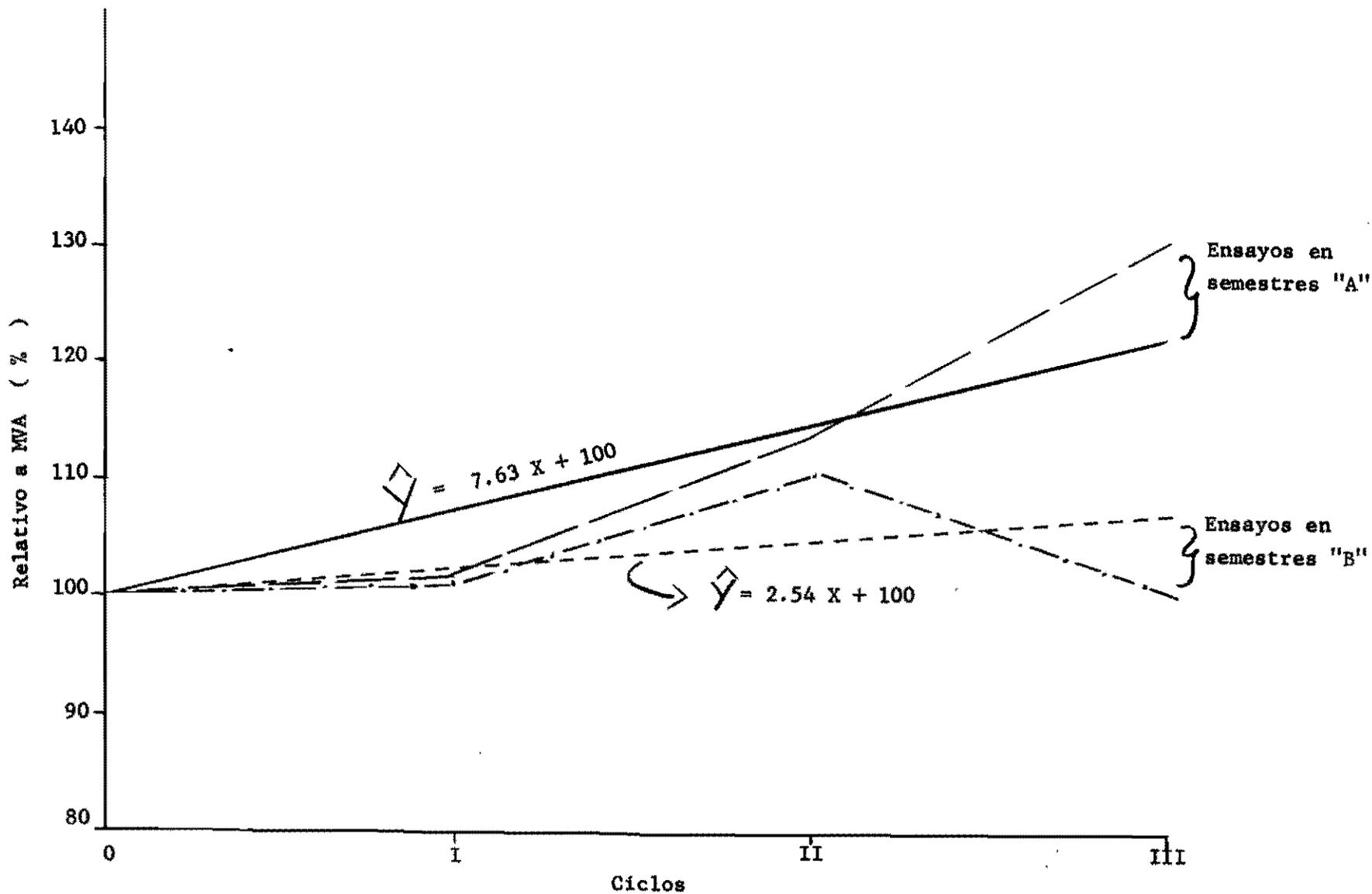
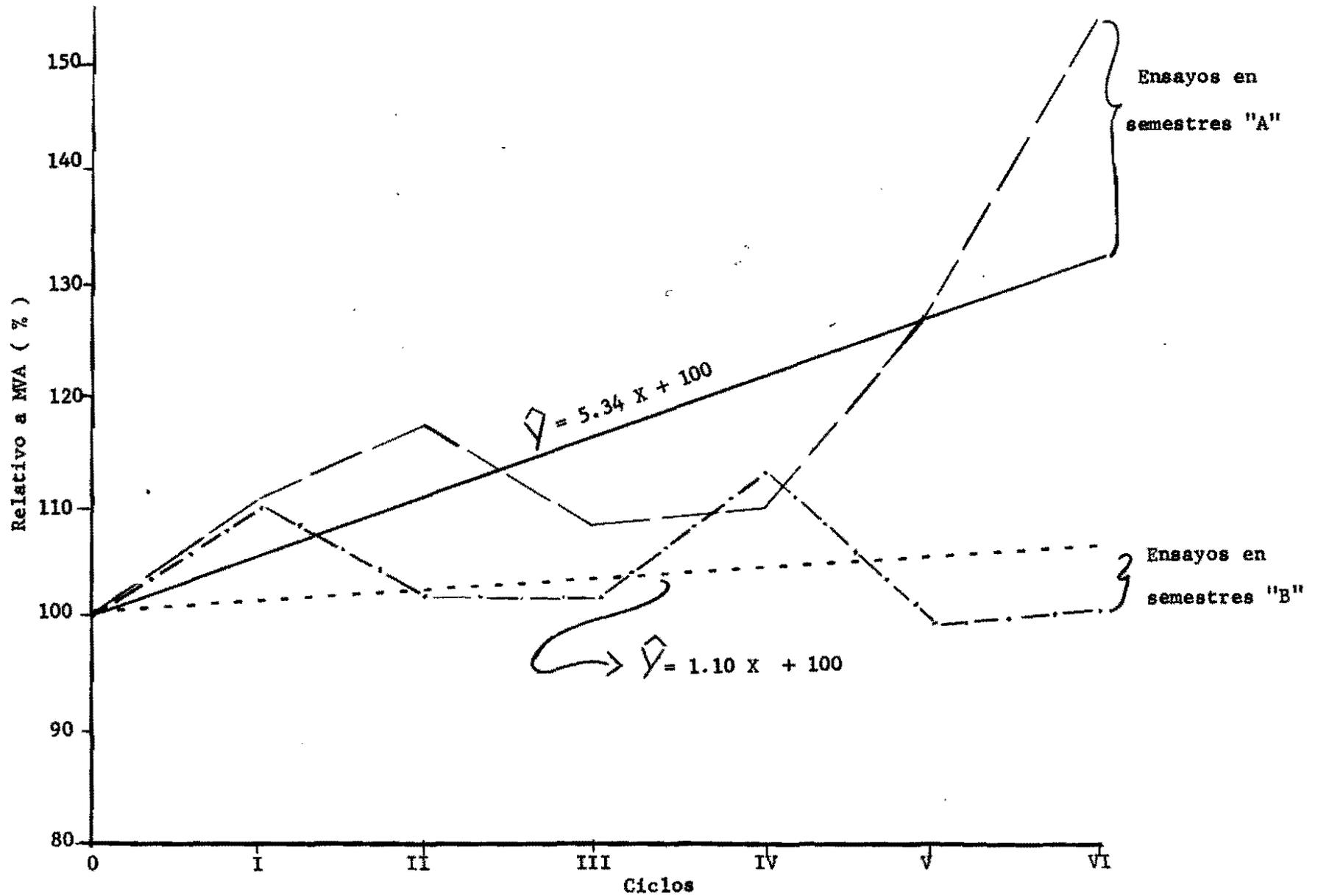


FIG. 3. Respuesta del rendimiento de la subpoblación MVA-AB en ensayos durante tres semestres A y tres semestres B.



Las ganancias por ciclo, en promedio de seis semestres de prueba, fueron 4.89% para MVA-A, 4.68% para MVA-B, y 2.87% para MVA-AB (Tabla 1). El tercer ciclo de MVA-A rindió 8.8% más que la variedad original. MVA-IIIB rindió 11.6% más que MVA. MVA-VIAB sobrepasó a MVA en 18.8%.

Los estimativos de hereditabilidad realizada (h_r^2) para rendimiento a gran nel (Tabla 2) fueron consistentemente muy bajos para las tres subpoblaciones en los semestres con condiciones más malas (1970A y 1971B). MVA-A resultó con la h_r^2 más alta (7.10%) en promedio de tres semestres A, y 4.71% en promedio de tres semestres B. A la inversa, la subpoblación MVA-B mostró una h_r^2 mayor en las pruebas en los semestres B (6.02%) que en las pruebas en los semestres A (2.73%). Los valores de h_r^2 observados en MVA-AB fueron más similares en los ensayos en los semestres A y B, con 2.90 y 3.57% en las pruebas en A y B, respectivamente.

Los datos sobre estabilidad del comportamiento del rendimiento de los distintos ciclos de las tres subpoblaciones, probados durante seis semestres se presentan en la Tabla 3. Una buena variedad estable es aquella que tiene un rendimiento superior al promedio de todas las variedades probadas en varios ambientes, un coeficiente de regresión igual o mayor que la unidad y una desviación de la regresión lineal igual a cero. Así, una variedad estable posee la habilidad genética para producir altos rendimientos en los semestres más productivos, así como capacidad de comportarse bien en los semestres menos favorables.

La subpoblación MVA-A fué inestable bajo las condiciones de semestres variables, para rendimiento. MVA-B fué bastante aceptable en su estabilidad durante los seis semestres de pruebas. La subpoblación MVA-AB fué la más estable en ambos tipos de semestres. En contraste, la variedad original (MVA) fue menos estable que sus tres subpoblaciones.

PROLIFICIDAD

Los resultados de la selección semestral por prolificidad se resumen en la Tabla 4, para todas las subpoblaciones. Gráficamente, su comportamiento se muestra en las Figuras 4 a 6.

La subpoblación MVA-A resultó en un aumento de 8,84% por ciclo en las pruebas en tres semestres A y solo 0.97% en los ensayos de los semestres B. MVA-B mostró un aumento sustancial de 11.45% por ciclo en las pruebas en A y 4.40% en las pruebas en los semestres B. En las selecciones en MVA-AB se obtuvieron ganancias de 7.02 y 3.34% por ciclo en los ensayos en los semestres A y B, respectivamente. Sobre el promedio de todos los ensayos, la ganancia en prolificidad por ciclo fué mayor en las selecciones de MVA-B que en las otras dos subpoblaciones seleccionadas. En el tercer ciclo de MVA-A y de MVA-B y en el sexto ciclo de MVA-AB se obtuvieron ganancias totales de 8.0, 13.6, y 24.0% sobre la variedad original, respectivamente.

La estimación de los parámetros de estabilidad para prolificidad (Tabla 3), indican buena estabilidad del comportamiento de este carácter en la subpoblación MVA-A muy estable en MVA-AB, y poco estable en MVA-B.

TABLA 2. Estimativos de hereditabilidad realizada para rendimiento. Tres subpoblaciones de la variedad MVA probadas durante seis semestres en Turipaná.

SUB- POBLA- CION	SEMESTRES EN PRUEBA						Semestres	Semestres	\bar{X} *
	1968 B	1969 A	1970 A	1970 B	1971 A	1971 B	A	B	
							\bar{X} *	\bar{X} *	
MVA-A	.0678 ± .0023 (2)**	.1570 ± .0210 (2)	.0379 ± .0150 (2)	.1036 ± .0224 (3)	.0938 ± .0076 (4)	.0301 ± .0052 (5)	.0710 ± .0574	.0471 ± .0400	.0591 ± .0317
MVA-B	.1514 ± .0071 (2)	.0162 ± .0081 (2)	.0297 ± .0200 (2)	.0401 ± .0227 (3)	.0954 ± .0151 (3)	.0108 ± .0112 (4)	.0273 ± .0365	.0602 ± .0480	.0438 ± .0279
MVA-AB	.0736 ± .0127 (4)	.0376 ± .0050 (4)	.0127 ± .0031 (4)	.0407 ± .0053 (6)	.0620 ± .0069 (7)	.0073 ± .0039 (7)	.0290 ± .0220	.0357 ± .0235	.0323 ± .0034

* Media aritmética

** Números en paréntesis = ciclo probados

TABLA 3. Estimativos de parámetros de estabilidad para rendimiento y prolificidad.

VARIEDAD	RENDIMIENTO				PROLIFICIDAD			
	\bar{X}	% de \bar{X}	REGRESION	S^2_d	\bar{X}	% de \bar{X}	REGRESION	S^2_d
MVA	26.90	95.6	1.015 ± .1010	.172	.81	89.0	1.04 ± .36	.0064**
MVA-I A	29.06	103.3	1.094 ± .046	.036	.89	97.8	1.01 ± .20	.0020
MVA-II A	30.06	106.8	1.195 ± 1.44	.350**	.88	96.7	.89 ± .07	.0003
MVA-I B	27.13	96.4	.995 ± .089	.134	.90	98.9	1.68 ± .35	.0060**
MVA-II B	29.25	103.9	1.020 ± 1.08	.198	.95	104.4	.76 ± .31	.0049**
MVA-I AB	29.82	102.4	.965 ± .078	.104	.92	101.1	.78 ± .14	.0010
MVA-II AB	28.86	102.6	1.006 ± .096	.157	.93	102.2	1.17 ± .15	.0012
MVA-III AB	27.86	99.0	.989 ± .058	.058	.91	100.0	.96 ± .07	.0003
MVA-IV AB	29.35	104.3	.999 ± .088	.131	.95	104.4	1.25 ± .13	.0008
ICA V.105	30.06	106.8	.978 ± .071	.086	.91	100.0	.83 ± .18	.0016
H.104	22.24	79.0	.744 ± .037	.023	.91	100.0	.69 ± .22	.0024
\bar{X}	28.14	100.0	1.00	.132	.91	100.0	1.00	.0024

** Diferente de cero a P = .01

TABLA 4. Estimativos de ganancia/ciclo en prolificidad. Tres subpoblaciones de la variedad MVA probadas durante seis semestres en Turipaná.

SUB- POBLA CION	SEMESTRES EN PRUEBA						b en semes- tres A ±	b en semes- tres B ±	b durante to- dos los se- mestres ±
	1968 B	1969 A	1970 A	1970 B	1971 A	1971 B			
MVA-A	3.80 ± .50 (2)+	11.26 ± 4.62 (2)	2.06 ± 1.82 (2)	1.71 ± .68 (3)	10.40**± 1.55 (3)	- .78 ± 2.43 (3)	8.84** ± 1.83	.97 ± 1.08	4.29** ± 1.42
MVA-B	8.12 ± 1.66 (2)	19.50 ± 14.60 (2)	1.58 ± 2.06 (2)	4.69 ± 1.83 (3)	12.11 ± 5.62 (3)	2.79 ± 2.04 (3)	11.45* ± 4.40	4.40** ± 1.20	7.37** ± 2.18
MVA-AB	2.74* ± .68 (4)	10.80*± 2.69 (4)	3.11**± .16 (4)	3.65**± .40 (6)	7.06* ± 1.78 (6)	3.22** ± .52 (6)	7.02** ± 1.23	3.34** ± .29	4.87** ± .93

* Diferente de cero a P = .05

** Diferente de cero a P = .01

+ Números en paréntesis = No. de ciclos probados

± Valores obtenidos de todas las observaciones individuales.

FIG. 4. Respuesta de mazorca por planta de la subpoblación MVA-A en ensayos en ambientes variables (semestres).

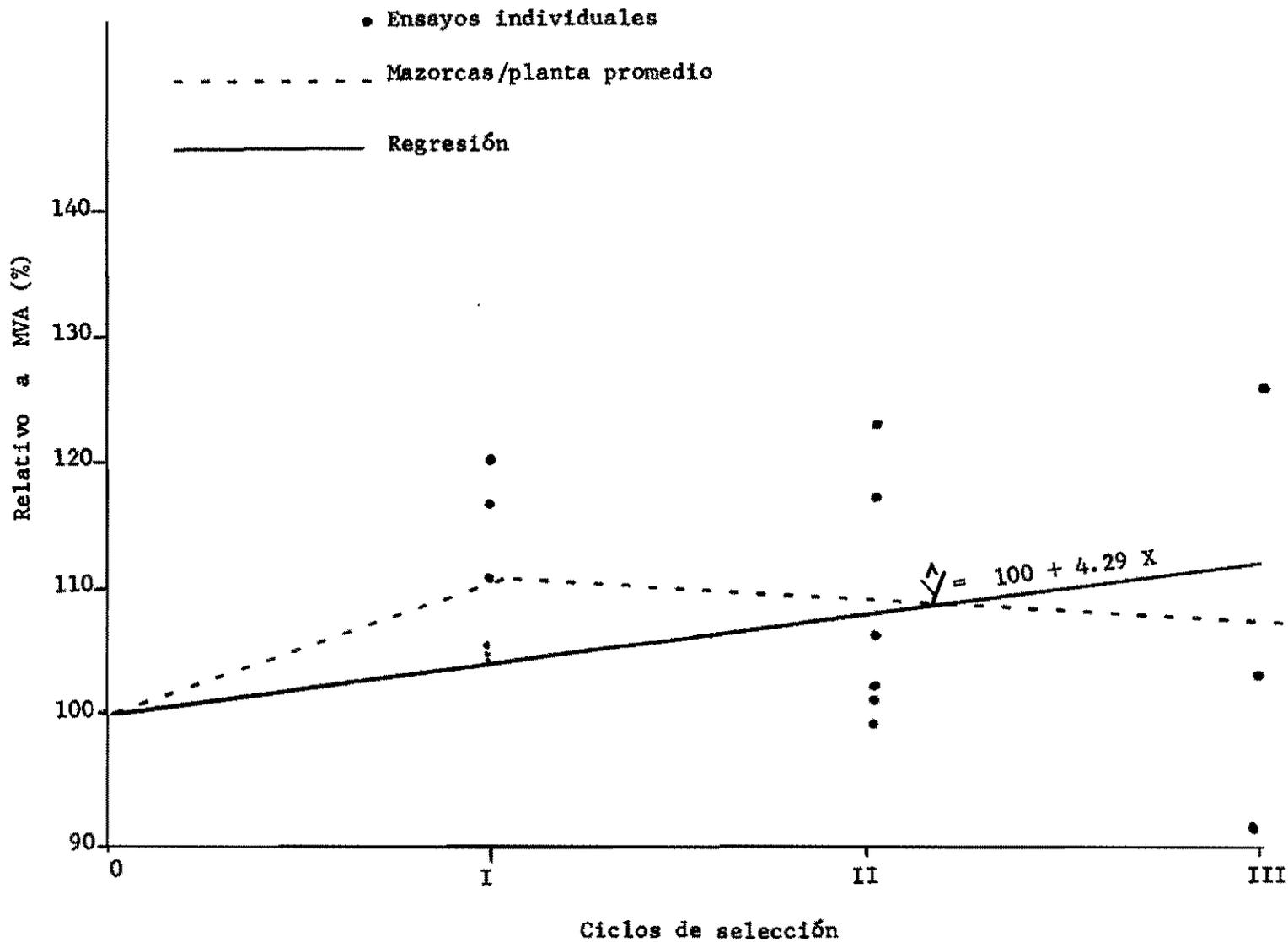


TABLA 4. Estimativos de ganancia/ciclo en prolificidad. Tres subpoblaciones de la variedad MVA probadas durante seis semestres en Turipaná.

SUB- POBLA CION	SEMESTRES EN PRUEBA						b	b	b
	1968 B	1969 A	1970 A	1970 B	1971 A	1971 B	en semes- tres A ±	en semes- tres B ±	durante to- dos los se- mestres ±
MVA-A	3.80 ± .50 (2)+	11.26 ± 4.62 (2)	2.06 ± 1.82 (2)	1.71 ± .68 (3)	10.40**± 1.55 (3)	-.78 ± 2.43 (3)	8.84** ± 1.83	.97 ± 1.08	4.29** ± 1.42
MVA-B	8.12 ± 1.66 (2)	19.50 ± 14.60 (2)	1.58 ± 2.06 (2)	4.69 ± 1.83 (3)	12.11 ± 5.62 (3)	2.79 ± 2.04 (3)	11.45* ± 4.40	4.40** ± 1.20	7.37** ± 2.18
MVA-AB	2.74* ± .68 (4)	10.80**± 2.69 (4)	3.11**± .16 (4)	3.65**± .40 (6)	7.06* ± 1.78 (6)	3.22** ± .52 (6)	7.02** ± 1.23	3.34** ± .29	4.87** ± .93

* Diferente de cero a P = .05

** Diferente de cero a P = .01

+ Números en paréntesis = No. de ciclos probados

± Valores obtenidos de todas las observaciones individuales.

FIG. 4. Respuesta de mazorca por planta de la subpoblación MVA-A en ensayos en ambientes variables (semestres).

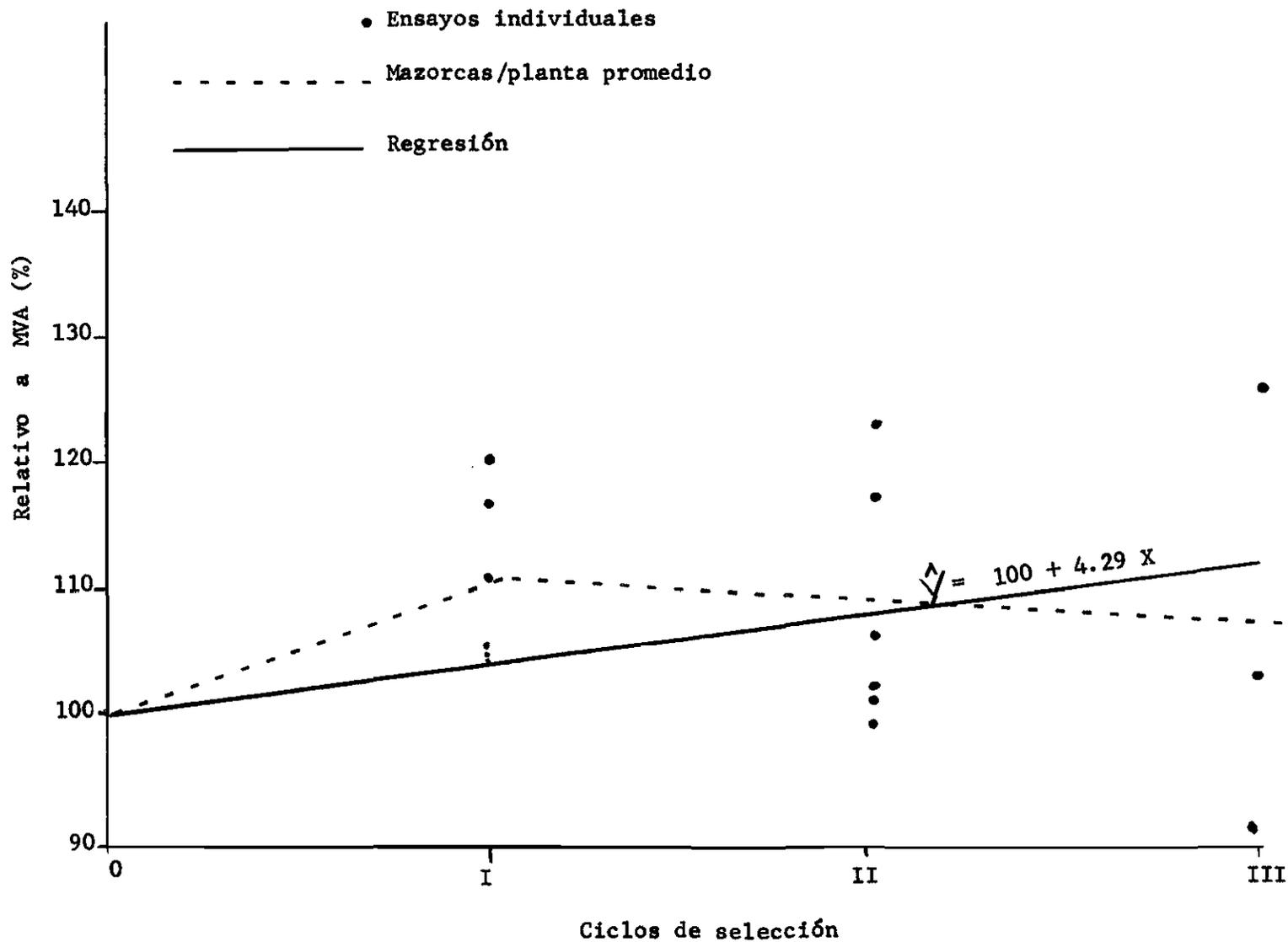


FIG. 5. Respuesta de mazorcas por planta de la subpoblación MVA-B en ensayos en ambientes variables (semestres).

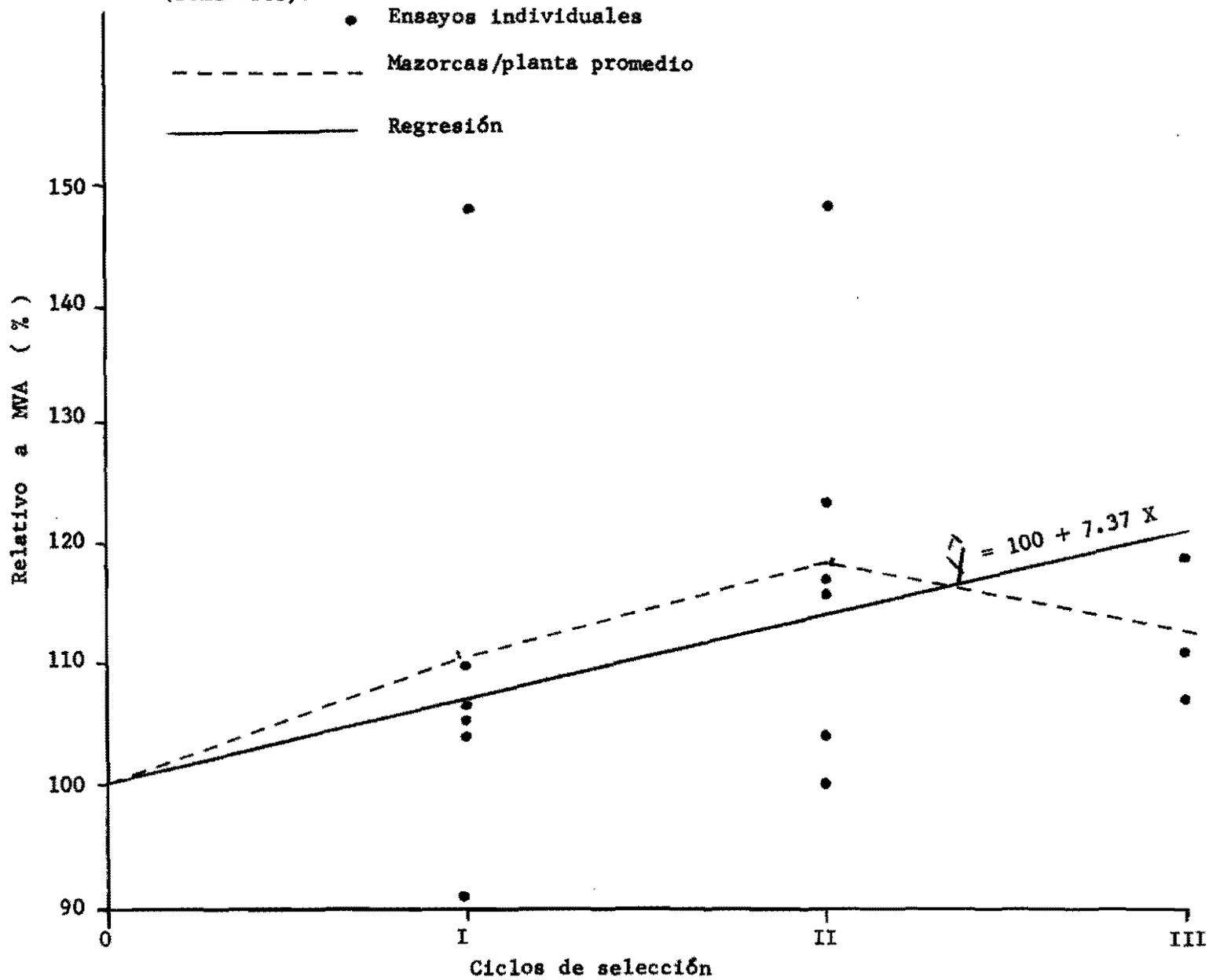
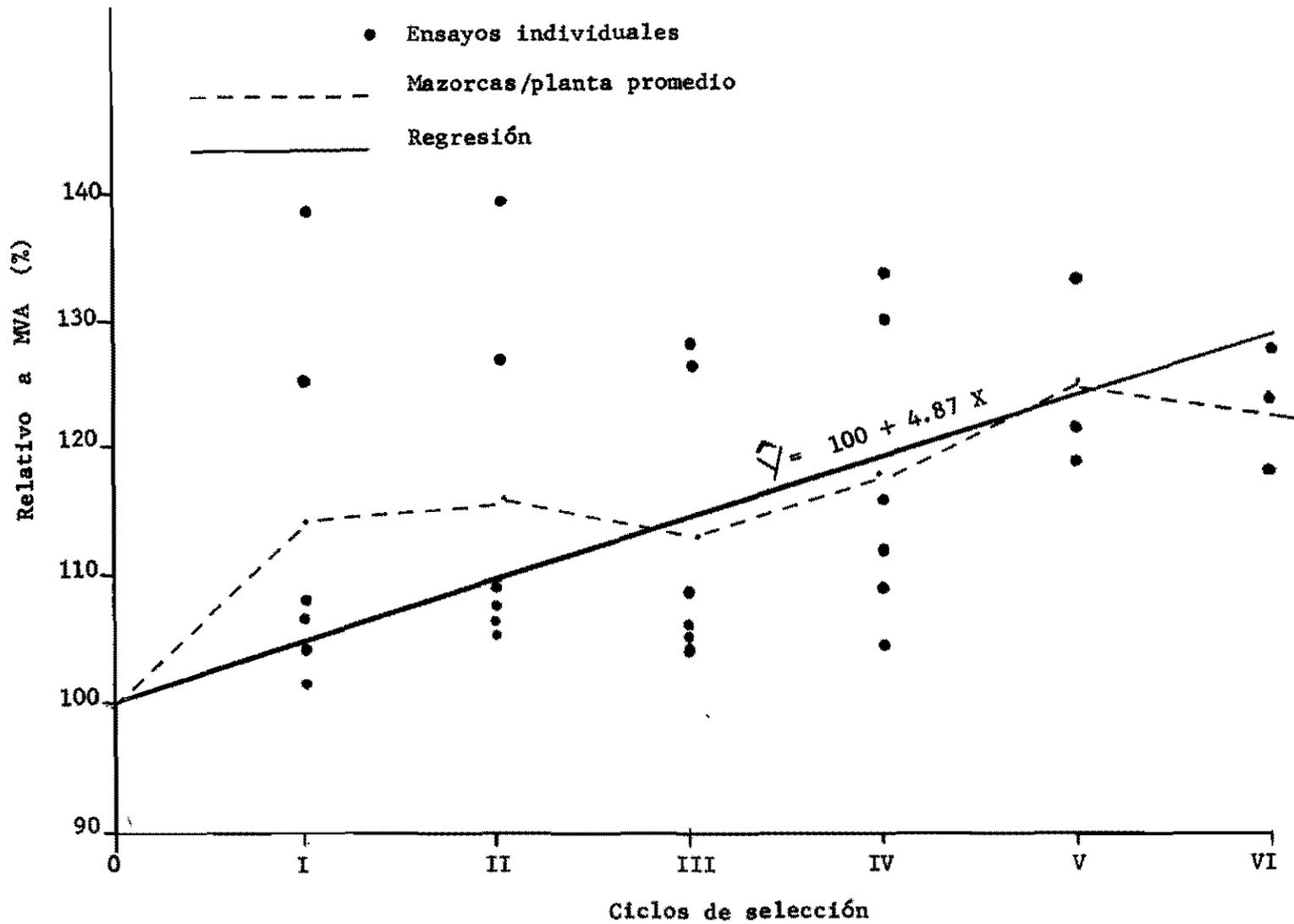


FIG. 6. Respuesta de mazorcas por planta de la subpoblación MVA-AB en ensayos en ambientes variables (semestres)



DISCUSION

Los resultados descritos indican un aumento lineal progresivo del rendimiento y de la prolificidad en las tres subpoblaciones estudiadas. Eso sugiere que la selección masal ambiental practicada ha aumentado exitosamente la frecuencia de genes favorables para ambos caracteres y debe de esperarse progreso continuo en futuros ciclos de selección.

Debido a la mejor respuesta de los ciclos estudiados de las tres subpoblaciones en los ensayos en los semestres A, parece como si el tipo de selección masal hecho no ha cambiado sustancialmente la adaptabilidad para rendir de la población MVA, selectivamente adaptada durante cinco generaciones de libre polinización, a las condiciones de los semestres A.

En un programa de mejoramiento con dos cosechas al año los resultados de este estudio son de mucha importancia. Según los resultados descritos, se obtiene más ganancias en rendimiento por ciclo de selección por prolificidad y rendimiento a granel en cualquiera de los dos semestres en un año, bajo condiciones ambientales más o menos estables, que cuando se selecciona bajo las condiciones variables del sistema continuo. Sin embargo, aunque más costoso en mano de obra y otros factores económicos, se obtiene más ganancia por año en la selección continua ($2 \times 2.87 = 5.74\%$).

La subpoblación MVA-B mostró una mejor respuesta en rendimiento a granel (2.54% por ciclo) en los ensayos en los semestres B que MVA-A y que MVA-AB (0.80 y 1.10%, respectivamente). Este hecho indica que se ha venido obteniendo un cambio genético (por adaptación al mejoramiento del rendimiento en los semestres secos) cuando se ha seleccionado por prolificidad y rendimiento bajo las condiciones del semestre B. En la selección continua (MVA-AB) también se observa un comportamiento similar puesto que la ganancia por año ($2 \times 1.10 = 2.20\%$) es comparable a la de la subpoblación MVA-B.

La heredabilidad realizada para rendimiento a granel en MVA-A fue superior en las pruebas en los semestres A que en los semestres B (7.10% vs 4.71%). MVA-B tuvo una \hat{h}_r^2 mayor en las pruebas en los semestres B que en los A (6.20% vs 2.73%). MVA-AB mostró \hat{h}_r^2 comparables en ambos tipos de pruebas (2.90% y 3.57% en A y en B, respectivamente). Estos resultados y lo discutido arriba, sugieren que las selecciones MVA-A y MVA-B resultarán en poblaciones específicamente adaptadas a las condiciones agrícolas de los semestres A y B, respectivamente, mientras que las selecciones alternas (MVA-AB) resultarán en una población adaptable a ambos semestres y más cuando MVA-AB es la más estable en los 6 ensayos.

RESUMEN

Se diseñó la presente investigación para estudiar el efecto de la selección masal semestral dentro de una población de maíz. Tres subpoblaciones de la variedad "Mezcla Varietales Amarillos" (MVA) se seleccionaron por prolificidad y rendimiento a granel en tres condiciones ambientales diferentes:

(i) MVA-A seleccionada en semestres lluviosos (A); (ii) MVA-B seleccionada en semestres secos (B); (iii) MVA-AB seleccionada continuamente semestre tras semestre.

Para evaluar el progreso obtenido, se probaron durante tres semestres A y tres B, tres ciclos de MVA-A y MVA-B, y seis de MVA-AB.

La selección masal en MVA-A resultó en un aumento en rendimiento de 10.52% por ciclo en las pruebas en los semestres A (respuesta directa) y solamente 0.80% en las pruebas en los semestres B (respuesta indirecta). En prolificidad, hubo una ganancia de 8.84 y 0.97% por ciclo en las pruebas en A y B, respectivamente. El rendimiento fue muy inestable y la prolificidad fué bastante estable en esta subpoblación. La hereditabilidad realizada para rendimiento, fue de 7.10 y 4.71% en las pruebas en los semestres A y B, respectivamente.

Las respuestas directas para rendimiento y para prolificidad en la subpoblación MVA-B fueron 2.54 y 4.40% por ciclo, respectivamente. Sin embargo, las respuestas indirectas (pruebas en A) fueron superiores: 7.63% para rendimiento y 11.45% para prolificidad. El rendimiento fue estable durante los seis semestres, pero la prolificidad fue inestable. La hereditabilidad realizada para rendimiento fue de 2.73% en los semestres A y de 6.02% en los semestres B.

La subpoblación MVA-AB mostró la mejor estabilidad del rendimiento durante los seis semestres de pruebas. Hubo una ganancia en rendimiento de 5.34 y 1.10% en las pruebas en los semestres A y B, respectivamente.

En prolificidad las respectivas ganancias fueron 7.02 y 3.34% por ciclo. La hereditabilidad realizada en los semestres A fue de 2.90% y de 3.57% en los semestres B.

De los resultados, puede deducirse que una selección por prolificidad es más exitosa cuando se hace bajo condiciones ambientales adversas (subpoblación MVA-B). Los datos del presente estudio indican además que la selección por prolificidad en condiciones ambientales severas puede resultar en aumentos en buenas condiciones, mientras que la selección por prolificidad bajo buenas condiciones puede no expresarse cuando el material es probado en condiciones de sequía.

La mejor respuesta de las selecciones en MVA-B al mejoramiento de la prolificidad contribuyó sustancialmente a la habilidad de esta subpoblación a rendir bien bajo las condiciones adversas de los semestres B. Puesto que las segundas mazorcas (y la tercera) contribuyen en algo al rendimiento y puesto que la prolificidad ha resultado en una mejor habilidad para que la mazorca superior se desarrolle bajo condiciones secas, se sugiere, en el presente estudio, que puede haber un mecanismo de ajuste a variación ambiental cuando existe prolificidad.

SUMMARY

The present study was designed to find what seasonal mass selection would render when practiced within a maize (*Zea mays* L.) population. Three subpopulations of "Mezcla Varietales Amarillos" population (MVA) were selected for prolificacy and grain yield in three different seasonal conditions: (i) MVA-A selected in rainy seasons (A); (ii) MVA-B selected in dry seasons (B); (iii) MVA-AB selected continuously season after season.

Three cycles in MVA-A and MVA-B, and six in MVA-AB were tested during three A and three B growing seasons for evaluation of progress.

Mass selection in MVA-A resulted in an increase in yield of 10.52% per cycle when tested in the A seasons (direct response) and only 0.80% when tested in the B seasons (indirect response). For ears per plant the corresponding responses were 8.84 and 0.97%. The direct response in yield in MVA-B was only 2.54% per cycle whereas it was 7.63% when tested in the A seasons. The gain in ears per plant was 11.45% in the test in the A seasons, but the direct response was 4.40% per cycle. In MVA-AB, there was a gain in yield of 5.34 and 1.10% per cycle in the test in A and B seasons. For prolificacy, the respective gains were 7.02 and 3.34% per cycle.

Realized heritabilities for yield were 7.10 and 4.71% for MVA-A selections when tested in the A and B seasons, respectively. For MVA-B they were 2.73 and 6.02% when tested in both seasons. For MVA-AB the estimates were 2.90 and 3.57% for A and B tests, respectively.

It appears that selection for prolificacy is more successful when performed under weather stress (MVA-B subpopulation). Data from the present report indicate that selection for prolificacy under severe conditions may result in increases under "good" conditions as well, while selection for prolificacy under "good" conditions may not carry through when the material is placed under drought stress.

The better response of MVA-B selections to the improvement of prolificacy contributed substantially to the ability of this subpopulation to yield well under the stress of the B seasons. Since the second (and third) ears are contributing somewhat to yield and since prolificacy has resulted in better ability for the upper ear to develop under dry conditions, a mechanism which adjusts to seasonal variation is suggested for prolificacy in this research.

1. Allard, R.W., and A.D. Bradshaw. 1964. Implications of genotype environmental interactions in applied plant breeding. *Crop Sci.* 4:503-508.
2. Cockrem, F.R.M. 1963. The effects of temperature on two strains of mice of different body weight and tail length. *Proc. 11th Intern. Congr. Genet.* 1:154.
3. Eberhart, S.A., and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing Varieties. *Crop Sci.* 6:36-46.
4. Falconer, D.S., and M. Latyszewski. 1952. The environment in relation to selection for size in mice. *J. Genet.* 51:67-80.
5. Frahm, R.R., and Ken-ichi Kojima. 1966. Comparison of selection responses on body weight under divergent larval density conditions in Drosophila pseudoobscura. *Genetics* 54:625-637.
6. Gardner, C.O. 1961. An evaluation of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. *Crop Sci.* 1:241-245.
7. _____ .1969. Genetic variation in irradiated and control populations of corn after ten cycles of mass selection for high grain yield. In: *Induced mutations in plants*. International Atomic Energy Agency. Vienna. pp.469-477.
8. Gorsline, G.W. and W. I. Thomas. 1963. Transformation of plot corn to dry shelled grain yield. *Agron. J.* 55:503-504.
9. Hammond, J. 1947. Animal breeding in relation to nutrition and environmental conditions. *Biol.Rev.* 22:195-213.
10. Harpstead, D.D., D.Sarria, and E. Díaz. Genetic variance estimates in a maize population subdivided into multiple and single ear type. *Agronomy Abstracts*. ASA. p.11.
11. Jugenheimer, R.W. and K.E. Williams. 1957. Experimental corn hybrids tested in 1956. *Ill. Agr. Exp. Sta. Bull.* 606:1-32.
12. Lonquist, J.H. 1964. Métodos de selección para mejoramiento dentro de poblaciones. VI Reunión Latinoamericana de Fitotecnia. Lima, Perú.
13. _____ . 1967. Mass selection for prolificacy in maize. *Der Zuchter* 37:185-188.
14. _____ . O Cota-A, and C.O. Gardner. 1966. Effect of mass selection and thermal neutron irradiation on genetic variances in a variety of corn (Zea mays L.).*Crop Sci.* 6:330-332.
15. Torregroza, M., and D.D.Harpstead. 1967. Effects of mass selection for ears per plant in maize. *Agronomy Abstracts*. ASA. p.20.

ESTIMACION DE PARAMETROS DE ESTABILIDAD PARA LA EVALUACION DE HIBRIDOS Y
 VARIEDADES DE MAIZ EN DIFERENTES EPOCAS DE SIEMBRA

Marco Nevado^{1/}
 César Cárdenas^{2/}

RESUMEN

La estimación de parámetros de estabilidad es una de las metodologías usada por los Mejoradores de Plantas, para la selección de variedades. Los parámetros, tal como los define Eberhart y Russell, son: un coeficiente de regresión (bi) estimado en función de las respuestas de una variedad a distintos ambientes y las desviaciones de la regresión (S^2_{di}). Se consideró como variedad estable aquella cuyos parámetros tengan valores de uno a cero respectivamente. De los resultados obtenidos se pudo establecer que la mejor época de siembra corresponde al mes de Junio. Dada las condiciones agrícolas de la zona las siembras de maíz se realizan en un período prácticamente definido y los híbridos de mejor respuesta para este período son PM-203, PM-207 y PM-204.

Los Programas de Mejoramiento no solo están orientados hacia la creación de variedades de mayor rendimiento, sino que, además, estas variedades reúnan otras características como una mayor adaptabilidad a diversas condiciones de medio-ambiente sin que esto signifique que los rendimientos se vean mayormente afectados sobre todo en el sentido depresivo. Es indudable que la interacción genotipo-ambiente influye decididamente en el rendimiento cuando las variedades son probadas en una serie de ambientes, causa que puede dificultar la demostración de superioridad de una variedad sobre otra.

La respuesta de las variedades, cuando son probadas en una serie de ambientes analizadas de una manera convencional proporcionan información de la interacción genotipo - ambiente pero no se obtiene información sobre su estabilidad. El propósito de este trabajo es analizar, bajo diferentes épocas de siembra, la estabilidad en la característica de rendimiento de grano en híbridos dobles y variedades de maíz.

1/ Ing. Agr., Profesor del Dpto. 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 del Dpto. de Ingeniería Agrícola. Universidad Nacional Técnica de Piura, Piura, Perú.

REVISION DE LITERATURA

La habilidad de algunas variedades para tener una respuesta favorable cuando son probadas en una serie de ambientes, tiene gran importancia en los programas de mejoramiento.

La naturaleza e importancia de la interacción genotipo-medio ambiente en los trabajos de mejoramiento de plantas ha sido estudiada detalladamente por ALLARD y BRADSHAW (1) lo mismo que COMSTOCK y MOLL (4). Con el propósito de reducir esta interacción se optó por: a) la sub-división de una área heterogénea para que las variedades sean probadas dentro de ambientes mas homogéneos y b) la introducción de variedades que muestren una gran estabilidad, en su respuesta, cuando sean probadas en una serie de ambientes. La primera estrategia no es mayormente muy eficiente puesto que pueden existir interacciones de genotipos con localidades o años que no pueden ser reducidos por la sub-división de una área determinada. La estabilidad de variedades ha recibido cierta atención recientemente.

PLAISTED y PETERSON (8) presentaron un método que permite determinar la estabilidad de rendimiento para variedades probadas en un número de localidades dentro de un año. Computaron el análisis de variancia, sobre todas las localidades, para cada par de variedades, $n(n-1)/2$ pares para n variedades y un estimado de la interacción variedad x localidad se obtuvo para cada par. Cada variedad estuvo presente en $(n-1)$ análisis y un promedio aritmético de la interacción permitió establecer el criterio de "estable". La variedad con el valor promedio más pequeño pudo ser la que contribuyó menos a la interacción variedad x localidad y de esta manera se consideró como la más estable.

FINLAY y WILKINSON (7) establecen como medida de estabilidad fenotípica el coeficiente de regresión y el rendimiento promedio de la variedad en todos los ambientes. El coeficiente de regresión indica la regresión lineal del rendimiento individual sobre el rendimiento promedio de todas las variedades para cada localidad. Los valores próximos a 1.0 del coeficiente de regresión indican estabilidad promedio. Cuando el valor del coeficiente está asociado a un rendimiento promedio elevado, la variedad tiene adaptabilidad general. Cuando está asociado a bajos rendimientos, las variedades tienen pobre adaptabilidad a todos los medios. Los coeficientes con valores superiores a 1.0 están relacionados a variedades que presentan alta sensibilidad a los cambios ambientales y mayor adaptabilidad a ambientes para altos rendimientos. Caso contrario, cuando el coeficiente tiene valor inferior a 1.0 indica poca fluctuación a los cambios ambientales habiendo mayor adaptabilidad en ambientes para bajo rendimiento.

CAMACHO (2) estudió el rendimiento de dos grupos de líneas homocigotas de frijol en diferentes épocas, con el fin de evaluar la estabilidad y adaptabilidad de los diversos genotipos. En cada uno de los análisis de variancia combinados se omitió una línea diferente y se obtuvo el estimado del componente de interacción para el resto de las líneas; la magnitud de este componente indica la estabilidad relativa de la línea emitida siendo mayor esta adaptabilidad cuando el componente tiene mayor valor. Otro índice de estabilidad fué el coeficiente de regresión.

CARRALLO (3) de acuerdo al método de estabilidad propuesto por Eberhart y Russell establece que los parámetros de estabilidad con el coeficiente de regresión (b_i) estimado en función de las respuestas de una variedad a distintos ambientes y las desviaciones de la regresión ($S^2 d_i$); definiéndose como variedad estable aquella cuyos parámetros tengan valores de 1.00 y 0.0 respectivamente, y para que la misma se considere deseable es necesario, además, que su promedio de rendimiento sea alto.

MATERIALES Y METODOS

Los experimentos que son la base del presente estudio fueron desarrollados en la Estación Experimental de la Universidad Nacional Técnica de Piura, ubicada en el Departamento de Piura, con una situación geográfica de 5°11'50" Latitud Sur y 80°38'03" Longitud Oeste. De acuerdo a las condiciones ecológicas de la zona donde predomina una temperatura media anual de 24°C, ausencia de lluvias y escasez de agua para riego permite clasificarla como zona desértica subtropical.

Los experimentos fueron sembrados durante un año, de tal manera que se tuvieron 12 épocas de siembra. Las características de los doce experimentos fueron similares y en cada uno se utilizó el diseño de Bloques al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental o parcela estaba formada por cuatro surcos para evaluar los dos centrales; los surcos tenían una longitud de 6 m y una distancia entre ellos de 0.90 m; el número de golpes por surco fue de 11 con 3 plantas por golpe y distanciados éstos a 0.60 m.

El material experimental utilizado en la serie de ensayos estuvo conformado por ocho híbridos dobles, dos sintéticos y la variedad local.

Análisis Estadístico:

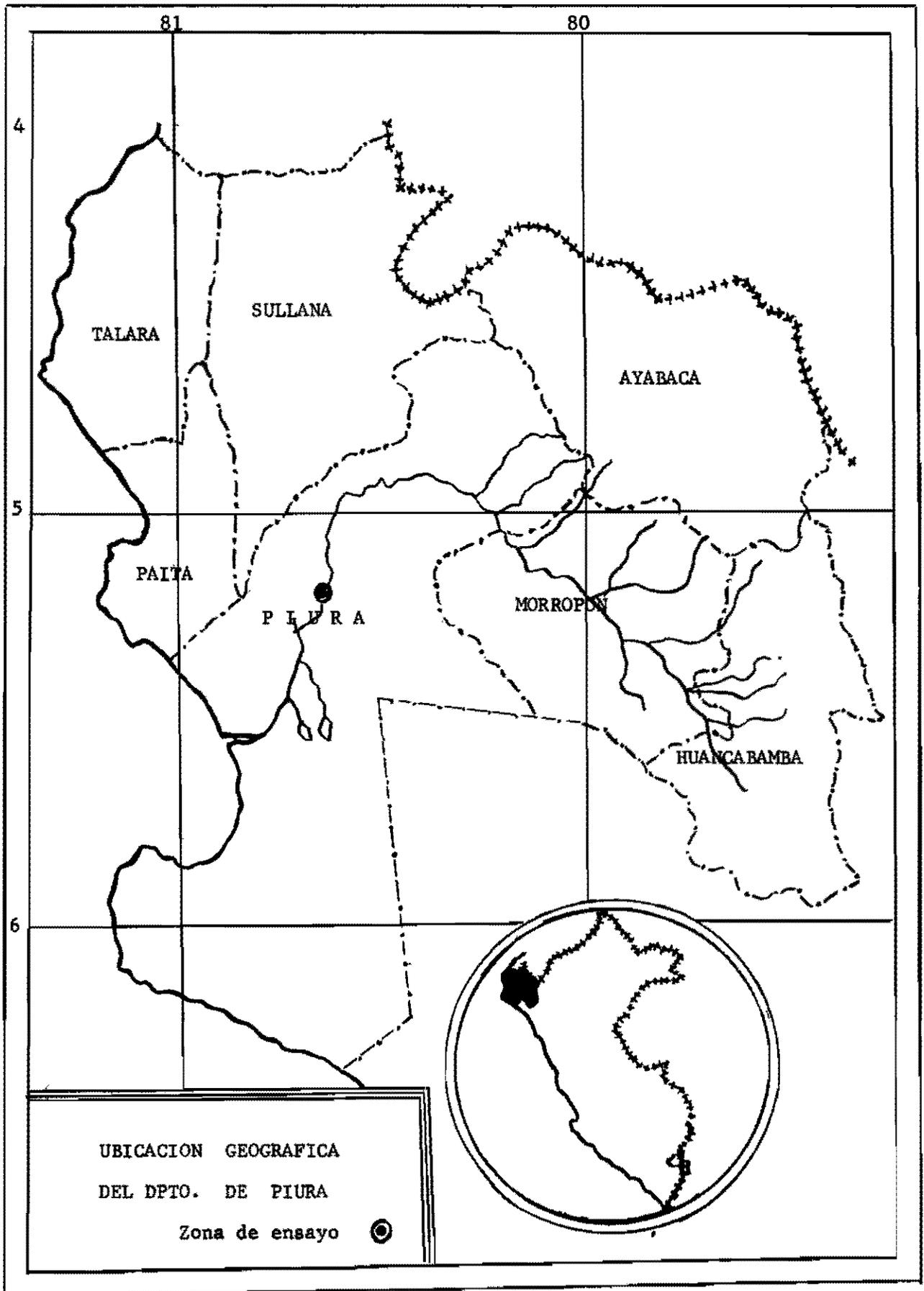
Los datos de rendimiento promedio para cada variedad en cada época fueron analizados en forma individual. Para determinar la estabilidad de rendimiento de cada variedad a través de las diferentes épocas de siembra se utilizó el modelo de estabilidad propuesto por EBERHART y RUSSELL (6).

La regresión de cada variedad sobre un índice ambiental y una función de los cuadrados de las desviaciones de esa regresión puede proporcionar estimados de estabilidad. Esos parámetros son definidos de acuerdo al siguiente modelo:

$$Y_{ij} = u_i + B_i I_j + \delta_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = es el promedio de la i^{th} Variedad en el j^{th} ambiente
($i = 1, 2, 3, \dots, V$; $j = 1, 2, 3, \dots, n$)



u_i = es el promedio de la variedad i^{th} sobre todos los ambientes

b_i = es el coeficiente de regresión que mide la respuesta de la variedad i^{th} a la variación de ambientes.

δ_{ij} = es la desviación de la regresión de la i^{th} variedad en el j^{th} ambiente.

I_j = es el índice ambiental que resulta de la diferencia entre el promedio de todas las variedades en el j^{th} ambiente menos el gran promedio.

$$I = \frac{\sum_i^v Y_{ij}}{v} = \frac{\sum_i^v \sum_j^n Y_{ij}}{vn}$$

$$\sum_j^n I_j = 0$$

El primer parámetro de estabilidad es el coeficiente de regresión estimado por la siguiente fórmula:

$$b_i = \frac{\sum_j^n Y_{ij} I_j}{\sum_j^n I_j^2}$$

La respuesta de cada variedad se puede predecir usando los estimados de los parámetros:

$$\hat{Y}_{ij} = \bar{X}_i + b_i I_j$$

donde:

\bar{X}_i es un estimado de u_i

La sumación de los cuadrados de las desviaciones: $\hat{\delta}_{ij} = (Y_{ij} - \hat{Y}_{ij})$

Proporciona el segundo parámetro de estabilidad: σ_{di}^2

$$S_{di}^2 = \frac{\sum_j^n \delta_{ij}^2}{n - 2} - \frac{S_e^2}{r}$$

$$\sum_j^n \delta_{ij}^2 = \left[\sum_j^n y_{ij}^2 - \frac{y_i^2}{n} \right] - \frac{(\sum_j^n y_{ij} I_j)^2}{\sum_j^n I_j}$$

donde S_e^2/r es el estimado del error conjunto, r es el número de repeticiones. S_e^2 es un promedio ponderado de los errores de los experimentos.

El análisis de variancia está dado en el Cuadro No. 2, con este modelo, la suma de Cuadrados de Ambientes y Variedad x Ambientes son divididos en: Ambientes (lineal), Variedad x Ambiente (lineal) y Desviaciones del modelo de regresión.

La significancia de las diferencias entre los promedios de las variedades, o sea la hipótesis nula.

$$H_0 = u_1 = u_2 = u_3 \dots = u_v$$

puede probarse con aproximación, mediante la prueba de F,

$$F = \frac{CM_1}{CM_3}$$

La hipótesis que no hay diferencias genéticas entre variedades para su regresión sobre los índices ambientales:

$$H_0: B_1 = B_2 = B_3 = \dots = B_v$$

del mismo modo puede probarse mediante la prueba de F,

$$F = \frac{CM_2}{CM_3}$$

El modelo de estabilidad divide a la interacción genotipo - ambiente de cada variedad en dos partes:

- a) La variación debido a la respuesta de la variedad a los cambios de los índices ambientales (suma de cuadrados debido a la regresión) y

FUENTES DE VARIACION	G L	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO
TOTAL	$nv - 1$	$\sum_I \sum_J y_{ij}^2$ TC	
VARIETADES	$w - 1$	$\frac{\sum_I y_{i.}^2}{n}$ TC	CM ₁
AMBIENTES VAR x AMB	$n - 1$ $(v-1)(n-1)$	$\sum_I \sum_J y_{ij}^2 - \frac{\sum_J y_{.j}^2}{n}$	
AMBIENTES (Lineal)	1	$\frac{\left(\sum_J y_{.j} I_j\right)^2}{v} / \sum_J I_j^2$	
VAR x AMB (Lineal)	$v - 1$	$\sum_I \left(\sum_J y_{ij} I_j\right)^2 / \sum_J I_j^2$	CM ₂
TOTAL DESVIACIONES	$v(n-2)$	$\sum_I \sum_J \delta_{ij}^2$	CM ₃
VARIETADE 1°	$n - 2$	$\sum_J y_{1j}^2 - \frac{(y_{1.})^2}{n} - \frac{\left(\sum_J y_{1j} I_j\right)^2}{\sum_J I_j^2}$	
VARIETADE v	$n - 2$	$\sum_J y_{vj}^2 - \frac{(y_{v.})^2}{n} - \frac{\left(\sum_J y_{vj} I_j\right)^2}{\sum_J I_j^2}$	
ERROR TOTAL	$n(r-1)(v-1)$		

b) Las desviaciones inexplicables de la regresión.

Serán importantes las variedades cuyo coeficiente de regresión sea igual a la unidad y las desviaciones de la regresión tan pequeñas como sea posible debiendo tener además un rendimiento promedio elevado. La regresión que se obtiene por el comportamiento de una variedad, en diferentes ambientes, con respecto al promedio de todas las variedades se puede interpretar de la siguiente forma: a) $b_i > 1$ indica que la variedad responde bien bajo condiciones favorables, pero su comportamiento es pobre en ambientes desfavorables, b) $b_i < 1$ la variedad responderá bien en condiciones de ambiente desfavorable pero su respuesta tiene a alcanzar valores similares en ambientes favorables, y c) $b = 0$ la respuesta de la variedad será similar tanto en condiciones de ambientes desfavorables como en ambientes favorables.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados, expresados en Kilogramos por parcela, obtenidos en los doce experimentos correspondientes a las diferentes épocas de siembra se muestran en el Cuadro 3. En los Gráficos 1, 3 y 5 están representadas las respuestas de los híbridos y variedades de acuerdo a la regresión del rendimiento sobre los índices ambientales.

Dada las condiciones agrícolas de la zona, las siembras de maíz, se realizan en dos épocas prácticamente definidas: una entre los meses de Marzo - Junio y otra entre Agosto-Septiembre; por lo tanto, es conveniente conocer los rendimientos de las variedades e híbridos en éstas épocas. De acuerdo a este criterio, de los doce experimentos, en el Cuadro 4, se presentan solamente los resultados de los meses anteriormente mencionados. Igualmente, en los Gráficos 2, 4 y 6 están representadas las respuestas de los híbridos y variedades.

En el Análisis de Variancia de los resultados obtenidos en las doce épocas de siembra, Cuadro 5, se puede apreciar que existen diferencias significativas entre los promedios de los híbridos y variedades, y entre los valores de los coeficientes de regresión. Los rendimientos promedio, coeficientes de regresión y desviaciones de la regresión se presentan en el Cuadro 7. En cuanto a los rendimientos promedio no existen diferencias entre los híbridos dobles y el PMS-264, pero sí difieren del PMS-263 y Alazán. Considerando el valor del coeficiente de regresión, uno de los parámetros de estabilidad, se pueden formar tres grupos: los de coeficientes de regresión significativamente menor que 1 como PMS-263 y Alazán, los de coeficiente igual a 1 como PM-201 B, PM-204, PM-205, PM-206, PM-208, PM-211 y PMS-264 y el PM-203 cuyo coeficiente es superior a 1. En lo que respecta a las desviaciones de la regresión, éstas son significativas a excepción del PM-206.

De los resultados logrados en las doce épocas de siembra y de acuerdo al criterio que una variedad es estable cuando su coeficiente de regresión es igual a la unidad y la variancia de las desviaciones tan mínima como sea posible o igual a cero, se puede identificar al híbrido doble PM-206 como

CUADRO No. 3. RENDIMIENTO PROMEDIO EN KG/PARCELA DE LOS HIBRIDOS Y VARIEDADES EN DOCE EPOCAS DE SIEMBRA: JUNIO 1971 - MAYO 1972.

Variedad	EPOCAS DE SIEMBRA												Promedio
	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Noviem.	Diciem.	Enero	Febrer	Marzo	Abril	Mayo	
PM- 201 B	12.09	8.54	12.06	10.90	10.86	4.68	7.01	7.65	10.81	13.96	10.31	11.24	10.00
PM-203	13.10	7.75	15.74	13.23	9.45	4.50	8.51	4.53	11.47	14.60	10.55	10.44	10.32
PM-204	12.84	9.73	8.54	10.83	11.78	4.84	8.26	5.95	10.69	12.17	7.82	8.55	9.33
PM-206	12.40	7.86	12.23	11.96	8.01	3.66	7.90	5.29	10.24	14.27	8.28	9.02	9.26
PM-207	13.77	9.17	12.29	8.71	8.54	4.71	7.60	6.84	7.51	11.34	9.95	9.01	9.12
PM-208	15.77	7.62	14.13	12.07	9.99	4.07	8.17	9.74	9.65	11.97	10.72	9.79	10.30
PM-211	9.68	8.66	11.49	10.96	11.97	2.94	6.60	10.25	10.58	12.41	7.99	8.79	9.36
PMS-263	9.37	5.73	7.90	7.92	6.85	2.76	4.82	5.69	4.02	8.39	6.03	7.88	6.44
PMS-264	14.15	8.40	9.86	10.50	7.90	3.07	4.35	5.18	7.73	12.19	7.87	8.24	8.28
Alazán	8.23	7.04	7.05	9.15	7.54	3.06	3.49	4.17	5.76	6.78	4.88	5.70	6.07
PROMEDIO	12.35	8.21	11.28	10.75	9.34	3.88	6.79	6.82	8.95	11.69	8.48	8.74	8.94

GRAFICO 1. RESPUESTA DE HIBRIDOS A DOCE EPOCAS DE SIEMBRA.

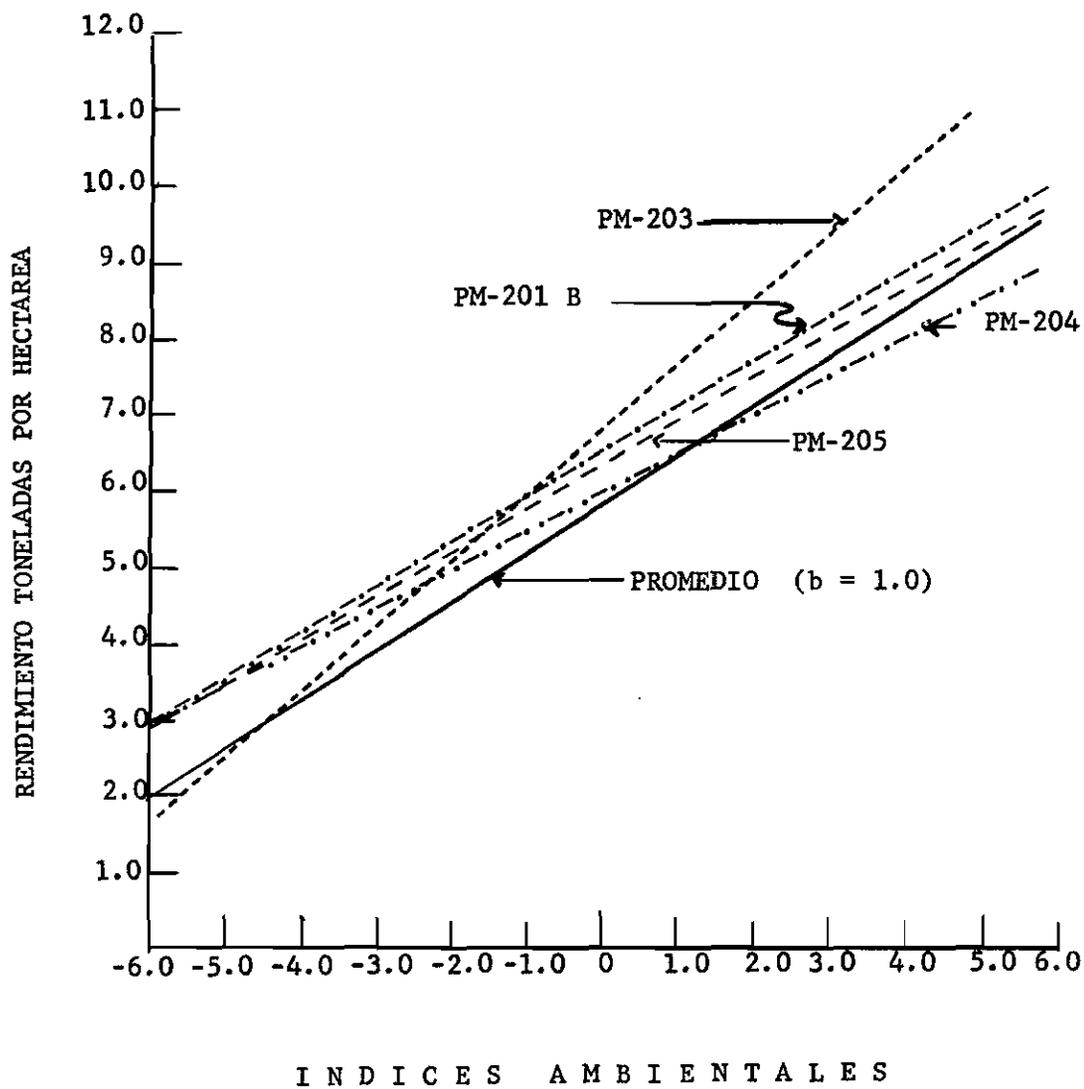


GRAFICO 2. RESPUESTA DE HIBRIDOS A SEIS EPOCAS DE SIEMBRA.

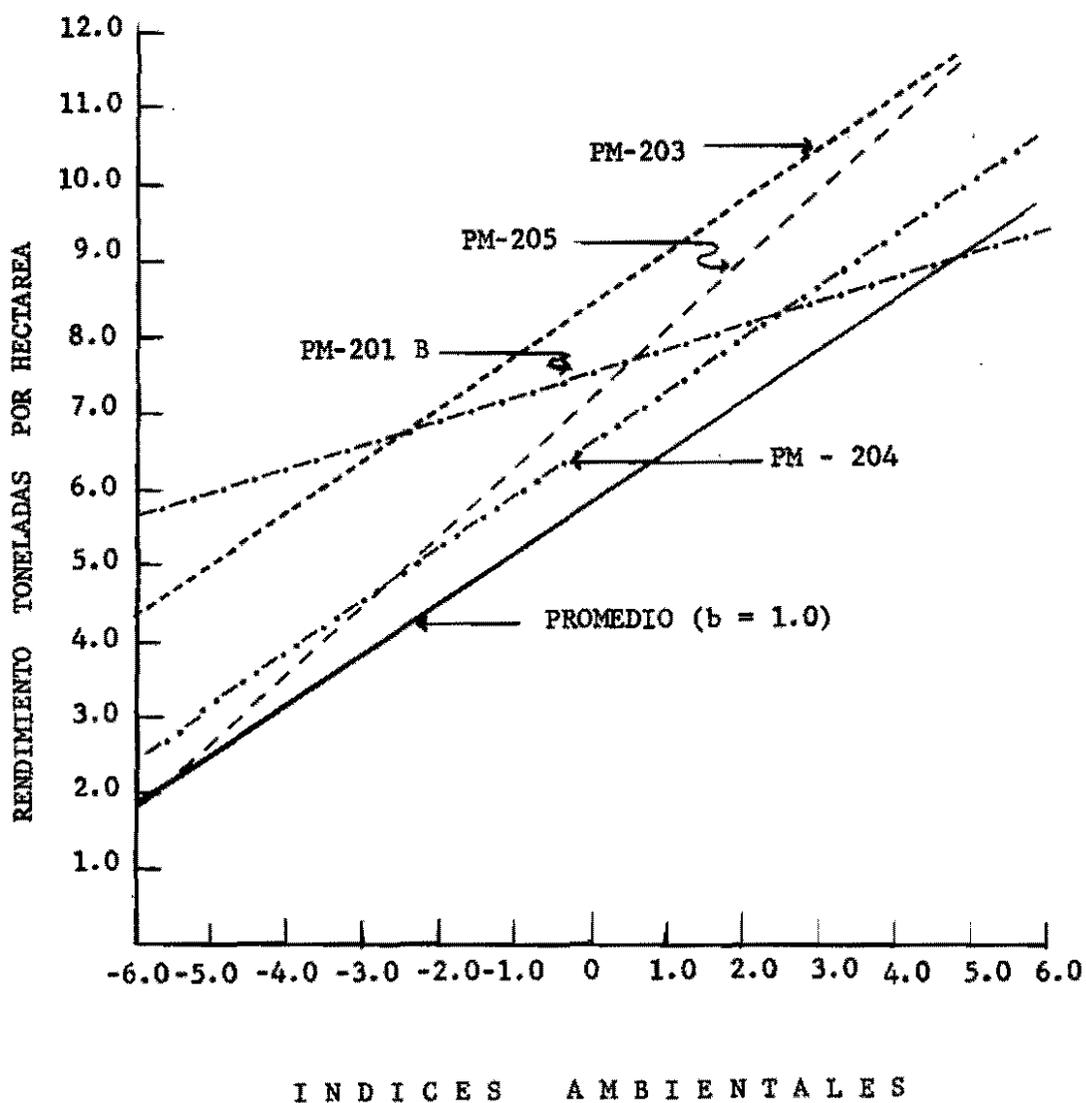


GRAFICO 3. RESPUESTA DE HIBRIDOS A DOCE
EPOCAS DE SIEMBRA.

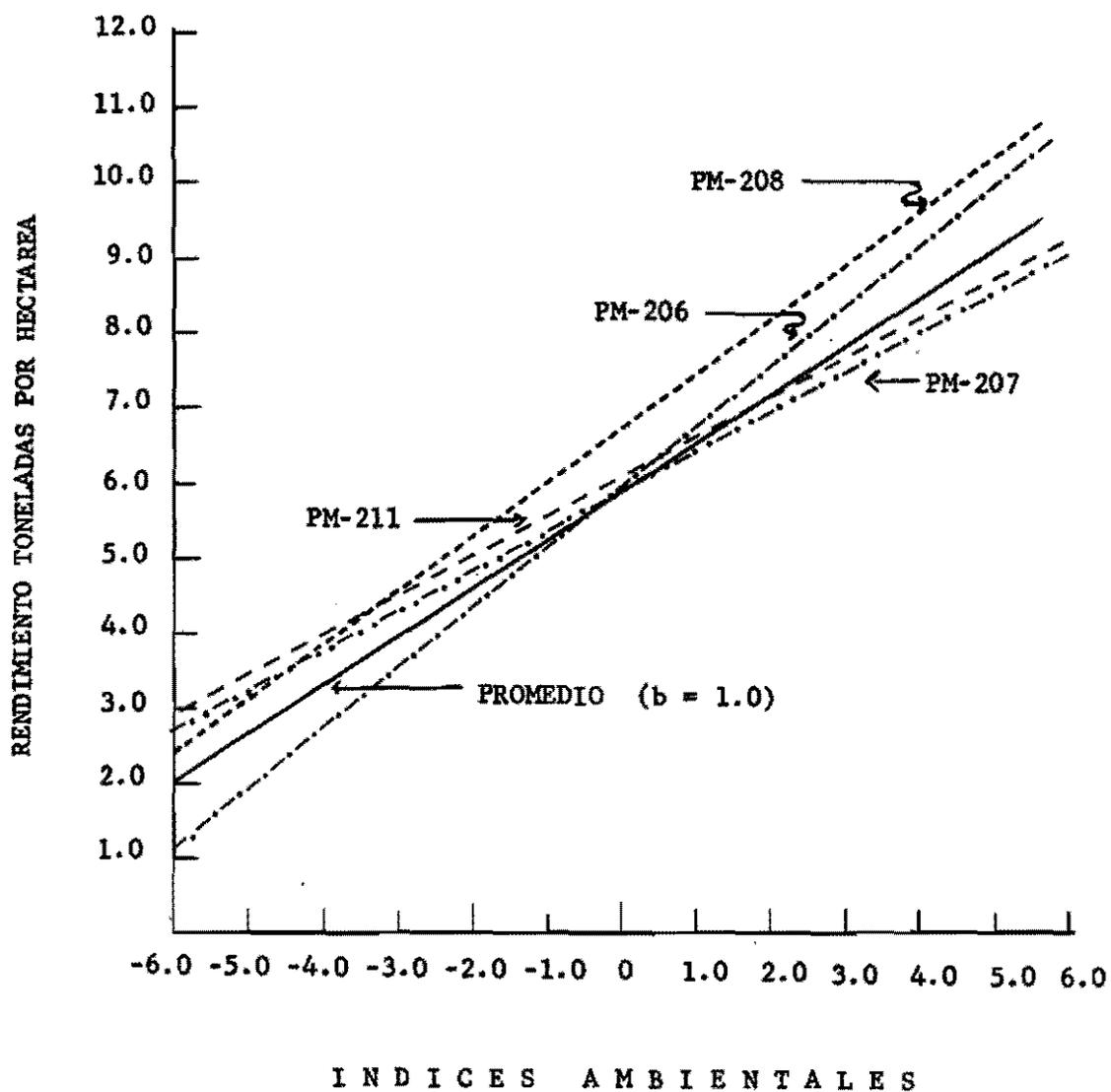


GRAFICO 4. RESPUESTA DE HIBRIDOS A SEIS
EPOCAS DE SIEMBRA.

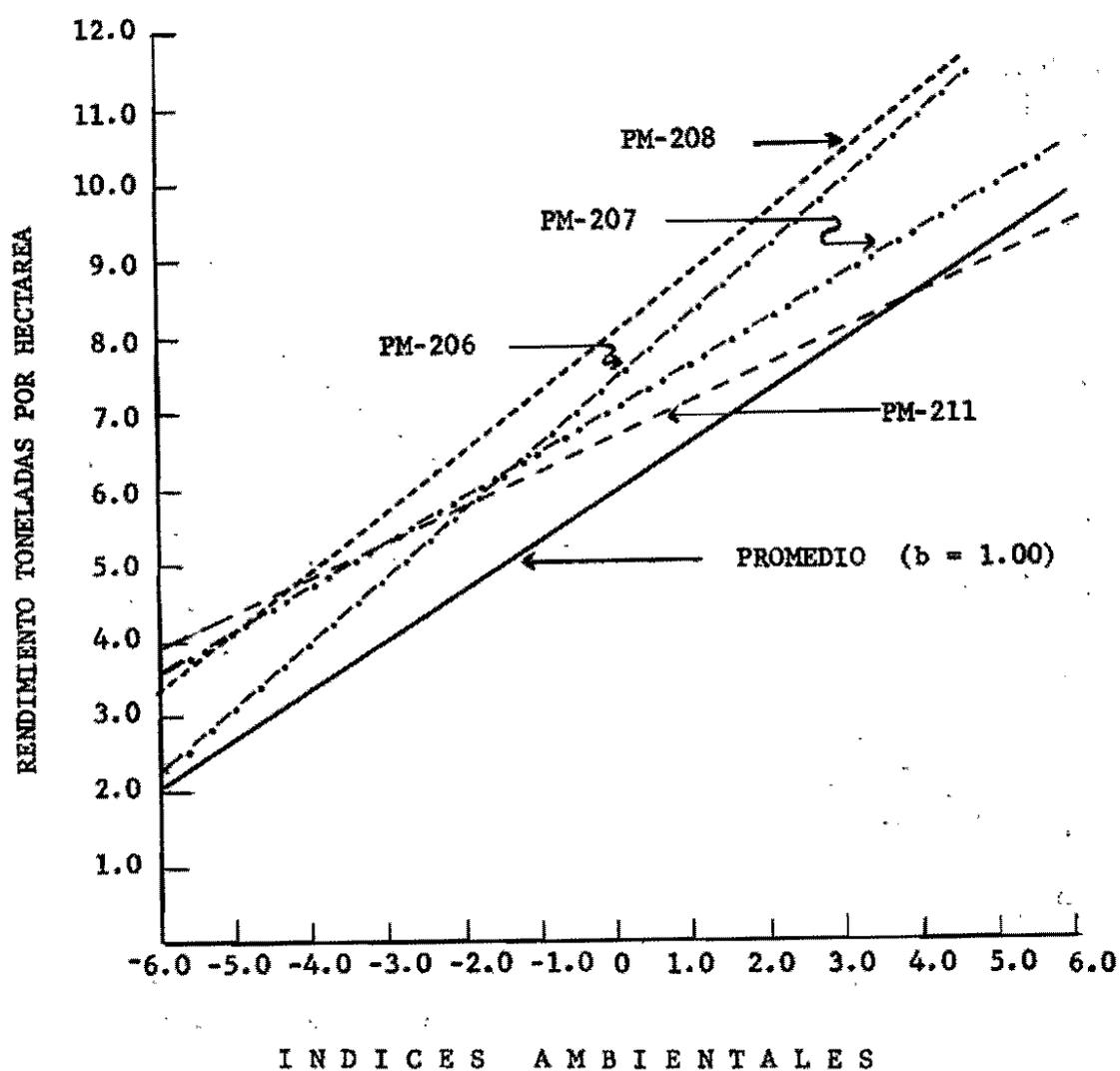


GRAFICO 5. RESPUESTA DE LAS VARIEDADES A
DOCE EPOCAS DE SIEMBRA.

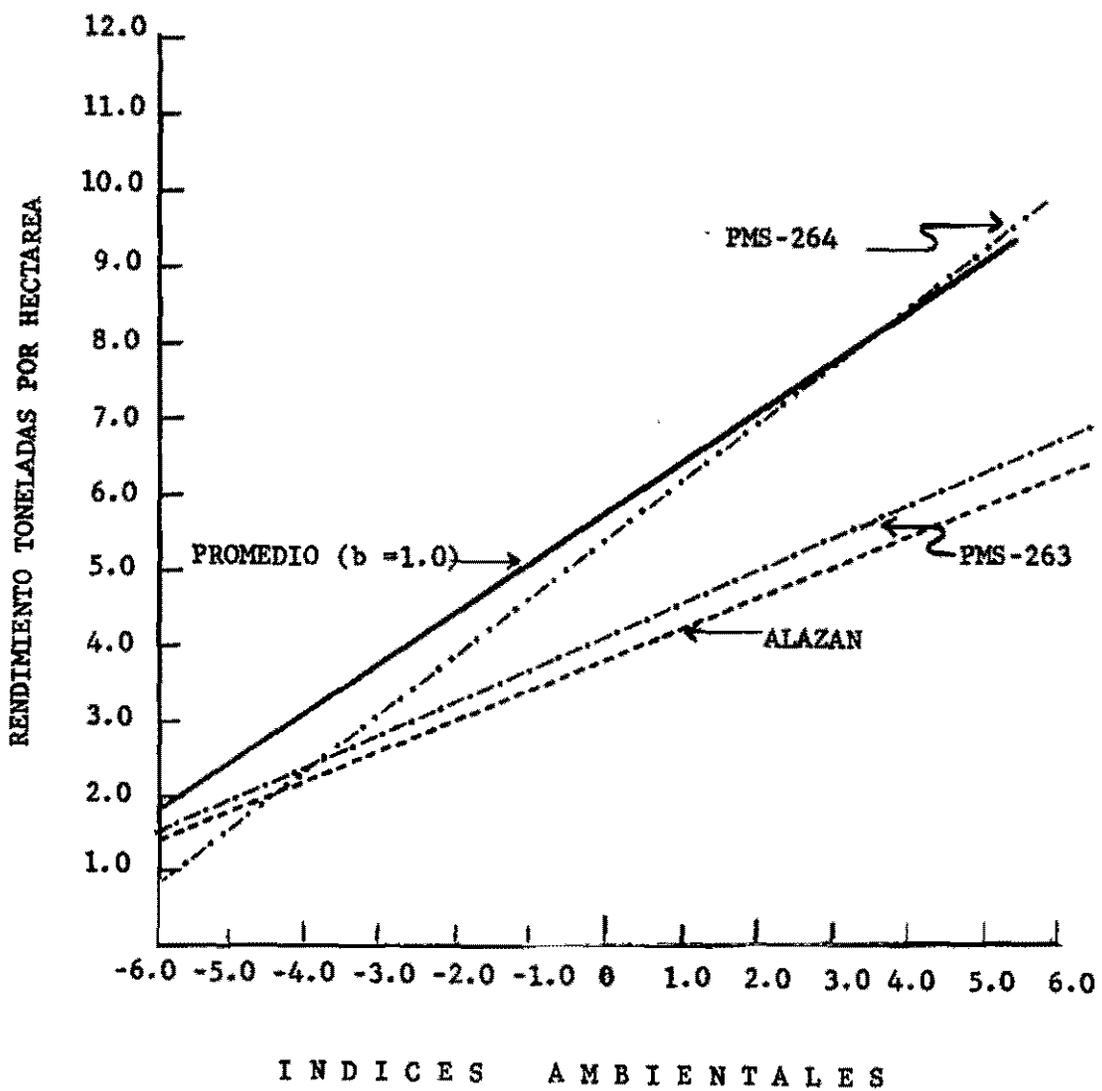
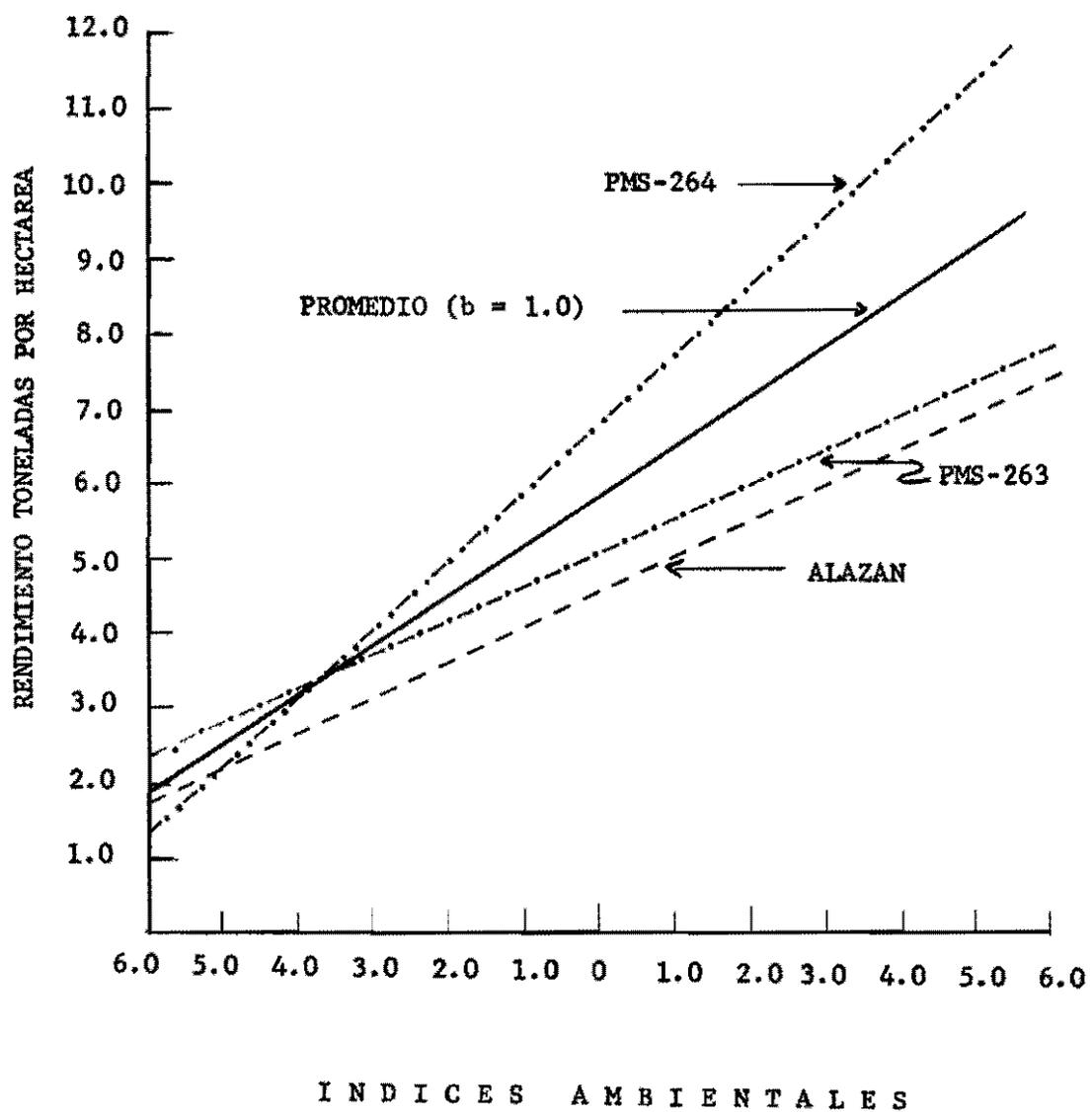


GRAFICO 6. RESPUESTA DE LAS VARIEDADES A SEIS EPOCAS DE SIEMBRA.



CUADRO 4. RENDIMIENTO PROMEDIO EN KG/PARCELA DE LOS HIBRIDOS Y VARIEDADES EN SEIS EPOCAS DE SIEMBRA.*

VARIEDADES	EPOCAS DE SIEMBRA						PROMEDIO
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Agosto	Septiembre	
PM-201 B	13.96	10.31	11.24	12.09	12.06	10.90	11.76
PM-203	14.60	10.55	10.44	13.10	15.74	13.23	12.94
PM-204	12.17	7.82	8.55	12.84	8.54	10.83	10.12
PM-205	10.48	8.85	7.52	14.50	12.82	12.03	11.03
PM-206	14.27	8.28	9.02	12.40	12.23	11.96	11.36
PM-207	11.34	9.95	9.01	13.77	12.29	8.71	10.84
PM-208	11.97	10.72	9.79	15.77	14.13	12.07	12.40
PM-211	12.41	7.99	7.79	9.68	11.49	10.96	10.22
PMS-263	8.39	6.03	7.88	9.37	7.90	7.92	7.91
PMS-264	12.19	7.87	8.24	14.15	9.86	10.50	10.46
Alazán	6.78	4.88	5.70	8.23	7.05	9.15	6.96
PROMEDIO	11.69	8.48	8.74	12.35	11.28	10.75	10.55

* Estos resultados son extractados del Cuadro 3.

CUADRO 5. ANALISIS DE VARIANCIA PARA VARIEDADES E HIBRIDOS PRBADOS EN
DOCE EPOCAS DE SIEMBRA.

FUENTES VARIACION	G. L.	S. C.	C. M.
Total	131	1,155.27	
Variedades	10	252.71	25.272**
Ambientes	121	902.55	7.459**
Var. x Amb.			
Amb. (lineal)	1	628.29	628.29
Var. x Amb. (lineal)	10	42.28	4.228*
Total Desviaciones	110	231.98	2.108
PM-201 B	10	15.38	1.538
PM-203	10	35.67	3.567
PM-204	10	26.13	2.613
PM-205	10	23.54	2.354
PM-206	10	6.61	0.661
PM-207	10	20.14	2.014
PM-208	10	24.88	2.488
PM-211	10	33.31	3.331
PMS-263	10	12.90	1.290
PMS-264	10	19.20	1.920
Alazán	10	14.20	1.420
Error	360	768.3450	2.1343

una variedad estable puesto que sus parámetros de estabilidad son estadísticamente iguales a $b = 1$ y $S_d^2 = 0$. Los híbridos PM-201 B, PM-204, PM-205, PM-207, PM-208 y PM-211 con coeficientes de regresión iguales a 1 tiene buena respuesta en las diferentes épocas de siembra, pero, no se les puede considerar como "estables" debido a que las variancias de las desviaciones alcanzan valores superiores a cero. El híbrido PM-203, cuyo coeficiente de regresión es superior a la unidad, logra mejores respuestas cuando las condiciones ambientales le son favorables tal como lo indica su línea de regresión en el Gráfico 1.

En cuanto a la variedad local Alazaf, cuyo rendimiento es superado ampliamente por el de los híbridos dobles, con un coeficiente de regresión menor que la unidad, tiene al igual que PMS-263, mejores respuestas en condiciones desfavorables comparado con el PMS-264, cuyos rendimientos son mayores en ambientes favorables.

En el Cuadro 8 se presentan los rendimientos promedio, parámetros de estabilidad para los híbridos y variedades, considerando solamente las épocas que corresponden al período de siembra de maíz en la zona. Híbridos caracterizados por coeficientes de regresión iguales a 1 pero, con variancia de las desviaciones mayor que cero como PM-203, PM-207 y PM-204 muestran una buena respuesta en todos los ambientes, Gráficos 2 y 4, superando en rendimiento promedio a los resultados obtenidos en las doce épocas; sin embargo, no se les sindicó como estables por no ajustarse a los criterios de clasificación como variedad estable definidos anteriormente. Con coeficiente mayor que 1 están los híbridos PM-208, PM-206, PM-205 y PMS-264 que logran mejores rendimientos cuando son probados en condiciones de ambiente favorable, tal como puede verse en los Gráficos 2 y 4. Cabe mencionar el comportamiento del híbrido PM-201 B que muestra muy buena respuesta en ambientes desfavorables logrando en promedio los rendimientos más elevados como puede verse en el Gráfico 2.

A través de los resultados se puede establecer que el mejor período de siembra es de Junio - Septiembre, en el cual los híbridos y variedades alcanzan mayores rendimientos, determinándose el mes de Junio como la mejor época de siembra. Es necesario anotar que los resultados de la siembra de Julio se vieron afectados por condiciones anormales en la conducción del cultivo, lo que motivó una reducción notable en los rendimientos.

Ha sido posible identificar variedades deseables para la zona, y considerando solamente el mejor período de siembra se puede establecer que los híbridos recomendables para la misma, son el PM-203, PM-207 y PM-204, igualmente el PM-208 alcanza elevados rendimientos en condiciones de ambiente favorable.

CUADRO 6. ANALISIS DE VARIANCIA PARA VARIEDADES E HIBRIDOS PRBADOS EN SEIS EPOCAS DE SIEMBRA.

FUENTES VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.
Total	65	407.7332	
Variedades	10	190.2835	19.0283**
Ambientes	55	217.4497	3.9536**
Var. x Amb.			
Amb. (lineal)	1	137.2348	137.2348
Var. x Amb. (Lineal)	10	12.4696	1.2469
Total Desviaciones	44	67.7453	1.5396
PM-201 B	4	4.3137	1.0784
PM-203	4	8.0189	2.0047
PM-204	4	7.4966	1.8741
PM-205	4	8.3915	2.0978
PM-206	4	4.2978	1.0744
PM-207	4	9.1389	2.2847
PM-208	4	6.8765	1.7191
PM-211	4	6.8390	1.7097
PMS-263	4	1.9895	0.4973
PMS-264	4	4.5551	1.1387
Alazán	4	5.8278	1.4569
Error	180	343.54841	1,9086

CUADRO 7. RENDIMIENTO PROMEDIO Y PARAMETROS DE ESTABILIDAD PARA LOS HIBRIDOS Y VARIEDADES PRBADOS EN DOCE EPOCAS DE SIEMBRA

Variedad	Rendimiento Promedio Ton. /Ha.	Coficiente de Regresión	Desviaciones de la Regresión
PM-203	6.916	1.3003	3.003
PM-208	6.903	1.1033	1.954
PM-201 B	6.702	0.9520	1.004
PM-205	6.588	0.9002	1.820
PM-211	6.273	0.8299	2.797
PM-204	6.253	0.8004	2.079
PM-206	6.206	1.2470	0.127
PM-207	6.112	0.8616	1.480
PMS-264	5.549	1.1948	1.386
PMS-263	4.316	0.6788	0.756
Alazán	4.068	0.6330	0.886

CUADRO 8. RENDIMIENTO PROMEDIO Y PARAMETROS DE ESTABILIDAD PARA LOS
HIBRIDOS Y VARIEDADES PROBADOS EN SEIS EPOCAS DE SIEMBRA.

Variedad	Rendimiento Prom. Ton. /Ha.	Coficiente de Regresión	Desviaciones de la Regresión
PM-203	8.672	1.0751	1.5276
PM-208	8.310	1.1717	1.2420
PM-201 B	7.881	0.5502	0.6013
PM-206	7.613	1.2973	0.5973
PM-205	7.392	1.4109	1.6207
PM-207	7.265	0.9091	1.8076
FMS-264	7.010	1.3776	0.6616
PM-211	6.849	0.7655	1.2326
PM-204	6.782	1.0828	1.3970
FMS-263	5.301	0.5552	0.0202
Alazán	4.664	0.7181	0.9798

BIBLIOGRAFIA

1. ALLARD, R. W. and BRADSHAW, A.D. Implications of genotype environment interactions in applied plant breeding. *Crop Science* 4: 503-507. 1964.
2. CAMACHO, L.H. Estabilidad y adaptabilidad de líneas homocigotas de frijol *Phaseolus vulgaris* L. y su implicación en la selección por rendimiento. *I.C.A. III* (3): 165-178. 1968.
3. CARBALLO, A. Comparación de variedades de maíz de El Bajío y de la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. Tesis de Maestro en Ciencias, Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Post-graduados, Chapingo, México. 1970.
4. 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.
5. EBERHART, S.A. RUSSELL, W. A., and PENNY, L. H. Double cross hybrids 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. FINLAY, K. W. and WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Australian J. Agr. Res.* 14: 742-754 1963.
8. PLAISTED, R. I. and PETERSON, L. C. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. *Amer. Potato J.* 36: 381-385. 1959.

HETEROSIS INTRA-RACIAL EVALUADA EN COMPUESTOS DE MAICES

PERUANOS^{3/}Dr. Alfonso Cerrate Valenzuela ^{1/}
Ing. Ricardo Sevilla Panizo^{2/}

INTRODUCCION

En la sierra del Perú, la dificultad de cambiar los gustos de la población referentes al tipo de grano del maíz, hace que el mejoramiento se limite a selección dentro de la población y formación de compuestos a partir de colecciones o variedades fenotípicamente similares. Las variedades nativas seleccionadas con algún método de selección dentro de la población, pueden tener la desventaja de que su área de adaptación se restringe a condiciones específicas, como ha sido demostrado con la aplicación de selección mazorca hilera modificada en el compuesto PMC-561 (8). La formación de compuestos tiene la ventaja de crear poblaciones de amplia base genética, lo cual es muy favorable por las condiciones ecológicas tan diversas de la sierra del Perú.

REVISION DE LITERATURA

Es generalmente aceptado que la heterosis aumenta a medida que aumenta la diversidad genética entre los progenitores. Altos valores heteróticos logrados al cruzar razas diferentes ha sido ampliamente demostrado (4,5). Hay menos evidencias en la literatura de la heterosis que se obtiene al cruzar colecciones de la misma raza. Salhuana (6) comparó la heterosis al cruzar colecciones pertenecientes a cinco razas diferentes y encontró que el promedio de las cruza de colecciones pertenecientes a una misma raza fue igual al promedio de las cruza entre colecciones de diferentes razas. Explicó esta situación considerando que colecciones dentro de una misma raza podrían no ser muy relacionadas genéticamente por haber tenido un origen geográfico diferente.

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

2/ Ing. Agrónomo, M.S., Profesor Principal del Dpto. de Fitotecnia, Programa Académico de Agronomía. Genetista del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz de la Universidad Nal. Agraria, La Molina - Lima - Perú.

3/ La presente investigación ha sido realizada con fondos del Convenio Ministerio de Agricultura-Universidad Nacional Agraria, con la colaboración de la Zona Agraria III del Ministerio de Agricultura.

Casas y colaboradores (1) trabajando con colecciones que representan a tres diferentes razas de maíces mejicanos, discutieron la posibilidad de que las variedades mejicanas pueden ser similares en características morfológicas, pero pueden ser diferentes con respecto a genes que controlan un carácter tan complejo como rendimiento. Sevilla y Cerrate (7), mostraron muchas excepciones a la relación entre divergencia genética y heterosis, recomendando en base a los resultados obtenidos la formación de compuestos con colecciones de un mismo tipo o uso de grano.

MATERIALES Y METODOS

El número de colecciones y variedades de cada una de las razas de la sierra del Perú, que han intervenido en este estudio es el siguiente: Confite Morocho: +; Confite Puntiajado: 11; San Gerónimo: 5; Piscorunto: 8; Uchuquilla: 4; Huayleño: 8; Paro: 3; Chullpi: 5; Cuzco Gigante: 8.

Veintisiete de estas colecciones han sido recientemente colectadas. Las otras veintinueve fueron colectadas hace más o menos quince años y se han conservado en cámara fría a 4°C., habiéndose renovado la semilla dos o tres veces en promedio. Un año antes de la formación de los compuestos se aumentaron todas las colecciones por medio de cruzamientos fraternales haciendo un mínimo de 50 fraternales planta a planta en cada colección.

En el año 1970, se sembró en parcelas de 500 plantas una mezcla de semilla de las colecciones que pertenecían a una misma raza. Para la recombinación se hicieron más de 200 polinizaciones planta a planta. En las parcelas de aumento del año anterior se había observado que las colecciones pertenecientes a una misma raza no diferían apreciablemente en época de floración, por lo que se supone que todas las colecciones han intervenido por igual en la formación del compuesto. La mezcla de la semilla proveniente de las mazorcas polinizadas recibirá en este estudio el nombre de compuesto, habiendo un total de nueve compuestos que corresponden a las nueve razas citadas.

Los compuestos y las colecciones que los forman, se sembraron en el año 1971, en la localidad de Carhuaz a 2,500 metros de altitud, en dos épocas: Octubre y Diciembre, en ensayos dispuestos en Bloques Completos Randomizados, con cuatro repeticiones en cada época. Las parcelas fueron de dos surcos de 11 golpes por surco y tres plantas por cada golpe. A la cosecha, se contó el número de fallas, se tomó la humedad de cada parcela y se corrigieron los rendimientos de cada parcela por fallas y humedad.

RESULTADOS Y DISCUSION

Siete de los nueve experimentos sembrados en octubre, muestran diferencias altamente significativas para tratamientos (Cuadro 1) y los valores del cuadrado medio de tratamientos son muy superiores a los del error excepto en el caso de la raza Cuzco Gigante. En las dos excepciones correspondientes a las razas Uchuquilla y Paro el número de colecciones que intervino en el compuesto fué de 4 y 3 respectivamente. En todos los experimentos sembrados en diciembre la diferencia entre tratamientos ha sido significativa indicando que hay diferencias en el rendimiento de las colecciones de una misma raza.

En el Cuadro 2 se muestra el rendimiento de los compuestos y las colecciones sobresalientes. Los compuestos ocupan los primeros lugares en todos los casos. En la misma siembra de octubre los compuestos de las razas Confite Puntiajudo, San Gerónimo y Cuzco Gigante ocupan el primer lugar y los compuestos de las otras razas el segundo lugar. En la siembra de diciembre los compuestos de Confite Morocho, Confite Puntiajudo y Uchuquilla ocupan el primer lugar; San Gerónimo, Paro y Huayleño el segundo lugar y Piscorunto, Chullpi y Cuzco Gigante el tercer lugar.

Algunas colecciones superan a los compuestos siendo los casos más notables las colecciones Ancash 430 y Apurimac 113 que ocupan el primer lugar en ambas épocas, perteneciendo a las razas Huayleño y Paro respectivamente.

El comportamiento de las colecciones Ancash 621 y Ancash 617, pertenecientes a la raza Cuzco Gigante, que superan a las colecciones hechas en el Cuzco en las dos épocas se puede explicar considerando que los ensayos han sido conducidos en Carhúaz, localidad situada en el mismo departamento de origen de las dos colecciones y que la adaptación ha sido efectiva.

En el Cuadro 3 se muestran los rendimientos de los compuestos, el promedio de rendimiento de las colecciones que los forman y el porcentaje de heterosis tomando el promedio de las colecciones como 100 por ciento. Se puede observar variación entre razas con respecto al porcentaje de heterosis. La raza que más heterosis exhibe es el Confite Puntiajudo y la que muestra menor heterosis es el Cuzco Gigante. En general las razas más precoces como Confite Puntiajudo, Confite Morocho, San Gerónimo y Piscorunto tienen valores de heterosis mayores. Las razas más tardías, Paro, Chullpi y Cuzco Gigante, presentan porcentajes de heterosis muy bajos en la siembra de diciembre, lo que indicaría que el vigor híbrido no se muestra cuando las condiciones ambientales son adversas.

La posibilidad de usar los compuestos como poblaciones mejoradas está supeditada a que la heterosis se mantenga en las generaciones avanzadas. Mangelsdorf (3), ha manifestado de que a pesar que hay muchas evidencias que muestran que hay una disminución en generaciones avanzadas del exceso de rendimiento de la F_1 esta reducción no sería tan notable y que las combinaciones híbridas incluyendo variedades de polinización abierta retendrían una considerable proporción de su vigor en

CUADRO 1. CUADRADOS MEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS Y DEL ERROR, COEFICIENTES DE VARIABILIDAD (C.V.) Y SIGNIFICACION ESTADISTICA DE LOS TRATAMIENTOS DE LOS 9 EXPERIMENTOS SEMBRADOS EN OCTUBRE Y DICIEMBRE.

R A Z A	O C T U B R E				D I C I E M B R E			
	C.M. Trat	C.M. Error	C.V.	F	C.M. Trat.	C.M. Error	C.V.	F
Confite Morocho	1.98	0.16	13.3	XX	0.76	0.06	13.2	XX
Confite Puntiangudo	6.01	0.52	14.9	XX	3.04	0.10	9.5	XX
San Gerónimo	2.98	0.18	12.7	XX	0.72	0.20	19.4	X
Piscorunto	7.27	0.26	11.5	XX	0.45	0.07	13.8	XX
Uchuquilla	1.08	0.35	10.0	N.S.	1.09	0.11	19.1	XX
Huayleño	10.30	0.51	12.0	XX	1.54	0.34	21.4	XX
Paro	1.74	0.86	17.5	N.S.	1.55	0.25	23.7	X
Chullpi	13.66	0.88	15.1	XX	1.32	0.09	19.8	XX
Cuzco Gigante	1.98	0.51	13.7	XX	0.38	0.03	17.7	XX

XX = Significativo al 1 % de Probabilidad

X = Significativo al 5 % de Probabilidad

CUADRO 2. RENDIMIENTO EN KILOGRAMOS POR HECTAREA DE LOS COMPUESTOS Y DE LAS COLECCIONES SOBRESALIENTES Y SUS ORDENES DE MERITO (O.M.) CORRESPONDIENTES EN LAS 2 EPOCAS DE SIEMBRA.

R A Z A		OCTUBRE		DICIEMBRE	
		Rend.	O.M.	Rend.	O.M.
Confite Morocho	Compuesto	2,614	2	1,716	1
	Aya. 4	2,715	1	1,270	3
Confite Puntiaquedo	Compuesto	4,550	1	3,177	1
San Gerónimo	Compuesto	3,486	1	2,048	2
	San Gerónimo	1,749	6	2,203	1
Piscorunto	Compuesto	4,282	2	1,635	3
	Cuz. 265	5,087	1	1,627	4
	Jun. 69	3,099	6	1,797	1
Uchuquilla	Compuesto	4,704	2	1,773	1
	Pun. 18	4,755	1	1,156	3
Huayleño	Compuesto	5,165	2	2,372	2
	Anc. 430	6,611	1	3,014	1
Paro	Compuesto	4,269	2	1,642	2
	Apuc. 113	4,328	1	2,158	1
Chullpi	Compuesto	5,711	2	1,159	3
	Mezcla Chullpis	6,352	1	1,344	2
	Hvca. 118	3,538	4	1,776	1
Cuzco Gigante	Compuesto	4,668	1	795	3
	Anc. 621	4,348	3	1,264	1
	Anc. 617	4,383	2	1,048	2

CUADRO 3. RENDIMIENTO EN KILOGRAMOS POR HECTAREA DE LOS COMPUESTOS RACIALES DEL PROMEDIO DE LAS COLECCIONES Y EL PORCENTAJE DE HETEROSIS DE LOS 9 COMPUESTOS RACIALES SEMBRADOS EN OCTUBRE Y DICIEMBRE.

R A Z A	O C T U B R E			D I C I E M B R E		
	Compues- to	\bar{x} Colecciones	% Heterosis (1)	Compues- to	\bar{x} Colecciones	% Heterosis
Confite Morocho	2,614	2,102	124	1,716	1,227	140
Confite Puntiajudo	4,550	3,040	150	3,177	2,037	156
San Gerónimo	3,486	2,387	146	2,048	1,737	118
Píscorunto	4,282	3,200	134	1,635	1,412	116
Uchuquilla	4,704	4,237	111	1,773	1,153	154
Huayleño	5,165	4,297	120	2,372	1,963	121
Paro	4,269	3,766	113	1,642	1,520	108
Chullpi	5,711	4,339	132	1,159	1,094	106
Cuzco Gigante	4,668	3,940	118	795	781	102

(1) $\frac{\text{Rendimiento del Compuesto}}{\text{Rendimiento del Promedio de las colecciones}} \times 100$

generaciones avanzadas. Este hecho ha sido demostrado también por Cortez y colaboradores (2), en material peruano los que probaron que las generaciones avanzadas (F_2 y F_3) de las cruzas entre colecciones de la raza Perla, no disminuían el vigor mostrado en la F_1 .

Con el uso de los compuestos se podría mejorar las poblaciones de todo el país, sobre todo en las zonas en que las variedades mejoradas aún no están suficientemente distribuidas. Teóricamente, si se distribuyen compuestos raciales de amplia base genética en los lugares en los que se encuentra la raza, la adaptación y la selección artificial crearán poblaciones superiores que desplazarían a las existentes. Esto facilitaría la dispersión en forma masiva de los genes que como el caso de los genes que mejoran la calidad del grano, deben ser introducidos a todas las poblaciones nativas.

BIBLIOGRAFIA

1. Casas E., Hanson W.D., Wellhausen E.J. 1968. Genetic relationships among collections representing three Mexican race composites of Zea Mays. *Genetics* 59: 299 - 310.
2. Cortez J., Manrique A., y Scheuch F. 1968. Heterosis y su reducción en generaciones avanzadas en cruzamientos intervarietales de Maíz. *Anales Científicos VI*: 173 - 184.
3. Mangelsdorf P.C., 1952. Hybridization in the Evolution of Maize In Heterosis. Ed. J.W. Gowen pp. 175-198 Iowa State College - Press.
4. Moll R. H., Salhuana W. S., Robinson H. F. 1962. Heterosis and genetic diversity in variety crosses of maize. *Crop. Sci.* 2: 197 - 198.
5. Paterniani E. y Lonnquist J. H. 1963. Heterosis in inter racial crosses of corn. *Crop Sci.* 3: 504 - 507.
6. Salhuana W.S., 1969. Study of the genetic relationships and heterosis in inter and intrarace crosses of peruvian maize (Zea Mays). Ph.D. Thesis. University of Minnesota.
7. Sevilla R. y Cerrate A. 1971. Cruzas intervarietales de maíz en la sierra del Perú. Primer Congreso Nacional de Investigadores Agrícolas y Pecuarios del Perú. Lima - Perú.
8. _____ 1971. Evaluación de cuatro generaciones de selección mazorca hilera modificada en una población de maíz de la sierra del Perú. IV Conferencia sobre Mejoramiento de Maíz en la Zona Andina. Palmira - Colombia.

INTRA RACIAL HETEROSIS IN PERUVIAN MAIZE COMPOSITES

ABSTRACT

Selections from nine highland peruvian races of maize, were intra crossed to form nine racial composites in 1970. Nine yield trial were conducted in 1971 to compare each racial composite with their own forming collections, in a complete randomized block design with 4 replications and 2 planting dates in Ancash (2,600 m above sea level).

Seven out of nine experiments planted in October and all 9 experiments planted in December showed statistical significance treatments indicating differences in yield among collections that belong to the same race.

Composites always rank high. This indicates heterosis arising from collection crosses within each race.

High yielding ability of certain collection might be explained by specific adaptation.

"Confite puntiagudo" composite, shows the largest heterosis value and "Cuzco Gigante" composite, the lowest one. In general, earlier races, show larger heterosis, than late ones, especially in late December planting.

Improvement of corn populations could be obtained by the use of composites in all andean area, assuming no reduction of heterosis in later generations.

CONVERSION DE MAIZ BLANCO EN AMARILLO.^{1/}

Daniel Sarria V., Samuel Muñoz G., Fernando Arboleda R. ^{2/}

Uno de los sistemas genéticos para aumentar los rendimientos en maíz es el uso de líneas endocriadas. Ellas son base para obtención de híbridos sencillos, triples o dobles que se puedan distribuir al agricultor.

En una zona donde uno de los enfoques principales de mejoramiento descansa en el sistema de endocria, es necesario disponer de fuentes con base germoplásmica amplia, al mismo tiempo que se aproveche de sistemas que usen en forma eficiente la buena aptitud combinatoria de materiales que la poseen.

El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) ha obtenido dos híbridos comerciales dobles: el DIACOL H.253 de color blanco, conformado por las líneas L.25, L.26, L.27, y L.28; y el ICA H.207 de color amarillo, cuyas líneas son la L.29, L.210, L.36, y L.38. El DIACOL H.253 se adapta a zonas de Colombia entre 600 a 1200 metros sobre el nivel del mar. El ICA H.207 se adapta entre 0 y 1200 metros sobre el nivel del mar. Los rendimientos de estos híbridos son los mejores en su zona de adaptación.

El presente estudio ha sido llevado a cabo por el Programa de Maíz y Sorgo del Instituto Colombiano Agropecuario en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira. Uno de los objetivos es aprovechar las buenas características agronómicas y el rendimiento del DIACOL H.253, cambiando su color blanco en amarillo. Además, el cambio de color de las líneas que lo conforman podrían traer como resultados, la posible heterosis entre líneas del DIACOL H.253 convertidas y líneas del ICA H.207.

Para la conversión de las líneas blancas del DIACOL H.253 en líneas amarillas, se usó el sistema de retrocruzamiento. Se utilizó la L.210 amarilla del ICA H.207 como progenitor donante. La línea L.210 es notoria por sus buenas características agronómicas, intenso color amarillo y buen rendimiento como línea per se. Los progenitores recurrentes fueron cada una de las líneas del DIACOL H.253. El material endocriado se ha llevado hasta la 6a. generación de retrocruzamiento y a partir de la 4a. se efectuaron cruzamientos fraternos y autofecundaciones en cada una de las líneas, para purificar el color amarillo.

^{1/} Contribución del Programa de Maíz y Sorgo. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA.

^{2/} Respectivamente I.A. M.S., I.A. Ph.D. Programa de Maíz y Sorgo. CNIA "Palmira". Palmira, Valle del Cauca - Colombia.

Se formaron híbridos sencillos y dobles con las F_1 y con las 1a., 2a., y 3a. generaciones de retrocruzamiento con las 4 líneas del DIACOL H.253 convertidas en amarillas sin fijación de color a fin de conocer los aumentos de rendimiento y la ganancia obtenida en cada generación. A partir de la 4a. generación se formaron sencillos y dobles con las líneas fijadas para el color amarillo por medio de autofecundaciones.

También se hicieron los cruzamientos posibles sencillos (16 cruzamientos) y dobles (72 cruzamientos) entre líneas convertidas en amarillas del DIACOL H. 253 y líneas del ICA H.207 a fin de buscar las mejores combinaciones.

Los materiales mencionados fueron sembrados en ensayos de rendimiento durante varios semestres usando diseños como bloques al azar y lattices triples, con parcelas unitarias de 2 surcos con 10 sitios a 0.92 mts. en cuadro y 4 plantas por sitio. El rendimiento se tomó en kilogramos por parcela a 15% de humedad del grano.

En la Tabla 1, se pueden apreciar los resultados obtenidos en dos semestres con base en cruzamientos sencillos entre líneas del DIACOL H.253 convertidas en 5a. y 6a. generación de retrocruzamiento con la línea L.210, caracterizada por su buen rendimiento lo cual haría factible un híbrido sencillo comercial. En esta Tabla se observa el buen rendimiento del cruzamiento sencillo L.210 x (L.27 x L.210)⁶-#-0.

En la Tabla 2, se observan algunos rendimientos de los mejores híbridos sencillos entre líneas convertidas del DIACOL H. 253, como también los sencillos entre éstas líneas y las del ICA H. 207. El rendimiento del mejor sencillo L.210 x (L.27 x L.210)⁵-#-0 sobrepasa en un 5% al híbrido sencillo comercial amarillo ICA H. S.209 y en 20 y 22% a los híbridos dobles H.253 y H.207. Se podría pensar en que este híbrido sencillo pueda reemplazar al ICA-H.S.209, si su comportamiento permanece consistente en otros semestres. Se aprovecharía en este caso los buenos rendimientos de la L.210 funcionando como progenitor femenino.

Los resultados con la combinación doble comercial del DIACOL H.253 convertida en amarilla, desde la F_1 hasta la sexta generación de retrocruzamiento, se pueden apreciar en la Tabla 3, donde se observa un incremento hasta de 28 y de 9% en la tercera y sexta generaciones de retrocruzamiento, sobre el D.H.253 blanco.

Por otra parte, los resultados de las combinaciones dobles de líneas del DIACOL H.253 convertidas y líneas del ICA H.207 en 4a., 5a., y 6a. generaciones de retrocruzamiento, se pueden apreciar en la Tabla 4, donde aparecen 5 híbridos dobles con rendimientos desde 1 hasta 33% sobre el D.H.253, y desde 0 hasta 25% sobre el ICA H.207.

Los resultados han mostrado efectividad del estudio. Cualquiera combinación doble de líneas del H.253 convertidas puede reemplazar al híbrido blanco comercial con ganancias económicamente aceptables (Tabla 3). Aún existe la factibilidad de la producción de un híbrido sencillo comercial con una línea convertida (L.27) como polinizador de una línea amarilla (L.210) altamente

TABLA 1. HIBRIDOS SENCILLOS ENTRE LINEAS DE DIACOL H.253 CONVERTIDAS EN DIFERENTES GENERACIONES DE RETROCRUZAMIENTO, Y LA LINEA L.210. PROMEDIO DE DOS SEMESTRES (71B y 72B) EN KGS./HA. AL 15% DE HUMEDAD.

GENEALOGIA	GENERACIONES DE RETROCRUZAMIENTOS		Promedio 2 Generaciones	% del H.253	% del H. 207
	5a.	6a.			
L.210 x (L.25 x L.210)-# s -#s	6028	6718	6373	93	94
L.210 x (L.26 x L.210)-# s -#s	6895	6521	6708	97	99
L.210 x (L.27 x L.210)-# s -#s	8254	8210	8232	120	122
L.210 x (L.28 x L.210)-# s -#s	7387	8215	7801	113	116
DIACOL H.253		6882			
ICA H.207		6750			

TABLA 2. RENDIMIENTOS COMPARATIVOS ENTRE LOS MEJORES HIBRIDOS SENCILLOS ENTRE LINEAS CONVERTIDAS
Y LINEAS DEL ICA H.207. PROMEDIO EN KGS/HA. AL 15% DE HUMEDAD. DOS SEMESTRES EN PALMIRA.

GENEALOGIA	71 B	72 B	\bar{X}	% del H.S. 209	% del H. 253	% del H. 207
(L. 27 x L. 210) ⁵ -#-⊗-#s x L. 210	8510	7998	8254	105	120	122
(L. 27 x L. 210) ⁶ -#-⊗-#s x L. 210	8786	7683	8240	104	120	122
(L. 28 x L. 210) ⁶ -#-⊗-#s x L. 29	8746	7644	8195	104	119	122
(L. 28 x L. 210) ⁶ -#-⊗-#s x L. 36	8707	7525	8116	103	118	120
(L. 26 x L. 210) ⁶ -#-⊗-#s x L. 29	8549	7210	7880	100	114	117
ICA H. S. 209	8155	7630	7892			
DIACOL H. 253	7013	6750	6882			
ICA H. 207	6856	6643	6750			

TABLA 3. COMPARACION DE LA COMBINACION COMERCIAL DEL DIACOL H.253 CON LINEAS CONVERTIDAS, EN DISTINTAS GENERACIONES DE RETROCruzAMIENTO. RENDIMIENTO EN KGS./HA. AL 15% DE HUMEDAD. PROMEDIO DE DOS SEMESTRES EN PALMIRA.

GENEALOGIA	Generación	Kgs. /Ha.	% de H. 253	% de H. 207	% de H.S. 209
(L.25 x L.210)-#-# x (L.26 x L.210) -#-# (L.27 x L.210)-#-# x (L.28 x L.210)-#-#	F1	7535	109	109	95
(L.25 x L.210)-#-# x (L.26 x L.210)-#-# (L.27 x L.210)-#-# x (L.28 x L.210)-#-#	RC1	8156	118	118	103
(L.25 x L.210)-#-# x (L.26 x L.210)-#-# (L.27 x L.210)-#-# x (L.28 x L.210)-#-#	RC2	8510	124	123	108
(L.25 x L.210)-#-# x (L.26 x L.210)-#-# (L.27 x L.210)-#-# x (L.28 x L.210)-#-#	RC3	8791	128	127	111
(L.25 x L.210)-#-# x (L.26 x L.210)-#-# (L.27 x L.210)-#-# x (L.28 x L.210)-#-#	RC4	7188	104	104	91
(L.25 x L.210)-#-# x (L.26 x L.210)-#-# (L.27 x L.210)-#-# x (L.28 x L.210)-#-#	RC5	7102	103	103	90
(L.25 x L.210)-#-# x (L.26 x L.210)-#-# (L.27 x L.210)-#-# x (L.28 x L.210)-#-#	RC6	7535	109	109	95
DIACOL H. 253		6882	100		
ICA H. 207		6905		100	
ICA H. S. 209		7892			100

TABLA 4. COMPARACION ENTRE 5 MEJORES DOBLES FORMADOS CON LINEAS DEL DIACOL H.253 CONVERTIDAS EN 4a, 5a. y 6a. GENERACIONES DE RETROCRUZAMIENTO Y LINEAS DEL ICA H.207. RENDIMIENTOS EN KGS./HA. AL 15% DE HUMEDAD.

GENEALOGIA	Generación	Kgs. / Ha.	% del H. 253	% del H. 207
(L.25 x L.210)-#-⊗s x L.29 x (L.28 x L.210)-#-⊗s x L.210	4*	8505	133	123
	5**	7404	108	110
	6**	6971	101	103
(L.25 x L.210)-#-⊗s x L.210 x (L.27 x L.210)-#-⊗s x L.36	4	8422	131	122
	5	6774	98	100
	6	7325	106	108
(L.26 x L.210)-#-⊗s x L.38 x (L.27 x L.210)-#-⊗s x L.29	4	8245	129	119
	5	7089	103	105
	6	6971	101	103
(L.27 x L.210)-#-⊗s x L.210 x (L.28 x L.210)-#-⊗s x L.29	4	8038	125	116
	5	8428	122	125
	6	7719	112	114
(L.26 x L.210)-#-⊗s x L.29 x (L.28 x L.210)-#-⊗s x L.210	4	8008	125	116
	5	7876	114	117
	6	7246	105	107
DIACOL H. 253		6410*		
		6882**		
ICA H. 207		6905*		
		6750**		

* Cuarta generación de todos los híbridos probada en 70B y 71A. Porcentajes con promedio de testigos en esos semestres.

** 5a. y 6a. generaciones probadas en 72B. Porcentajes con promedios de ese semestre.

rendidora (Tablas 1 y 2). Aún más, dos líneas convertidas (L.25 y L.28, o L.27 y L.28) pueden combinar excelentemente con dos líneas amarillas (L.29 y L.210) para resultar en un híbrido doble superior a ambos H.253 y H.207 (Tabla 4).

Ahora se están estudiando sus posibilidades para comercializar uno o dos de los nuevos maíces.

RESUMEN

Uno de los sistemas genéticos para aumentar los rendimientos en maíz, es el uso de líneas endocriadas. Ellas dan base para la obtención de híbridos sencillos, triples o dobles comerciales.

El Programa de Maíz y Sorgo del Insitituto Colombiano Agropecuario (ICA), ha comercializado los híbridos dobles ICA H.207 amarillo y DIACOL H.253 blanco. El ICA H.207 es uno de los mejores que se siembran en Colombia entre el nivel del mar y 1.200 metros de altura. Mediante retrocruzamientos, las líneas del DIACOL H.253 fueron convertidas en amarillas, usando como donante la línea L.210 que se caracteriza por su gran rendimiento como línea per se.

El color amarillo fue fijado por autofecundaciones después de la 4a. generación de retrocruzamiento.

En el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira, se obtuvieron y probaron por varios semestres, todos los cruzamientos sencillos y dobles entre las líneas convertidas y las del ICA H.207.

Los resultados mostraron un aumento de rendimiento de 20 y 22% en el híbrido sencillo L.210 x (L.27 x L.210)^{6-#-⊗} sobre D.H.253 e ICA H.207, respectivamente.

Además, en promedio de dos semestres de 5 híbridos dobles formados por líneas del DIACOL H.253 convertidas en amarillas con líneas del ICA H.207, uno de ellos sobrepasó al H.253 y al ICA H.207 en 33 y 23%, respectivamente.

La versión comercial amarilla del D.H.253 sobrepasó a éste en 28 y en 9% en la tercera y sexta generaciones de retrocruzamientos, respectivamente.

SUMMARY

The Corn and Sorghum Breeding Program of the Instituto Colombiano Agropecuario ICA, has released the double cross hybrids DIACOL H.253 (white) and ICA.H.207 (yellow). ICA H.207 is one of the best improved materials that are planted between zero and 1200 meters of altitude in Colombia.

By the backcross method, the four white inbreds of H.253 were converted into yellow using the inbred L.210 as the donor parent. This inbred is characterized by its high yield per se. The yellow color was fixed by selfing, after the fourth backcross.

In the Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira, all the single and double crosses among the converted lines and the lines of H.207 were obtained and tested during several semesters (seasons).

The results showed that the single cross L.210 x (L.27 x L.210)⁶ yielded 20 and 22% over D.H.253 and H.207, respectively. Also, as an average of tests of five double crosses (of converted inbreds with the inbred of H.207) in two seasons, one of them was 33 and 23% superior to H.253 and to H.207, respectively.

The yellow version of H.253 surpassed H.253 in 29 and 9% in the third and sixth backcross generations, respectively.

COMPORTAMIENTO GENETICO DE ALGUNAS LINEAS DE MAIZ ORIGINARIAS DE NORTE
AMERICA EN COMBINACIONES CON GERMOPLASMA BOLIVIANO

Gonzalo Avila L.^{1/}

INTRODUCCION

La búsqueda de poblaciones de maíz que al combinarse presenten una fuerte heterosis, constituye uno de los objetivos mas importantes para el fitomejorador. En la América tropical casi siempre las poblaciones capaces de dar buenas combinaciones presentan un ciclo biológico largo, una excesiva altura en las plantas y alguna dificultad para la cosecha mecánica.

Manrique y Fegan (1971) observaron que se podía obtener poblaciones de talla reducida y precoces, introduciendo algunos sintéticos norteamericanos a la zona tropical de América.

Si bien estas variedades introducidas en la América tropical se muestran muy precoces y con plantas de pequeño o mediano tamaño, es también evidente que presentan fuertes susceptibilidades a parásitos locales y sobre todo, la duración de día-luz las afecta considerablemente menguando su potencial agronómico.

Por otra parte Brandolini y Avila (1969) mostraron que el germoplasma de América tropical combinado con el germoplasma norteamericano y europeo, cultivado en la zona templada de Europa, producía en algunos casos excelentes combinaciones susceptibles de ser utilizadas con ventaja en los planes de mejoramiento para esta zona.

En el presente trabajo se pretende utilizar líneas de gran difusión en las zonas templadas del mundo en combinaciones con material local, con objeto de conocer la capacidad de combinación entre el germoplasma norteamericano y el local, bajo las condiciones de los valles interandinos bolivianos.

Objetivos

Los objetivos del presente trabajo son:

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

- Determinar la capacidad de combinación entre diversas líneas de maíz dentado de los Estados Unidos con las diversas razas que componen el germoplasma boliviano.
- Determinar las posibilidades de utilización directa de las líneas norteamericanas en oportunas combinaciones con líneas derivadas de razas de maíz boliviano.
- Identificar el material boliviano que mejor combine con las líneas norteamericanas.
- Analizar las componentes genéticas del material introducido bajo las condiciones ambientales de los valles mesotérmicos bolivianos.

Materiales y Métodos

Para el presente análisis se utilizaron 9 variedades locales de distintas zonas de Bolivia y cinco líneas norteamericanas de amplia difusión en el mundo. Ambos germoplasmas se cruzaron siguiendo el modelo 2 de la Universidad de Carolina del Norte de Comstock y Robinson (1952), modificado para cruzamientos de líneas por variedades por Avila y Brandolini (1.970).

La progenie de estos cruzamientos y las variedades originales se sembraron en Pairumani, Bolivia (2.500 metros de altura y 17 de latitud sud) en 3 repeticiones, el año 1969. Cabe aclarar que para el análisis de la varianza genética, sólo se utilizaron las progenies de los cruzamientos, no así los datos de las variedades locales.

Las variedades locales utilizadas en el anterior ensayo se autofecundaron y seleccionaron por 3 generaciones, con objeto de formar líneas con sanguíneas.

En base a estos resultados se seleccionaron las mejores 4 líneas y sólo se tomaron las progenies autofecundadas de las mejores cinco variedades; con estas 9 líneas se hizo una red de cruzamientos dialélicos entre ellas, según el modelo de Jink y Hayman (1953).

La progenie de estos cruzamientos, más las líneas padres, se sembraron en Pairumani el año 1972 en tres repeticiones.

Para ambas siembras se utilizaron las técnicas locales, es decir: laboreo de la tierra, mediana fertilización y ningún tratamiento contra parásitos.

Los caracteres considerados en el presente análisis fueron: anthesis masculina, altura de las plantas (desde la base hasta el último nudo sin considerar la panoja masculina) y el peso de la espiga desgranada a humedad estandarizada.

Resultados y Discusión.

Los resultados del análisis genético de los cruzamientos entre las líneas norteamericanas y las variedades bolivianas, se presentan en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Capacidad combinatoria específica y general de las líneas y de las líneas por variedades.

Fuente de variación	Antesis	Altura planta	Rendimiento
1) Entre líneas norteamericanas	113.62*	3.045.90**	20.729.44 **
2) Entre variedades bolivianas	74.10*	2.789.15 *	8.594.70 **
3) Línea por variedad	33.51	977.04 *	5.955.31 **

El análisis de la varianza para la antesis, muestra valores significativos al 5% de probabilidad para las fuentes de variación atribuibles a las diferencias en aptitud combinatoria general, mientras que no muestra ninguna significancia a la interacción dependiente de la capacidad combinatoria específica.

Estos resultados señalarían que aparentemente la antesis en los híbridos entre líneas norteamericanas y variedades bolivianas depende más que todo de la aditividad genética.

La altura de la planta presenta valores significativos tanto para las fuentes de variación atribuibles a la capacidad de combinación general, como también para la específica, mostrándonos que al cruzar líneas norteamericanas con material boliviano se podría esperar una heterosis que incrementa el tamaño de las plantas.

Para el rendimiento, aparentemente ambas componentes (aditiva y dominancia) tienen igual importancia, consiguientemente este material podría servir de base para iniciar una selección masal o también se podría aprovechar la capacidad a la combinación específica haciendo híbridos entre material norteamericano y boliviano.

El Cuadro 2, muestra los rendimientos comparados de las variedades locales con los cruzamientos de éstas por las líneas norteamericanas.

En la totalidad de los casos los cruzamientos produjeron mucho más que las variedades originales, en efecto se observa un incremento en la producción igual al 86% en relación a las variedades locales.

CUADRO 2. Rendimiento comparado entre las variedades locales y los cruzamientos de éstas por las líneas norteamericanas.

	Rendimiento de las variedades	Promedio variedad por línea	Incremento
Pisankalla	1.070	5.354	+ 4.284
Huillcaparu	3.854	6.640	+ 2.686
Perla Chuquisaca	3.840	7.742	+ 3.902
Uchuquilla	2.870	6.826	+ 3.956
Perola	3.900	6.298	+ 2.398
Cordillera	4.090	5.970	+ 1.880
Tucumano	3.950	5.924	+ 1.974
Duro Beniano	3.600	6.440	+ 2.840
Amarillo Viloma	3.230	5.600	+ 2.370
Promedios	3.389	6.310	2.921=86%

El cuadro 3, muestra la producción en Kg/Ha. de los progenies de los cruzamientos entre todas las líneas norteamericanas por las variedades bolivianas.

CUADRO 3. Rendimiento en Kilogramos por Hectárea de los cruzamientos líneas por variedad.

	C103	OH41	B14	WF9	38-11	Promedio por variedades
Pisankalla	5.470	4.440	3.630	5.030	8.200	5.354
Huillcaparu	6.510	6.120	5.110	8.030	7.430	6.640
Perla Chuquisaca	6.120	8.550	6.580	8.810	8.650	7.742
Uchuquilla	4.880	6.150	6.060	7.250	9.790	6.826
Perola	5.840	5.070	5.700	7.170	7.710	6.298
Cordillera	5.710	4.130	6.250	7.540	6.220	5.970
Tucumano	6.220	9.730	3.870	5.830	3.970	5.924
Duro Beniano	5.480	5.440	5.440	6.860	8.980	6.440
Amarillo Viloma	5.350	3.600	6.040	4.760	6.250	5.600
Prom. por línea	5.731	6.136	5.408	6.808	7.466	

En base a estos resultados se escogieron las mejores 6 variedades para formar líneas mediante autofecundaciones. Una de las variedades fue descartada en el proceso de 3 ciclos de selección por autofecundaciones.

Luego de haber obtenido cinco líneas de las variedades bolivianas se las probaron en un cruzamiento dialélico con las cuatro mejores líneas norteamericanas.

En el Cuadro 4, se presentan los datos del análisis de la varianza del cruzamiento dialélico entre las cuatro líneas norteamericanas y las cinco bolivianas.

CUADRO 4. Análisis de la varianza del cruzamiento dialélico entre líneas

	Antesis masculina	Altura planta	Rendimiento
1) Componente aditiva	642.213.14 *	974.87 *	2.867.72 **
2) Dominancia	13.16	1.104.37 *	201.176.09 **
3) Epistasia	117.41	201.37	54.08
4) Interacción Genético -ambiental	1.175.16 *	1.094.36	1.188.22 *

La antesis masculina como en el anterior análisis mostró una significatividad al 5% sólo para la componente aditiva, no así para la dominancia, tampoco la componente atribuible a la epistasia fué significativa, en cambio la interacción genético - ambiental mostró significatividad al 5%.

Para la altura de la planta se detectó una significatividad al 5% en las componentes aditiva y de la dominancia, mostrando nuevamente que es necesario considerar una posible heterosis en el carácter.

Los rendimientos mostraron valores altamente significativos (1%) para la componente aditiva y de la dominancia, particularmente esta última mostró una fuerte heterosis. También la interacción genético-ambiental fué significativa al 5%, mostrando alguna inestabilidad fenotípica en los híbridos.

En el cuadro 5, se presenta los rendimientos de las líneas norteamericanas al cruzarse entre ellas, mientras en el cuadro 6, se presenta los rendimientos de las líneas bolivianas al cruzarse también entre ellas.

CUADRO 5. Rendimiento de las líneas norteamericanas y de sus híbridos

	38-11	WF9	OH41	C103	Promedios solo de los híbridos.
38-11	231	4.980	2.970	2.410	3.453
WF9		<u>354</u>	1.220	3.240	3.147
OH41			<u>222</u>	1.890	2.027
C103				<u>380</u>	2.513
					2.785

CUADRO 6. Rendimiento de las líneas bolivianas y de sus híbridos.

	Bol 28	Bol 42	Bol 23	Bol 41	Bol 14-5	Promedio solo de los híbridos.
Bol 28	876	3.200	2.980	4.370	6.290	4.210
Bol 42		<u>1.203</u>	3.420	2.980	5.270	3.718
Bol 23			<u>980</u>	6.230	4.220	4.213
Bol 41				<u>741</u>	7.960	5.384
Bol 14-5					323	4.435
						4.392

Los rendimientos promedio de los híbridos norteamericanos fueron de 2.785 Kg./Ha. mostrando nuevamente una mayor capacidad combinatoria en las líneas 38-11 y WF9.

El rendimiento promedio de los híbridos entre las líneas bolivianas fue de 4.392 Kg./Ha. y esta vez las líneas Bol 41 y Bol 14-5 mostraron mayor capacidad combinatoria entre todo el grupo en contraste con sus progenitores que dentro las mejores variedades presentaron las más bajas capacidades de combinación. Este resultado podría ser atribuido a la selección practicada durante las 3 autofecundaciones.

CUADRO 7. Rendimiento por hectárea de los híbridos simples entre líneas norteamericanas y bolivianas

	38-11	WF9	OH-41	C-103	Promedio
Bol 28 (Perla Chuquisaca 3 ♂)	5.980	3.960	3.420	4.203	4.390
Bol 42 (Uchuquilla 3 ♂)	6.080	4.680	2.351	3.930	4.260
Bol 23 (Huillcaparu 3 ♂)	5.978	6.220	5.640	8.250	6.522
Bol 41 (Duro Beniano 3 ♂)	7.731	7.821	6.980	7.950	7.620
Bol 14-5 (Cordillera 3 ♂)	8.471	8.260	7.271	5.820	7.455
Promedios	6.848	6.188	5.132	6.030	6.049

El cuadro 7 muestra la producción de los híbridos entre las norteamericanas y bolivianas, demostrándonos nuevamente que la combinación entre las líneas norteamericanas y bolivianas presentan un notable incremento en relación a los rendimientos entre solamente líneas norteamericanas o bolivianas.

El cuadro 8 resume estos resultados para los tres caracteres considerados.

CUADRO 8. Promedios comparados entre: a) Los híbridos entre norteamericanas. b) Los híbridos entre líneas bolivianas y c) Los híbridos entre líneas norteamericanas por bolivianas.

	Antesis masculina (días)	Altura planta en cm.	Rendimiento en Kg./Ha.
a) Promedio entre líneas norteamericanas	75	1.53	2.785
b) Promedio entre líneas bolivianas	108	3.05	4.392
c) Promedio entre líneas norteamericanas por bolivianas	84	2.08	6.049

La antesis masculina y la altura de la planta, presentan una notable disminución en los híbridos entre las líneas norteamericanas y bolivianas en relación a los híbridos sólo entre las líneas bolivianas; aunque fueron más tardías y más altas que los híbridos entre las líneas norteamericanas.

La producción como ya se indicó anteriormente fué mucho más alta al combinarse ambos germoplasmas.

Los rendimientos menores en los híbridos en relación a los cruzamientos líneas por variedad, se pueden atribuir al ambiente diferente, puesto que fueron sembrados en años diferentes.

Conclusiones.

Las líneas norteamericanas cuando son utilizadas solamente en cruzamientos entre ellas presentan dificultades en su adaptación, en cambio si estas líneas vienen cruzadas con germoplasma boliviano, en la progenie de este cruzamiento se observa un alto incremento en el rendimiento acompañado de una disminución del tamaño de la planta y de los días necesarios para la antesis masculina.

Los cruzamientos de las líneas norteamericanas 38-11 y WF9, fueron particularmente los más interesantes por la capacidad de combinación que poseen estas líneas con relación al material boliviano.

La utilización de este tipo de análisis, permite seleccionar líneas locales con buena capacidad combinatoria específica hacia líneas de reconocido valor fitotécnico.

La producción de los híbridos de las líneas derivadas de germoplasma boliviano por las líneas norteamericanas presentan un rendimiento medio superior que cuando vienen cruzadas sólo entre bolivianas o norteamericanas, confirmando la generalizada opinión de varios autores: Robinson y otros (1955), Lonnquist y Gardner (1961), Moll y otros (1962), Jugenheimer (1958); quienes afirman que el grado de heterosis en un cruzamiento aumenta dentro de determinado límite, en función del grado de las diferencias genéticas entre los padres.

Igualmente en estos cruzamientos se mostraron superiores las líneas 39-11 y WF9, mientras que las líneas bolivianas con mejores progenies fueron la Bol-41 y Bol-14-5, derivadas de material amazónico y de la raza Cordillera respectivamente.

Si bien es evidente que el cruzamiento de líneas norteamericanas de fotoperíodo largo, combinan muy bien con líneas bolivianas de fotoperíodo corto, es también evidente que el cruzar ambas líneas para formar los híbridos presentan una serie de problemas debido a las diferencias en épocas de floración, por lo cual quizás sería más conveniente la selección de nuevas líneas derivadas de los cruzamientos de germoplasma norteamericano con el local, cuidando de seleccionar en base a su capacidad de combinación y en base a las características morfológicas favorables del germoplasma norteamericano.

RESUMEN :

Se presentan resultados que permiten una orientación precisa sobre el uso del germoplasma norteamericano de día largo en planes de mejoramiento para la América Tropical. Asimismo, se discute la contribución genética de este material en relación a tres caracteres útiles para el área tropical.

BIBLIOGRAFIA

1. AVILA, G. y BRANDOLINI, A. attitudine combinatoria generale specifica di razze boliviane di mais. *Genetica Agraria* 14:221-234. 1970.
2. BRANDOLINI, A. y AVILA, G. Effects of Bolivian maize germplasm in South European maize breeding. V Congreso Europeo de Fitotécnia Sec. Maíz, Eucarpia. 1969. pp.117-135.
3. COMSTOCK, R.E. y ROBINSON, H. F. Estimation of average dominance of genes. Iowa State College Press, Ames Iowa. *Heterosis* 494-516. 1952.
4. JINKS, J. L. y HAYMAN, B.I. The analysis of diallel crosses. *Maize Genetics Cooperation News Letter* 27: 48-54. 1953.
5. JUGENHEIMER, R.W. Hybrid maize breeding and seed production. Roma, F.A.O. Agr. Devel. Paper 62:65-66. 1958.
6. LONNQUIST, J. T. y GARDNER, C.O. Heterosis in intervarietal crosses in maize and its implications in breeding procedures. *Crop Science* 1:179-183. 1961.
7. MANRIQUE, A. y FEGAN, E. W. Utilización de germoplasma norteamericano en Latinoamérica. Tercera Conferencia de Mejoramiento de Maíz de la Zona Andina. Cali, 1971. pp. 104-108.
8. MOLL, R.H., SALHUANA, W.W. y ROBINSON, H. F. Heterosis and genetic diversity in varieties crosses of maize. *Crop Science* 2:197-198. 1962.
9. ROBINSON, H. COMSTOCK, R. E. y HARVEY, P.H. Genetic variance in open pollinated varieties of corn. *Genetics* 40:45-60. 1955.

RESULTADOS PRELIMINARES DE CONVERSION DE MAICES NORMALES EN BRAQUITICOS^{1/}

Fernando Arboleda R., Daniel Sarria V., Samuel Muñoz G.^{2/}

La colección Tuxpeño $br_2 br_2$ fue traída de la Universidad de Nebraska por el primer autor, en Octubre de 1966. En ese semestre (1966B), en el CNIA TURI PANA, esa colección fue aumentada y cruzada con la variedad Mezcla Varietales Blancos (MVB). En 1967A, ambas Tuxp. $br_2 br_2$ (será llamada sólo br_2) y MVB x $br_2 br_2$ (MVB x br_2) fueron traídas y plantadas en el CNIA Palmira. Inmediatamente se inició un programa de retrocruzamientos (RC) para incorporar el gene br_2 a las líneas de los híbridos comerciales DIACOL H.253 (blanco) e ICA H.207 (amarillo). Las líneas y la combinación comercial de ellas son:
 DIACOL H.253: (L.27 x L.28) X (L.25 x L.26).
 ICA H.207 : (L.210 x L.29) X (L.36 x L.38)

Las F_1 fueron obtenidas en 1967A con las líneas como padres pistilados y br_2 y MVB br_2 como padres estaminados. Así, la genealogía quedó p.e. (L.25 x br_2) y (L.25 x MVB x br_2). Cada F_1 fué autofecundada en 1967B. En 1968A se plantaron todas las autofecundaciones, por línea, por fuente; las plantas braquíticas resultantes sirvieron como padres estaminados de las líneas normales, en cada caso. Este primer RC fue autofecundado en 1968B. En 1969A, las plantas braquíticas provenientes de esas autofecundaciones fueron padres estaminados de las líneas normales, en cada caso. Este segundo RC fué autofecundado en 1969B. En 1970A se aumentaron, por fraternales, las plantas braquíticas resultantes de esas autofecundaciones, dentro de cada línea con cada fuente, y se cruzaron al segundo RC para obtener la tercera generación de RC. En 1970B se aumentaron de nuevo las líneas braquíticas del segundo RC y se autofecundó el tercero. Hasta aquí, la genealogía de cada línea, con cada fuente, fué p.e. $(L.25 \times br_2)^2 - \textcircled{2}$ -2# y $(L.25 \times MVB \times br_2)^2 - \textcircled{2}$ -2#
 $(L.25 \times br_2)^3 - \textcircled{3}$ y $(L.25 \times MVB \times br_2)^3 - \textcircled{3}$

En 1971A se aumentaron las plantas braquíticas de las líneas en tercer RC y se hicieron híbridos sencillos del segundo RC. En 1971B se obtuvieron los híbridos dobles del segundo RC y se aumentaron las líneas del tercero. En 1972A se obtuvieron sencillos del tercer RC.

Hasta 1972B, ya existen las líneas braquíticas de los híbridos D.H.253, ICA H.207, e ICA H.S.209 en segunda, tercera, cuarta y quinta generaciones de RC.

Los resultados que se presentan, son de híbridos sencillos y dobles de las líneas en segundo RC con las fuentes MVB x br_2 y con Tuxp. br_2 , y los sencillos de las líneas en tercer RC con la fuente Tuxp. br_2 .

^{1/} Contribución del Programa de Maíz y Sorgo del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA.

^{2/} Respectivamente I.A. Ph.D., I.A. M.S., e I.A. Programa Maíz y Sorgo . CNIA "Palmira". Palmira, Valle del Cauca - Colombia.

De los sencillos del D.H. 253 (Tabla 1) se destacan los obtenidos con la fuente Tuxp. br_2 sobre la fuente MVB x br_2 . Los rendimientos de $(L.25 \times br_2)^2 \times (L.26 \times br_2)^2$ (6235 Kg/Ha) y de $(L.27 \times br_2)^2 \times (L.28 \times br_2)^2$ (6501 Kg/Ha.) son comparables experimentalmente con el híbrido comercial, así como el sencillo $(L.27 \times br_2)^3 \times (L.28 \times br_2)^3$ con 6 toneladas/Ha.

De los sencillos del ICA H.207 (Tabla 1) se destacan $(L.29 \times MVB \times br_2)^2 \times (L.210 \times MVB \times br_2)^2$ y $(L.29 \times br_2)^3 \times (L.210 \times br_2)^3$ con rendimientos comparables al H.207. Ambos sencillos son también la versión braquítica del ICA H.S.209. El primero rindió 3% más y el segundo 13% menos que el híbrido sencillo comercial.

En la Tabla 2 se resume el comportamiento de los híbridos dobles, versión braquítica en 2a. generación de RC, D.H.253, ICA H.207, e ICA H.S.209. Con la fuente Tuxp. br_2 los tres híbridos braquíticos rindieron comparativamente con los normales. Con la fuente MVB x br_2 también hubo un rendimiento comparativo, con excepción del H 207 braquítico.

Los resultados obtenidos son de un solo semestre de pruebas. Sin embargo, considerando que: (i) sólo es la segunda generación de RC y aún mucha parte de la habilidad combinatoria de las líneas originales no se ha recuperado; (ii) en cosechas experimentales, toda la población de una parcela es medida; esto incluye plantas volcadas, por vientos fuertes, en los maíces normales (que tienen la mazorca superior aproximadamente un metro más alta), lo que no sucede en las braquíticas que oponen una tremenda resistencia a vientos fuertes (no se observaron plantas volcadas en todos los experimentos donde aparecieron); y (iii) facilidad de cosecha manual y mecánica así como de vigilancia, se puede prever un gran éxito comercial del nuevo tipo de maíz ya que la recolección se hará mucho más fácil, no habrá pérdidas tan apreciables por volcamiento y se espera recuperar casi el 100% de la habilidad combinatoria en los dos próximos retrocruzamientos. En otras palabras, esperamos conseguir los mismos rendimientos experimentales de los híbridos normales en las combinaciones dobles de las líneas en 4a. y 5a. generaciones de retrocruzamiento.

SUMMARY

By the backcross method, the br_2 gene was incorporated into the eight inbreds of the double crosses DIACOL H.253 (white) and ICA H.207 (yellow), and the single cross ICA H.S.209 (yellow). The 8 inbreds have been converted into brachytics in 2nd, 3rd, 4th, and 5th backcross generations.

The single and double crosses of the above hybrids in the brachytic version in 2nd backcross with two sources of the gene were yield tested in 1972B season (semester).

The single cross $(L.25 \times br_2)^2 \times (L.26 \times br_2)^2$ yielded 1% less than H.253 and the single cross $(L.27 \times br_2)^2 \times (L.28 \times br_2)^2$ yielded 3% more than H.253. The double cross $[(L.27 \times br_2)^2 \times (L.28 \times br_2)^2] \times [(L.25 \times br_2)^2 \times (L.26 \times br_2)^2]$ yielded 1% less than H.253.

TABLA 1. Híbridos sencillos del D.H.253 y del ICA H.207 con líneas convertidas en braquítico con dos fuentes del gene, en 2a. y 3a. generaciones de retrocruzamiento. Promedio de cuatro replicas. Palmira 1972B. Rendimiento en Kgs./Ha. al 15% de humedad (Exp.V).

No. Var.	GENEALOGIA	Kgs./Ha.	% del H. 253	% del H. 207	% del H.S.209
1	Del DIACOL H.253 (L.25xbr ₂) ² x (L.26xbr ₂) ²	6235	99		
18	(L.25 x MVB x br ₂) ² x (L.26 x MVB x br ₂) ²	5437	86		
32	(L.25xbr ₂) ³ x (L.26xbr ₂) ³	4285	68		
6	(L.27xbr ₂) ² x (L.28xbr ₂) ²	6501	103		
20	(L.27x MVB x br ₂) ² x (L.28 x MVB x br ₂) ²	5851	93		
33	(L.27xbr ₂) ³ x (L.28xbr ₂) ³	6000	95		
9	Del ICA H.207 (L.38xbr ₂) ² x (L.26xbr ₂) ²	5644		89	
23	(L.38 x MVB x br ₂) ² x (L.36 x MVB x br ₂) ²	5289		84	
34	(L.38xbr ₂) ³ x (L.36xbr ₂) ³	5201		82	
13	(L.29xbr ₂) ² x (L.210xbr ₂) ² (ICA H.S.209)	5762		91	85
26	(L.29 x MVB x br ₂) ² x (L.210 x MVB x br ₂) ² (ICA H.S.209)	7033		111	103
35	(L.29xbr ₂) ³ x (L.210xbr ₂) ³ (ICA H.S.209)	5940		94	87
	DIACOL H.253	6294			
	ICA H.207	6324			
	ICA H.S.209	6797			

TABLA 2. Versión braquítica en 2a. generación de retrocruzamiento con dos fuentes de br_2 , de los híbridos D.H. 253, ICA H.207, e ICA H.S.209. Promedio de cuatro replicaciones² en un solo semestre. Palmira 1972B.
Kgs./Ha. al 15% de humedad.

GENEALOGIA	Kgs./Ha.	% del H. 253	% del H. 207	% del H.S. 209
FUENTE br_2 DIACOL H.253	5910	99		
ICA H.207	5762		92	
ICA H.S.209	5762			87
FUENTE MVB x br_2 DIACOL H.253	5349	90		
ICA H.207	5024		80	
ICA H.S. 209	5940			89
NORMALES DIACOL H.253	5969			
ICA H.207	6264			
ICA H.S. 209	6649			

The single cross $(L.210 \times MVB \times br_2)^2 \times (L.29 \times MVB \times br_2)^2$ (wich is H.S.209) yielded 11 and 3% more than H.207 and H.S.209, respectively. The single cross $(L.38 \times br_2)^2 \times (L.36 \times br_2)^2$ yielded 11% less than H. 207.

The brachytic version of H.207, $\left[(L.210 \times br_2)^2 \times (L.29 \times br_2)^2 \right] \times \left[(L.36 \times br_2)^2 \times (L.38 \times br_2)^2 \right]$, yielded 8% less than H.207.

Although the reported data are of only one season the experimental yields of the brachytic versions with only two generations of backcross, are comparable with the normal ones; even more, no losses are expected by lodging and the harvest, either manual or mechanized, is much easier. We expect to match, even to surpass, the experimental yield of the normal hybrida in future double and single combinations of the inbreds in more advanced generations of backcross.

RESPUESTAS A SELECCION PARA ALTURA DE PLANTA Y SUS EFECTOS EN
RENDIMIENTO DE GRANO Y ACAME DE RAIZ EN 3 POBLACIONES TROPICALES
DE MAIZ 1/

Willy Villena y Elmer C. Johnson 2/

Altura de planta es un carácter importante en maíz ya que está genéticamente correlacionado con altura de mazorca. El uso de variedades de planta baja y mazorca baja facilita las operaciones de cultivo y cosecha y reduce pérdidas por acame que son comunes en poblaciones tropicales de planta alta. La altura de planta es considerada un carácter cuantitativo aún cuando no tan complejo como el carácter de rendimiento.

El objetivo del presente trabajo es el de determinar el progreso realizado para reducir la altura de planta a través de varios ciclos de selección en tres poblaciones tropicales de maíz y determinar los efectos colaterales que la reducción de la altura de planta haya tenido sobre los caracteres de rendimiento de grano y acame de raíz.

REVISION DE LITERATURA

Smith (1909) reportó que el método de selección de mazorca por hilera fue efectivo para modificar la altura de planta en maíz. Indicó que existe una fuerte relación entre altura de planta y altura de mazorca y que la altura de planta está asociada con el carácter "días a floración", siendo las plantas de familias más bajas las más precoces.

Jenkis (1929) estudió las correlaciones entre diversos caracteres en líneas endocriadas y en sus cruzas. Dentro de las líneas endocriadas, las correlaciones entre altura de planta y rendimiento fueron positivos y significantes.

Lindsey et al (1962) reportó que en las variedades Krug y Yellow Dent, las correlaciones genéticas entre altura y planta y días a floración fueron altas y positivas y que las correlaciones genéticas entre altura de planta y rendimiento fueron igualmente altas y positivas. Indicó que la variancia aditiva para altura de planta era mucho mayor a la variancia de dominancia.

1/ Trabajo presentado a la XVIII Reunión del PCCMCA realizada en Managua, Nicaragua del 6 al 9 de marzo de 1972. (Publicado como abstracto; texto completo publicado aquí).

2/ Miembros del Staff de CIMMYT.

Gamble (1962) usando el método de "generation mean analysis" encontró que el efecto de genes para altura de planta tienen el siguiente orden de importancia: dominancia, epistasis y aditivos.

Robinson et al (1949) calcularon los valores de heredabilidad para varios caracteres en poblaciones derivadas de híbridos simples. Los valores para altura de planta y mazorca fueron relativamente altos. Indicó que los datos combinados de dos años no indican la presencia de interacción de genotipo por medio ambiente. Concluyó que los resultados obtenidos sugieren que los genes que contribuyen a estos caracteres tienen muy poco o ninguna dominancia.

Robinson et al (1955) calcularon los estimados para variancia genética aditiva y de dominancia para varios caracteres en tres poblaciones de maíz. Para altura de planta los valores para el estimado de variancia aditiva fueron mucho mayores que los calculados para variancia de dominancia.

MATERIALES Y METODOS

Tres poblaciones de maíz tropical, Tuxpeño crema I, Eto Blanco, y (Mix. 1 x Col. Gpo. 1) Eto Bl., fueron sometidas a selección por varios ciclos para reducir la altura de planta. El método usado fue el de selección entre y dentro de familias de hermanos completos. El programa se ha desarrollado en la estación experimental de CIMMYT en Poza Rica (México). Las condiciones climatológicas prevalentes en la región han permitido desarrollar dos ciclos de selección por año. El número de ciclos de selección difiere en tres poblaciones estudiadas. En este experimento los ciclos probados fueron los siguientes: Tuxpeño C₁, C₀, C₃, C₅, y C₇; Eto blanco C₀, C₁, C₃ y C₆; y (Mix. 1 Col. Gpo. 1) Eto bl. C₀, C₁, C₂, C₄. Se incluyó una cuarta población formada por 4 testigos: Tux. Cr. 1 SM-C₅ (Quinto ciclo de selección masal para rendimiento); Eto bl. SM-C₅ (Quinto ciclo selección masal para rendimiento); (Mix. 1 x Col. Gpo. 1) Eto bl. SM-C₈ (Octavo ciclo de selección masal para rendimiento) y H-507 (Híbrido Tropical Mexicano). El total de entradas fue de 16. Las tres poblaciones con sus respectivos ciclos de selección y el grupo de testigos fueron sembrados en dos ciclos de siembra consecutivos (invierno y verano de 1971). Los experimentos fueron sembrados en la estación experimental de Poza Rica. Los ciclos fueron asignados al azar a las parcelas experimentales y agrupados dentro de poblaciones. El tamaño de una parcela fue de 4 surcos de 5 metros de largo. Datos para rendimiento y otros caracteres agronómicos fueron tomados sólo en dos surcos centrales con el objeto de reducir efectos de competencia entre parcelas adyacentes. Tres semillas fueron sembradas por golpe, en golpes distanciados a 50 cms. sobre el surco; se raleó posteriormente a 2 plantas por golpe (44,000 plantas/Ha.).

Las parcelas experimentales fueron debidamente fertilizadas y controladas. El número de plantas por parcela fue perfecto o casi perfecto. Se tomaron datos de días a floración (50% de plantas por parcela en estado de antesis). Altura de planta y mazorca fue tomada en centímetros y medidas entre el nivel del suelo y el entrenudo de la inflorescencia y del nivel del suelo al entrenudo de la mazorca principal, respectivamente.

CUADRO No. 1 Rendimiento de Grano en Kilos/Ha. y medias de características agronómicas, para 4 ciclos de selección dentro de tres poblaciones tropicales de maíz. Datos combinados de 2 estaciones de cultivo, Poza Rica, 1971.

No. de Trat.	Genealogía	Ciclo	Días a flor	Altura		A c a m e		No. de Mz.		Rend. KG/Ha.	% Sobre Testigo
				P	M	Rafz	Tallo	T.	P.		
1	Tuxpeño Crema I Pl. Baja	C ₀	73	291	161	3.8	2.0	30	13	3691.5	86.6
2	" "	C ₃	71	273	143	3.0	1.8	33	13	3717.6	88.4
3	" "	C ₅	69	248	127	1.8	1.5	35	11	3915.9	92.5
4	" "	C ₇	66	229	114	1.8	1.3	37	12	4286.6	101.4
		\bar{x}	70	260	136	2.6	1.7	34	12	3902.9	92.2
5	Eto Blanco Pl. Baja	C ₀	70	243	128	2.8	1.6	28	13	3618.2	82.6
6	" "	C ₁	67	238	114	2.2	1.5	31	17	3218.5	72.3
7	" "	C ₃	66	228	114	1.9	1.2	35	17	3122.2	71.7
8	" "	C ₆	65	210	100	1.8	1.4	37	16	3415.7	78.7
		\bar{x}	67	230	114	2.2	1.4	33	16	3343.7	76.3
9	(Mix 1 x Col. Gpo. 1) Eto. Bl.	C ₀	69	259	144	2.6	1.8	34	14	3748.7	88.1
10	" "	C ₁	68	246	127	2.2	1.6	34	13	4083.0	95.7
11	" "	C ₂	66	235	117	1.8	1.3	37	15	4497.1	104.3
12	" "	C ₄	65	212	104	1.2	1.4	37	17	4000.1	92.5
		\bar{x}	67	238	123	2.0	1.5	36	15	4082.2	95.2
13	Tuxpeño Cr. 1 SM Inv.	C ₅	72	296	161	3.4	2.0	32	14	3778.6	88.9
14	Eto Blanco SM	C ₅	67	259	129	2.7	1.9	33	15	3400.4	79.6
15	(Mix 1 x Col. Gp. 1) Eto Bl.	C ₈	69	274	145	3.3	1.9	35	15	4042.3	96.5
16	H 507		72	262	147	2.4	1.7	33	11	4270.0	100.0
		\bar{x}	70	273	146	3.0	1.9	33	14	3872.8	91.3

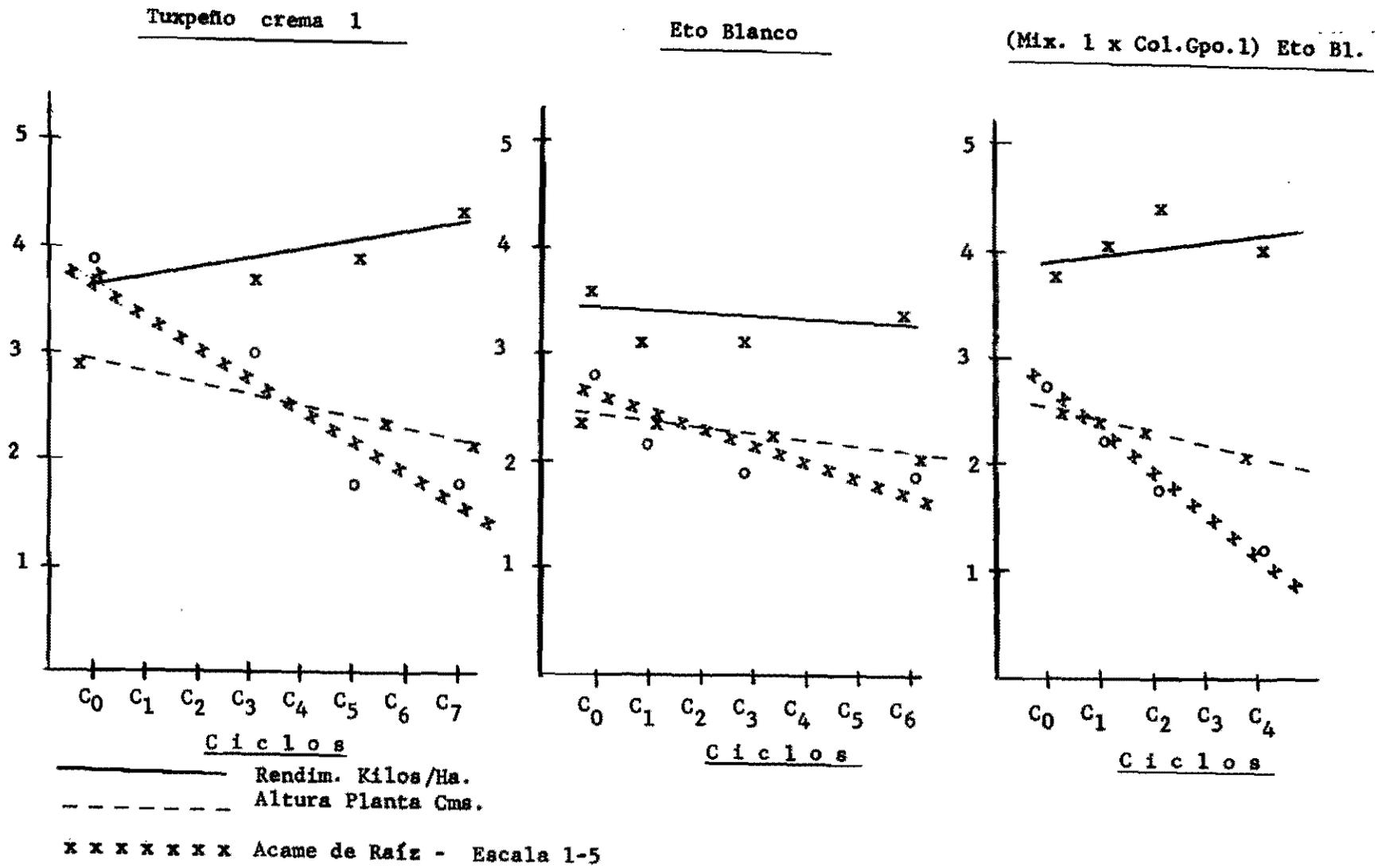
CUADRO No.2 Fuentes de variación, grados de libertad y cuadrados medios para rendimiento altura de planta y acame de raíz en 4 poblaciones de maíz - datos combinados de 2 ciclos de cultivo - Poza Rica 1971.

Fuente de variación	Grados Libertad	Rendimiento	Altura Planta	A c a m e
Años	1	78.35**	9197.07**	1.13N.S.
Reps/Años	6	1.46	500.46	1.17
Poblaciones	3	1045.65**	11687.18**	8.16**
Poblaciones x Años	3	4.91*	417.90N.S.	0.53N.S.
Reps x Pob./Años	18	0.23	233.09	0.40
Ciclos en Pob. 1	3	0.51N.S.	5938.54*	7.65**
Ciclos en Pob. 2	3	0.33N.S.	1667.71**	1.80*
Ciclos en Pob. 3	3	0.66N.S.	4855.21**	3.28**
Ciclos en Pob. 4	3	0.94*	2235.42**	0.77N.S.
Ciclos x Años en Pob. 1	3	0.06N.S.	338.02N.S.	0.11N.S.
Ciclos x Años en Pob. 2	3	0.29N.S.	185.42N.S.	0.30N.S.
Ciclos x Años en Pob. 3	3	0.26N.S.	127.08N.S.	0.74N.S.
Ciclos x Años en Pob. 4	3	0.17N.S.	127.08N.S.	0.11N.S.
Reps x ciclos/años en Pob.1	18	0.26	1774.20	0.43
Reps x ciclos/años en Pob.2	18	0.45	273.79	0.39
Reps x ciclos/años en Pob.3	18	0.48	919.97	0.24
Reps x ciclos/años en Pob.4	18	0.22	134.72	0.40

* Significativo al 5%

** Significativo al 1 %

FIGURA 1. Respuesta a selección para altura de planta y sus efectos en rendimiento de grano y acame de raíz en 3 poblaciones de maíz.



Acame de raíz y de tallo fueron tomados de acuerdo a escala 1-5 (1-0.0% acame; 5-100.0% acame). Datos de rendimiento fueron tomados en kilos y décimos de kilo por parcela y fueron corregidos por por ciento de humedad y número de plantas cosechadas. Datos promedios por población y por ciclos dentro de cada población fueron calculados para todos los datos obtenidos. Análisis de variancia fueron calculados solamente para rendimiento, altura de planta y acame de raíz, por ser estos los caracteres que más interesan. Estos análisis de variancia se calcularon para los datos combinados de dos ciclos de siembra.

RESULTADOS :

Los datos para caracteres agronómicos y de rendimiento promediados sobre años para poblaciones se encuentran en el cuadro No. 1. La fuente de variación, grados de libertad y cuadrados medios del análisis de variancia para rendimiento, altura de planta y acame de raíz se encuentran en el cuadro No. 2. La representación gráfica de respuestas a selección para altura de planta y sus efectos colaterales sobre rendimiento y acame de raíz se enseñan en la figura No. 1. En el cuadro No. 3 se presentan las diferencias entre el ciclo original y el último ciclo de selección para los caracteres medidos.

Cuadro No. 3. Diferencias entre el ciclo original y el último ciclo para diversos caracteres

P O B L A C I O N	Días a flor	Altura		Acame		Kg/Ha.
		P	M	R	R	
Tuxpeño Crema 1	-7	-62	-47	-2.0	-0.7	- 595.1
Eto Bl.	-5	-33	-28	-1.0	-0.2	- 202.5
(Mix. 1 x Col.Gpo.1) Eto Bl.	-4	-47	-47	-1.4	-0.4	- 251.3

El análisis de variancia para rendimiento indica diferencias altamente significativas entre poblaciones y diferencias al 5% de probabilidades para la interacción poblaciones x años. (Cuadro No. 2). No se encontraron diferencias significativas para ciclos dentro de poblaciones excepto para la cuarta población formada por testigos. No se encontraron diferencias significativas para la interacción años x ciclos en ninguno de los casos.

El análisis de variancia para altura de planta muestra diferencias altamente significativas entre poblaciones y para ciclos dentro de poblaciones. Las interacciones de poblaciones x años y ciclos x año en poblaciones no son significativas. El análisis de variancia para el carácter acame de raíz muestra características similares a los de altura de planta.

Las diferencias entre poblaciones y entre ciclos dentro de poblaciones son altamente significativas, excepto para la cuarta población (testigos). No se encontraron diferencias significativas para las interacciones de poblaciones x años o ciclos x años dentro de poblaciones.

Coefficientes de correlación fenotípica fueron calculados para pares de variables que incluyen: rendimiento (X_1), altura de Planta (X_2) y acame (X_3).

$$X_1 X_2 = 0.018$$

$$X_1 X_3 = -0.14$$

$$X_2 X_3 = 0.91^{**}$$

Coefficientes de regresión para rendimiento (X_1), altura de planta (X_2), y acame de raíz (X_3) sobre ciclos (y) fueron calculados para cada una de las poblaciones como sigue:

P o b l a c i ó n	by X_1	by X_2	by X_3
	Kg/Ha	Cms.	escala 1-5
Tuxpeño Crema 1	82.06	-9.04	-0.31
Eto blanco	-17.01	-5.5	-0.15
(Miz. 1 x Col.Gpo.1) Eto bl.	57.37	-11.66	-0.35

D I S C U S I O N

El análisis de variancia para altura de planta (cuadro No. 2) y los medios para ciclos dentro de poblaciones (cuadro No. 3) indican que el método de selección para modificar la altura de la planta en las tres poblaciones ha sido efectivo. Robinson et al (1949 y 1955) y Lindsey et al (1962) encontraron que la variancia genética aditiva para este carácter es alta y que los valores de heredabilidad son también altos. Los drásticos cambios en altura de planta confirman la presencia de una considerable variancia aditiva en las tres poblaciones estudiadas. Estos resultados corroboran lo reportado por los investigadores arriba mencionados. Por otra parte, están en desacuerdo con lo encontrado por Gamble (1962) quien concluye que los efectos de genes para altura de planta son de tipo dominante y epistático principalmente. La consistencia de la ausencia de significancia para la interacción "ciclos x años" en poblaciones, encontradas en el presente estudio, reflejan el alto valor de heredabilidad para este carácter y corroboran los resultados encontrados por Lindsey et al (1962). Variancias aditivas juegan un papel importante en procesos de selección, y la magnitud de las mismas es un factor definitivo en el progreso que se pueda alcanzar para modificar un carácter dado.

Se podría argüir que los rápidos progresos alcanzados para modificar la altura de planta, se han realizado a expensas de aumentar el coeficiente de endocrina en las poblaciones sometidas a selección. Probablemente esto no ha ocurrido ya que la presión de selección ha sido de alrededor de 30%. Por otra parte, la consistencia en el mantenimiento de rendimiento a través de ciclos de selección para las tres poblaciones no reflejan ningún síntoma de depresión por endocrina.

Evidentemente la eficiencia de la selección varía de acuerdo con la población. Tuxpeño Crema 1 y (Mis. 1 x Col. Gpo. 1) etc respondieron mejor que Eto blanco al proceso de selección (Cuadros 1 y 3, figura 1). Sin embargo en los tres casos las respuestas a selección han sido lineales. Estas observaciones sugieren que progresos futuros se puedan esperar para reducir aún más la altura de planta.

La modificación de altura de planta aparentemente no ha influido en la capacidad de rendimiento de las poblaciones. Los efectos colaterales de altura de planta sobre rendimiento son mínimos y no significativos, como se puede observar en el análisis de variancia para rendimiento (cuadro 2). Las diferencias entre ciclos dentro de poblaciones son pequeñas y no significativas. Estas diferencias son erráticas sobre la media y pueden atribuirse a errores de muestreo. Además, una comparación de las medias de cada población con sus respectivos testigos (población 4, Cuadro No. 1) confirman esta observación. Los resultados encontrados aquí no se ajustan a lo reportado por Lindsey et al (1962) y otros investigadores, en el sentido de que existen correlaciones genéticas altas entre altura de planta y rendimiento. Esta discrepancia de resultados se puede atribuir a que dichas correlaciones genéticas varían de población a población.

Las correlaciones fenotípicas para rendimiento y altura de planta calculadas para este experimento son muy bajas. Estos resultados se pueden expresar si se toma en cuenta que el rendimiento no ha sido modificado a través de los varios ciclos de selección. A juzgar por los resultados encontrados, no existe acción pleiotrópica de genes que afecten el rendimiento y altura de planta simultáneamente, o por lo menos, los datos obtenidos no han sido suficientemente críticos para detectar dicho tipo de acción génica en las poblaciones estudiadas. Por otra parte, existe la posibilidad de que parte de los genes que afectan altura de planta sean independientes de aquellos que afectan rendimiento y que el proceso de selección haya operado solamente sobre los primeros.

Los efectos colaterales de modificación de altura sobre "acame de raíz" son obvios (Cuadros 1 y 3, figura 1). El análisis de variancia para este carácter muestra que las diferencias entre ciclos dentro de poblaciones son altamente significativas. La reducción de la altura de planta ha traído consigo una reducción drástica en el índice de acame y ésta ha sido consistente en las tres poblaciones. El coeficiente de correlación para estos dos caracteres ha sido alto y positivo (0.91**). Esta reducción en el índice de acame se debe a la reducción de altura de planta "per se". Sin embargo, se debe añadir que durante el proceso de selección se prestó alguna atención a este carácter. La reducción en el índice de acame fue mayor en los primeros ciclos de selección que en los últimos. Sin embargo, se debe añadir

que dichos índices tienen el defecto de no reflejar con precisión cambios o curridos en los límites superior e inferior de la escala. Es evidente que lecturas en términos de valores absolutos mostrarían un cuadro más real de la modificación de este carácter.

Finalmente se debe hacer notar que la reducción en la altura de planta ha afectado los caracteres de días a floración y altura de mazorca (Cuadros 1 y 3). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Smith (1909) y Lindsey et al (1962). La reducción de la altura de planta ha reducido el pe riodo de floración en las tres poblaciones. De igual modo la mazorca se halla localizada a menor altura en la planta en los ciclos de selección más avanza dos.

LITERATURA CITADA

- Robinson H. F., R. E. Comstock & P.H. Harvey. 1949 Estimated of heretability and degree of dominance in corn. Agron. J.41: 353-359
- Smith L.H., 1909. The effects of selection upon certain physical characters of the corn plant. Illinois Agr. Expt.Sta. Bul.132.
- Jenkins M.T., 1929. Correlation studies with inbred and crossbred strains of maize. J. Agr. Research 39: 677-721.
- Gamble E.E., 1962. Gene effects in corn (zea mayel) Relative importance of gene effects for plant height and certain component atributes of yield. Canadian J. of Plant Sci. 42: 349-358.
- Robinson H. F., R.F. Comstock & P.H. Harvey. 1955. Genetic variances in open-pollinated varieties of corn. Genetics 40: 45-60.
- Lindsey M.F., Lonquist H.H., & Gardner C.O. 1962. Estimates of genetic varian ces in open-pollinated varieties of corn belt corn. Crop Sc.2: 105-108.

CONTROL DE PLAGAS EN MAIZ Y SORGO EN COLOMBIA

Alfredo Saldarriaga V. 1/

La presente guía es una revisión del Manual de Asistencia Técnica No. 1 (1972), preparado por el Programa Nacional de Entomología, del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Las recomendaciones que se anotan deben entenderse como de carácter general. Los tratamientos sugeridos no necesariamente se ajustan a todas las condiciones y áreas del país. El orden en que aparecen nombrados los productos es arbitrario y en ningún caso significa preferencia u orden de efectividad.

Además de los productos agroquímicos, existen otras formas de controlar o ayudar a combatir las plagas, tales como enemigos naturales, buenas prácticas culturales, utilización de variedades resistentes o tolerantes, medidas legislativas, etc. Con una combinación cuidadosa de todas estas medidas, lo cual constituye el "Control integrado", puede obtenerse un control más satisfactorio de las plagas.

1/ Entomólogo del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira, Colombia.

PLAGAS DEL MAIZ

PLAGAS descripción del daño y/o del insecto	CONTROL		RESTRICCIONES		OBSERVACIONES
	insecticidas y formulación	dosis Kg. i.a./Ha.	toleran- cia ppm.	días	
TROZADORES					
<u>Agrotis epsilon</u>					El mejor control es preventivo: 1) buena preparación del suelo arando y rastrillando tres o cuatro semanas antes de la siembra y rastrillarlo por última vez cuatro a seis días antes de la siembra; 2) en el área donde se tuvo cultivos con infestaciones altas y no hubo rotación del cultivo es buena práctica aplicar el insecticida e incorporarlo con la última rastrillada. Como las poblaciones son variables e impredecibles, observe los campos cuidadosamente cuando el cultivo esté joven y use el insecticida. Como regla gral. aplique cuando encuentre más de 3.5% de plantas trozadas por metro lineal. Dirija la aplicación a la base de las plantas. Haga la aplicación en bandas o sobre el surco.
<u>Spodoptera frugiperda</u>					
<u>Spodoptera ornithogalli</u>					
<u>Prodenia latisfascia</u>	toxafeno E	2-3	7	-	
<u>Spodoptera eridania</u>	toxafeno-DDT E	2,00	7	-	
Gusanos de color negro, gris, café oscuro y aún rojizos, según la especie. Cortan o perforan las plántulas por la base. También se alimentan del follaje. Son de hábitos nocturnos.	aldrín P, E	1-2	0	-	
	carbaryl PM,G	1,5-2,5	5	-	
	triclorfon PS	1,0	-	7	
	heptacloro E	1,0-1,5	0	-	
	toxafeno 5% cebo*	2,0-3,0	7	-	
	Toxafeno-DDT cebo*	2,0-3,0	7	-	
COGOLLERO					
<u>Spodoptera frugiperda</u>					Deben controlarse de preferencia las infestaciones iniciales No aplique toxafeno después de que las plantas tengan más de un metro de altura. No use plantas tratadas con insecticidas para la alimentación de animales
Larvas de color café-verdoso o verde pálido, con franjas oscuras laterales y cabeza moteada con una Y invertida bien marcada. Miden unos 4 cm. cuando están bien desarrolladas. Atacan el cultivo durante casi todo el período vegetativo.	carbaryl PM, G	1,5-2,5	5	-	
	metomyi PM	0,25-0,5	-	-	
	toxafeno-DDT E	1,5-2,0	7	-	
	endosulfán E	1,2-1,5	2	30	
	EPN E	0,5-1,0	3	14	
	carbofuran PM,G	0,75-1,0	0,1	-	
	Phosvel E	1,5-2,0	-	-	
	Cytrolane E	0,5-0,75	-	-	

* Se prepara mezclando 1,00 L de Toxafeno 60 E o toxafeno-DDT 40-20, 4,0 L de agua y 12,5 Kg de salvado Use 20Kg/Ha.

P L A G A S D E L M A I Z

PLAGAS descripción del daño y/o del insecto	CONTROL	RESTRICCIONES			OBSERVACIONES
	insecticidas y formulación	dosis Kg. 1.a/Ha.	toleran cia ppm.	días	época, modo de aplicación y notas
<p>Permanecen ocultos dentro del cogollo. En maíz maduro puede barrenar los tallos y mazorcas. El daño inicial se caracteriza por la aparición de manchas pequeñas y translúcidas como raspaduras en las hojas.</p> <p>A F I D O S</p> <p><u>Rophalosiphum maidis</u> insectos muy pequeños de cuerpo suave, de color verde oscuro, se encuentran entre el cogollo o en las espigas. Poblaciones altas pueden causar daños, especialmente en la época de polinización.</p> <p>G U S A N O D E L A M A Z O R C A</p> <p><u>Heliothis zea</u> El color de las larvas varía en tonalidad desde crema, café claro, verde claro, morado pálido, verde oscuro hasta una coloración casi negra.</p>					<p>Las aplicaciones deben iniciarse cuando observe los primeros daños. Un buen volumen de agua para las formulaciones emulsionables, es muy importante para lograr su penetración al cogollo. Repita las aplicaciones de acuerdo con las infestaciones que observe.</p> <p>Haga las aplicaciones dirigidas al follaje o a las mazorcas cuando observe una población alta que pueda ser dañina. Los áfidos se presentan en la mayoría de las regiones productoras de maíz cuando se utilizan con frecuencia insecticidas que destruyen el buen control biológico que esta plaga tiene.</p> <p>Haga su control sólo en zonas donde su ataque sea fuerte o cuando cultive maíz especialmente de variedades dulces para ser usadas como choclo o mazorcas para la mesa. En algunos años esta plaga es abundante. Se requieren observaciones cuidadosas sobre</p>
	<p>dimetoato E</p> <p>tiometon E</p> <p>malation E</p>	<p>0,1-0,2</p> <p>0,1-0,2</p> <p>0,2-0,3</p>	<p>2</p> <p>-</p> <p>2</p>	<p>15</p> <p>-</p> <p>5</p>	
	<p>carbaryl PM</p> <p>EPN, E</p>	<p>1,5-2,0</p> <p>0,5</p>	<p>5</p> <p>3</p>	<p>-</p> <p>14</p>	

PLAGAS descripción del daño y/o del insecto	CONTROL		RESTRICCIONES		OBSERVACIONES
	insecticidas y formulación	dosis Kg i.a /Ha.	tolerancia p.p.m.	días	
En cada segmento poseen puntos negros bien definidos, formando un trapecio. Se alimentan dentro de la mazorca. Al tiempo de producción de cabellos éstos aparecen cortados. Los huevos se encuentran en forma aislada en los cabellos. El daño más importante es en maíz para consumo como choclo.					la población de adultos y número de huevos para determinar la necesidad de aplicación. Empiece las aplicaciones cuando aparecen los primeros cabellos de la mazorca y repítalas cada cinco días hasta que los cabellos estén secos o de color café.
CUCARRONCITOS DE LAS HOJAS	* carbaryl PM	1,0	5	-	* Para control de adultos.
	** Bux G.	0,75-1,0	0,05	-	Dirija la aplicación al follaje.
Diabrotica spp.	** heptacloro E.	1,0-2,0	0	-	** Para el control exclusivamente de larvas en el suelo.
Los adultos son de color verde pálido a verde amarillento; se alimentan del follaje, espigas y cabellos de la mazorca. Las larvas se encuentran en el suelo, dañan las raíces y con éllo debilitan la planta	** Aldrin E	1,0	0	-	Aplíquelo en bandas, dirigido a la base de las plantas e incorpórelo haciendo un aporque o cultivando inmediatamente.
	*** diazinon G.	1,0	0,75	-	*** Aplíquese solamente en el surco al momento de la siembra. En el Valle del Cauca se ha observado que en siembras muy tardías -de verano- ocurren problemas con las larvas de este insecto. El daño ha sido severo.

PLAGAS	CONTROL		RESTRICCIONES		OBSERVACIONES
	insecticidas y formulación	dosis Kg. i.a. /Ha.	tolerancia p.p.m.	días	
P U L G U I L L A S					
<u>Epitrix</u> spp.					
Cucarroncitos pequeños de color café negro brillante; muy activos, (saltan). Hacen perforaciones en el follaje.	carbaryl PM	1-1,5	5	-	Aplique el follaje cuando observe daño severo de los adultos.
	DDT PM, E.	1,5	7	-	
H O R M I G A L A D R O N A					
<u>Solenopsis</u> sp.					
Hormigas de 0,2-0,4 cm de largo, de color amarillo o rojizo brillante; viven en nidos cubiertos por piedras, desechos u otros objetos en el suelo. Se alimentan de la semilla.	* aldrin P	1 g/Kg. semilla	0	-	* Para tratamiento de semilla al tiempo de la siembra.
	* heptacloro P	1 g/kg semilla	0	-	
M I N A D O R D E L A S H O J A S					
<u>Agromyza parvicornis</u>					
Moscas pequeñas de color negro. Las larvas se alimentan del parénquima permaneciendo protegidas por la epidermis de la hoja. Hacen minas longitudinales. Varias larvas pueden estar dentro de una misma mina.	azinfosmetil E.	0.5	2	15	Aplicar al follaje cuando se observen las primeras minas. Los daños del minador pueden ser graves cuando se presentan en plantas pequeñas. Una sobre dosis del producto puede ser fitotóxica. Tenga cuidado con su uso.

PLAGAS descripción del daño y/o del insecto	CONTROL		RESTRICCIONES		OBSERVACIONES época, modo de aplicación y notas
	insectici- das y for- mulación	dosis Kg. i. a./Ha.	tolerancia p.p.m.	días	

CUCARRON DE
LAS ESPIGAS

Cyclocephala spp.

Las larvas viven en el sue
lo y se alimentan de raíces.
Adultos de 1,2-1,8 cm. de
largo, color habano brillan
te con cabeza negra. Se ali-
mentan en las espigas y co-
gollos.

carbaryl PM,G 1,5

5 -

Aplice al cogollo al momen-
to de aparecer las primeras
espigas y sólo cuando obser-
ve que existen poblaciones
altas de este cucarrón, que
son muy atraídos por la luz
artificial y así podrá de-
terminar su abundancia. Se
han observado poblaciones
altas en la iniciación de
épocas de invierno.

BARRENADOR

DEL TALLO

Diatraea sp.

Véase Sorgo

P L A G A S D E L S O R G O

PLAGAS descripción del daño y/o del insecto	CONTROL		RESTRICCIONES		OBSERVACIONES época, modo de aplicación y notas
	insecticidas y formulación	dosis Kg. i.a./Ha.	tolerancia p.p.m.	días	
T R O Z A D O R E S , T I E R R E R O S					
Agrotis ipsilon Spodoptera spp. Feltia sp.					Los insecticidas clorinados se aplican al suelo antes de la última rastrillada, incorporándolos.
Las larvas de color gris marrón trozan las plántulas a ras del suelo, durante la noche; en el día se esconden en el suelo cerca a la base de la planta. Se enroscan al ser perturbados.	aldrin P, PM, E heptacloro E, PM clordano PM toxafeno G triclorfon SP toxafeno cebo 5% toxafeno-DDT-cebo	1,0-1,5 1,0-1,5 1,0-1,5 toxafeno G 1,0 20* 20*	0 0 0 7 - 7 7	- - - - 7 - -	El cebo se prepara mezclando: toxafeno 60 E o toxafeno-DDT 40-20 1,00 L. Agua 4,00 L. Salvado 12,50 Kg. Aplique el cebo fresco en las horas de la tarde.
C O G O L L E R O					
Spodoptera frugiperda Al iniciarse el ataque se observan áreas traslúcidas y perforaciones; luego las larvas que son de color café claro con puntitos y líneas oscuras, se meten al cogollo, destruyéndolo. Su presencia se nota fácilmente por los excrementos que sacan a la superficie.	carbaryl PM EPN E endosulfán E toxafeno E metomyi PM Cytrolane E.	1,5-2,0 0,5-1,0 1,2-1,5 1,5-2,0 0,4-0,6 1,0-1,5	10 3 2 5 - -	21 14 30 28 - -	Aplique cuando observe hojas con áreas blancas. Use un buen volumen de agua para asegurar una buena penetración del insecticida en el cogollo. Repetir siete a diez días después o dos veces más si es necesario. Ver nota 1.

* Kg. por hectárea

PLAGAS descripción del daño y/o del insecto	CONTROL		RESTRICCIONES		OBSERVACIONES época, modo de aplicación y notas
	insecticidas y formulación	dosia Kg i.a./Ha.	tolerancia p.p.m.	días	
GUSANO DE LA MAZORCA Y DE LOS CABELLOS					
Heliothis zea Larvas de color verde os- curo, café rojizo o café con líneas dorsales y la- terales. Atacan los gr- nos en formación.	mevinfos E carbaryl PM	0,5 1,5	1 10	3 21	aplicar cuando las larvas es- tán pequeñas. Ver notas 1 y 2.
A F I D O S					
Rhopalosiphum maidis Insectos alados o sin alas, con cuerpo blando y color verde, viven en colonias numerosas en los cogollos chupando la savia. Ataques fuer- tes causan debilitamien- to de la planta, cloro- sis y deformación de las hojas.	dimetoato E malation E fosfamidon E tiometon E	0,1-0,2 0,2-0,3 0,1-0,2 0,1-0,2	2 8 - -	- 7 21 -	Pocas veces se justifica una aplicación de insecticidas con- tra esta plaga. El uso de in- secticidas clorinados y carba- matos pueden favorecer el desa- rrollo de poblaciones altas. Ver notas 1 y 2.
P U L G U I L L A S					
Epitrix sp. Systema sp. Las pulguillas del géne- ro Epitrix son cucarrones diminutos de color casi negro; son buenos saltado- res; comen en las hojas de- jando huecos redondos.	carbaryl PM diazinon E EPN E	1,5 1,0 0,4-0,5	10 0,75 3	21 - 14	Rara vez estos insectos consti- tuyen un problema. En siembras tardías las larvas, que se ali- mentan de raíces, causan daño apreciable en el Valle del Cau- ca. Controle los adultos hacien- do aplicaciones al follaje.

FLAGAS	CONTROL		RESTRICCIONES		OBSERVACIONES
descripción del daño y/o del insecto	insecticidas y formulación	dosis Kg. i.a./Ha.	tolerancia p.p.m.	días	época, modo de aplicación y notas
<p>Los Systema son de tamaño algo mayor y su color es pardo oscuro con rayas pardo claras en los <u>é</u>l<u>i</u> <u>t</u>ros.</p>					
<p>M O S C A D E L O V A R I O</p>					
<p>Contarinia sorghicola El ataque de las larvas, que son de color <u>a</u>na<u>r</u>an<u>j</u>ado a rosado, causa: <u>e</u>s<u>p</u>igas <u>e</u>stériles, <u>d</u>esar<u>r</u>o<u>l</u>lo incompleto de la <u>p</u>an<u>o</u>ja y reducción de <u>f</u>ormación de granos. Los <u>g</u>ra<u>n</u>os se observan vacíos y ocupados por las larvas. Los adultos son moscas <u>d</u>i<u>m</u>inutas y frágiles, con las antenas y patas <u>l</u>ar<u>g</u>as, miden de dos a tres <u>m</u>m. y su color es <u>a</u>mar<u>i</u>llo rojizo oscuro.</p>	<p>carbaryl PM naled E</p>	<p>1,5 0,25-0,3</p>	<p>10 -</p>	<p>21 4</p>	<p>La aplicación de insecticidas es preventiva y debe hacerse antes del comienzo de la <u>f</u>loración. Las larvas emasculan los ovarios e <u>i</u>mpiden la <u>f</u>ormación del grano.</p> <p>Como controles culturales se recomienda destruir socas y eliminar malezas hospedantes, especialmente el pasto Johnson. También se <u>r</u>ecom<u>e</u>nda evitar las siembras <u>e</u>scal<u>o</u>nadas.</p>
<p>B A R R E N A D O R D E L T A L L O</p>					
<p>Diatraea sp. Larvas de color blanco</p>					<p>No existen insecticidas que</p>

PLAGAS descripción del daño y/o del insecto	CONTROL		RESTRICCIONES		OBSERVACIONES
	insecticidas y formulación	dosís Kg. i. a./Ha.	tolerancia p.p.m.	días	
sucio, con puntos negros. Barrenan los tallos, causando debilitamiento de las plantas. Empupan en el tallo y éste puede quebrarse fácilmente por los huecos de salida de las polillas.					control mayor del 50%, lo que hace antieconómica la aplicación. En zonas como los Llanos Orientales, donde ocurren poblaciones muy altas, en el segundo semestre, se recomienda no sembrar sorgo, ni otros hospedantes de la plaga.
POLILLAS DE LA PANOJA					
Celama sorghiella Sitotroga cerealella Ambos géneros se alimentan de los granos, destruyéndolos. Las larvas de Celama son muy peludas y se observan en grupos en la panoja, la cual envuelven en una especie de telaraña. Las larvas de Sitotroga son de color crema, y su presencia se observa por los excrementos, que quedan adheridos entre los granos.	carbaryl PM mevinfos E naled E	1,5 0,5 0,25-0,4	10 1 -	21 3 4	Aplique tan pronto observe la infestación. Ambas especies atacan los granos en forma - ción y el Sitotroga sigue desarrollándose en las bodegas. Ver nota 2. NOTA 1. No haga aplicaciones de insecticidas en la época de floración; la mayoría de los insecticidas son fitotóxicos en este período. NOTA 2. El mevinfos y fosfamidón sólo deben ser aplicados por un operador entrenado.

PARASITOS, PREDADORES Y ORGANISMOS ENTOMOFAGOS DE PLAGAS DEL MAIZ
Y SORGO EN COLOMBIA

Alfredo Saldarriaga V.^{1/}

La entomología moderna reconoce que el control biológico es uno de los campos más promisorios para el contrarresto de plagas. Al respecto existen varios casos, espectaculares algunos, que indican el éxito o la ayuda en la prevención de daño en la agricultura.

Los resultados de planes de control biológico, como parte fundamental en aquellos de control integrado, dependen en primer lugar, de un conocimiento amplio de la entomofauna natural de cada región y aún en mayor grado de otros países, para utilizarlos en otros sitios. Aunque sería deseable poder presentar a esta reunión una información cuantitativa sobre evaluación de densidades, abundancia y biología de las distintas especies, ésto es posible por cuanto no se han realizado en forma completa estos estudios. Pensamos que el reconocimiento e identificación de algunas de las especies benéficas constituye un adelanto fundamental, base para iniciación de estudios cuidadosos y serios en programas de contrarresto de plagas.

El autor presenta esta información a nombre del grupo de técnicos que durante varios años han laborado en el Programa de Entomología, Instituto Colombiano Agropecuario, ICA y quienes en una forma u otra han realizado reconocimientos y efectuado colecciones para identificación taxonómica

^{1/} Entomólogo del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Centro Nal. de Investigaciones Agropecuarias Palmira, Colombia.

de insectos y patógenos que se alimentan de plagas del cultivo de maíz y sorgo.

TABLA 1. Parásitos, predadores y patógenos hallados afectando plagas de maíz y sorgo en Colombia

INSECTO HUESPED (PLAGA)	ORGANISMO BENEFICO
<u>Agrotis ipsilon</u> (Hugnagel)	<u>Gonia</u> sp. cerca <u>lineata</u> Mac. (Tachinidae)
	<u>Incamiya</u> sp. cerca <u>cuzcensis</u> (Townsend) (Tachinidae)
	<u>Archytas</u> sp. (Tachinidae)
	<u>Meteorus</u> sp. (Braconida)
	<u>Eucelatoria armigera</u> (Tachinidae)
	<u>Zelus</u> sp. (Reduviidae)
	<u>Rasahus hamatus</u> (F.) (Reduviidae)
<u>Diatraea saccharalis</u> (Fabricius)	<u>Calosoma granulatum</u> (Carabidae)
	<u>Polistes versicolor</u> (Vespidae)
	<u>Zelus longipes</u> (Reduviidae)
	<u>Agatis stigmaterus</u> (Cresson) (Braconidae)
	<u>Trichogramma perkinsi</u> Girault (Trichogrammatidae)
	<u>Trichogramma</u> sp. (Trichogrammatidae)
	<u>Telenomus</u> sp. (Scelionidae)
	<u>Jaynesleskia jaynesi</u> (Aldrich) (Tachinidae)
	<u>Paratheresia charipalpis</u> Wolp. (")
	<u>Ipobracon rimac</u> Walc. (Braconidae)
	<u>Apanteles diatraea</u> Muesebeck (Braconidae)
	<u>Trichogramma fasciatum</u> (Trichogrammatidae)
	<u>Trichogramma minutum</u> Riley "
	<u>Trichogramma semifumatum</u> (Trichogrammatidae)

INSECTO HUESPED (PLAGA)

ORGANISMO BENEFICO

INSECTO HUESPED (PLAGA)	ORGANISMO BENEFICO
<u>Spodoptera frugiperda</u> (E.J.Smith)	<u>Polybia occidentalis</u> (Oliv.)(Vespidae)
	<u>Euplectrus</u> sp. (Eulophidae)
	<u>Chelonus toxanus</u> (Gresson (Braconidae)
	<u>Meteorus laphygmae</u> Viereck(Braconidae)
	<u>Winthemia rufopicta</u> (Bigot)(Tachinidae)
	<u>Winthemia</u> sp. posible
	<u>sinuata</u> (Tachinidae)
	<u>Achaetoneura</u> sp. (Tachinidae)
	<u>Incamyia</u> sp. (Tachinidae)
	<u>Spicaria rileyi</u> (Farlow) (Moniliales)
	<u>Polistes cornifer</u> (Vespidae)
	<u>Stelopolybia areata</u> (Vespidae)
<u>Spodoptera</u> sp.	<u>Euplectrus plathypenae</u> How(Eulophidae)
	<u>Corcelia reclinata</u> (Tachinidae)
	<u>Winthemia</u> sp. (Tachinidae)
	<u>Meteorus laphygmae</u> Viereck(Braconidae)
	<u>Microcharops</u> sp. (Chalcidae)
	<u>Rasahus hamatus</u> (F.) (Reduviidae)
<u>Heliothis</u> spp.	<u>Euplectrus plathypenae</u> How (Eulophidae)
	<u>Trichogramma</u> sp. (Trichogrammatidae)
	<u>Cardiochiles nigriceps</u> (Braconidae)
	<u>Spicaria rileyi</u> (Farlow) (Moniliales)
	<u>Winthemia rufopicta</u> (Bigot)(Tachinidae)
	<u>Eucelatoria armigera</u> (Gog.)(Tachinidae)
	<u>Rogas</u> sp. (Braconidae)

INSECTO HUESPED (PLAGA)

ORGANISMO BENEFICO

INSECTO HUESPED (PLAGA)	ORGANISMO BENEFICO
	<u>Geocoris punctipes</u> Say (Lygaeidae)
	<u>Orius insidiosus</u> (Say) (Anthoridae)
	<u>Nabis</u> sp. (Nabidae)
	<u>Zelus</u> sp. (Reduviidae)
	<u>Rasahus hamatus</u> (F.) (Reduviidae)
	<u>Coloemegilla maculata</u> DeG (Coccinellidae)
	<u>Hippodamia convergens</u> (Coccinellidae)
	<u>Polistes canadensis</u> Lin. (Vespidae)
	<u>Polistes cornifer</u> (Vespidae)
	<u>Stelopolybia areata</u> (Vespidae)
	<u>Parachartegus apicalis</u> F. (Vespidae)
	<u>Polybia similis</u> (Vespidae)
	<u>Monomix nepaeformis</u> Fab. (Gelastocoridae)
	<u>Calosoma granulatum</u> (Carabidae)
	<u>Brachyscantha bistrisulcata</u> (Fab.) (Coccinellidae)
<u>Ropalosiphum maidis</u> (Fitch)	<u>Baccha</u> sp. posible <u>teneral</u> (Syrphidea)
	<u>Mesograpta polita</u> (Say) (Syrphidae)
	<u>M. hitidiventris</u> (Hull) (Syrphidae)
	<u>Allograpta oblicua</u> (Say) (Syrphidae)
	<u>A. exotica</u> (Wiedemann) (Syrphidae)
	<u>Leucopis</u> sp.
	<u>Cycloneda sanguinea</u> L. (Coccinellidae)

INSECTO HUESPED (PLAGA)	ORGANISMO BENEFICO
	<u>Hippodamia convergens</u> Guer. (Coccinellidae)
	<u>Ceratomegilla fuscilabris</u> (Coccinellidae)
	<u>Agia orgibera</u>
	<u>Scymnus</u> sp.
	<u>Chrysopa</u> sp.

INSECTOS DAÑINOS Y OTRAS PLAGAS DEL MAIZ Y SORGO EN COLOMBIA

Alfredo Saldarriaga V.^{1/}

En la presentación y clasificación de las especies consideradas en este informe el autor ha usado la publicación "Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia" (1970), complementándola con los reconocimientos e identificaciones realizadas, desde 1970 hasta el presente, por el grupo de técnicos que laboran en el Programa de Entomología del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA.

Aunque varias de las especies incluidas en la lista pueden ser de naturaleza accidental en los cultivos de maíz y sorgo, no puede olvidarse que el alimento para los insectos está cambiando continuamente y que las posibilidades de convertirse en problemas de importancia económica aumentan con el tiempo. También es cierto que una lista de insectos plagas es de gran importancia para los Investigadores. Además es entendido, por la razón antes expuesta, que nunca se tendría certeza de haberse completado la lista de insectos de un cultivo.

Los insectos pueden emigrar o ser importados de un país a otro y una vez establecidos en áreas nuevas pueden llegar a constituirse en problemas más serios que aquellos del lugar de origen; este es otro aspecto de la importancia que tiene el conocimiento de los enemigos de los cultivos en cualquier parte del mundo.

La lista fue realizada de acuerdo con una clasificación taxonómica, el nombre común mas empleado en Colombia, el estado del insecto causante del daño y su relación con la planta, a fin de indicar la fuente principal de alimento en el cultivo.

^{1/} Entomólogo del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Centro Nal. de Investigaciones Agropecuarias Palmira, Colombia.

M A I Z (Zea mays L.)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTADO CAUSANTE DEL DAÑO	HABITO
C L A S E I N S E C T A			
O R D E N O R T H O P T E R A			
FAMILIA ACRIDIDAE			
<u>Osmilia flavolineata</u> DeGeer	Langostín de gramíneas	Adulto y ninfa	masticador follaje
<u>Schistocerca impleta</u> Walker	Langosta sedentaria	Adulto y ninfa	Masticador follaje
<u>Schistocerca paranensis</u> (Burm)	Langosta migratoria	Adulto y ninfa	Masticador follaje
FAMILIA GRYLLIDAE			
<u>Gryllus assimilis</u> Fabricius	Grillo negro	Adulto y ninfa	Masticador follaje
FAMILIA GRYLLOTALPIDAE			
<u>Gryllotalpa hexadactyla</u> Perty	Verraquito de tierra	Adulto y ninfa	Masticador follaje
<u>Scapteriscus didactylus</u> (Latreille)	Verraquito de tierra	Adulto y ninfa	Masticador follaje
O R D E N T H Y S A N O P T E R A			
FAMILIA TRIPIDAE			
<u>Frankliniella tritici</u> (Fitch)	Trips, negritos	Adulto y ninfa	Chupador flores
<u>Frankliniella williamsi</u> Hood	Trips de tierra fría	Adulto y ninfa	Chupador flores
O R D E N H E M I P T E R A			
FAMILIA MIRIDAE			
<u>Collaria oleosa</u> Distant	Chinche chupadora	Adulto y ninfa	Chupador flores

INSECTOS DAÑINOS Y OTRAS PLAGAS DEL MAIZ Y SORGO EN COLOMBIA

Alfredo Saldarriaga V.^{1/}

En la presentación y clasificación de las especies consideradas en este informe el autor ha usado la publicación "Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia" (1970), complementándola con los reconocimientos e identificaciones realizadas, desde 1970 hasta el presente, por el grupo de técnicos que laboran en el Programa de Entomología del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA.

Aunque varias de las especies incluidas en la lista pueden ser de naturaleza accidental en los cultivos de maíz y sorgo, no puede olvidarse que el alimento para los insectos está cambiando continuamente y que las posibilidades de convertirse en problemas de importancia económica aumentan con el tiempo. También es cierto que una lista de insectos plagas es de gran importancia para los Investigadores. Además es entendido, por la razón antes expuesta, que nunca se tendría certeza de haberse completado la lista de insectos de un cultivo.

Los insectos pueden emigrar o ser importados de un país a otro y una vez establecidos en áreas nuevas pueden llegar a constituirse en problemas más serios que aquellos del lugar de origen; este es otro aspecto de la importancia que tiene el conocimiento de los enemigos de los cultivos en cualquier parte del mundo.

La lista fue realizada de acuerdo con una clasificación taxonómica, el nombre común mas empleado en Colombia, el estado del insecto causante del daño y su relación con la planta, a fin de indicar la fuente principal de alimento en el cultivo.

1/ Entomólogo del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Centro Nal. de Investigaciones Agropecuarias Palmira, Colombia.

M A I Z (Zea mays L.)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTADO CAUSANTE DEL DAÑO	HABITO
C L A S E I N S E C T A			
O R D E N O R T H O P T E R A			
FAMILIA ACRIDIDAE			
<u>Osmilia flavolineata</u> DeGeer	Langostín de gramíneas	Adulto y ninfa	masticador follaje
<u>Schistocerca implata</u> Walker	Langosta sedentaria	Adulto y ninfa	Masticador follaje
<u>Schistocerca paranensis</u> (Burm)	Langosta migratoria	Adulto y ninfa	Masticador follaje
FAMILIA GRYLLIDAE			
<u>Gryllus assimilis</u> Fabricius	Grillo negro	Adulto y ninfa	Masticador follaje
FAMILIA GRYLLOTALPIDAE			
<u>Gryllotalpa hexadactyla</u> Perty	Verraquito de tierra	Adulto y ninfa	Masticador follaje
<u>Scapteriscus didactylus</u> (Latreille)	Verraquito de tierra	Adulto y ninfa	Masticador follaje
O R D E N T H Y S A N O P T E R A			
FAMILIA TRIPIDAE			
<u>Frankliniella tritici</u> (Fitch)	Trips	Adulto y ninfa	Chupador flores
<u>Frankliniella williamsi</u> Hood	Trips de tierra fría	Adulto y ninfa	Chupador flores
O R D E N H E M I P T E R A			
FAMILIA MIRIDAE			
<u>Collaria oleosa</u> Distant	Chinche chupadora	Adulto y ninfa	Chupador flores

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTADO CAUSANTE DEL DAÑO	HABITO
FAMILIA PYRRHOCORIDAE			
<u>Largus</u> sp.	Chinche del cogollo	Adulto y ninfa	Chupador follaje
<u>Dyadercus</u> sp.		Adulto y ninfa	Chupador
ORDEN HOMOPTERA			
FAMILIA CERCOPIIDAE			
	Mi6n, salivita		
<u>Aeneolamia varia</u> (Fabricius)	Mi6n, salivita	Adulto y ninfa	Chupador follaje
FAMILIA CICADELLIDAE			
	Saltahojas		
<u>Dalbulus maidis</u> (DeLong & Wolcott)	Cigarrita amarilla del maiz	Adulto y ninfa	Chupador flores
<u>Metascarta impressifrons</u> (Signoret)	Cigarrita verde	Adulto y ninfa	Chupador follaje
FAMILIA APHIDIDAE			
	Afidos, pulgones		
<u>Rhopalosiphum maidis</u> (Fitch)	Pulg6n	Adulto y ninfa	Chupador flores
FAMILIA COCCIDAE			
	Escamas		
<u>Saissetia coffeae</u> (Walker)	Escama caf6	Adulto y ninfa	Chupador follaje
<u>Ceroplastes</u> sp.	Cochinilla de cera	Adulto y ninfa	Chupador follaje
ORDEN LEPIDOPTERA Mariposas y polillas			
FAMILIA NOCTUIDAE			
	Polillas nocturnas		
<u>Agrotis ipsilon</u> (Hufnagel)	Trozador negro	Larva	Trozador pl6ntulas
<u>Dargida grammivora</u> Triet.	Cogollero verde de clima frio	Larva	Masticador cogollos
<u>Heliothis zea</u> (Boddie)	Gusano de la mazorca del maiz	Larva	Masticador mazorca

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTADO CAUSANTE DEL DAÑO	HABITO
<u>Spodoptera frugiperda</u> (J.E. Smith)	Gusano cogollero Gusano ejército	Larva	Masticador cogollos trozador follaje
<u>Prodenia latifascia</u> Walker	Gusano tierrero	Larva	Masticador follaje Trozador plantas
<u>Spodoptera ornithogalli</u> Guenée	Gusano tierrero	Larva	Masticador follaje Trozador plantas
<u>Spodoptera eridania</u> (Guenée)	Gusano tierrero	Larva	Trozador plántulas
<u>Copitarsia consueta</u> (Walker)	Gusano de las hojas	Larva	Masticador follaje
FAMILIA AMATIDAE			
<u>Cyanopepla submaculata</u> Walker	Gusano de las hojas del maíz tierno	Larva	Masticador follaje tierno
FAMILIA ARCTIIDAE			
<u>Halisidota</u> sp.	Gusano peludo	Larva	Masticador follaje
<u>Halisidota schausi</u> (Roths)	Gusano peludo	Larva	Masticador follaje
FAMILIA PYRALIDAE			
<u>Diatrea lineolata</u> Walker	Barreno del tallo	Larva	Barrenador tallo
<u>Diatrea zeacolella</u> Dyar	Barreno del tallo	Larva	Barrenador tallo
<u>Diatrea saccharalis</u> (Fabricius)	Barreno del tallo	Larva	Barrenador tallo
FAMILIA TORTRICIDAE			
<u>Argyrotaenia</u> sp.		Larva	Masticador mazorca

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTADO CAUSANTE DEL DAÑO	HABITO
FAMILIA COSMOPTERYGIDAE			
<u>Pyroderces</u> sp.	Gusanito rosado del maiz	Larva	Masticador mazorca
FAMILIA GELECHIIDAE			
<u>Sitotroga cerealella</u> (Oliver)	Polilla de Angoumois	Larva	Masticador mazorca
<u>Dichomeris</u> sp.	Gusanito de la mazorca	Larva	Masticador
ORDEN COLEOPTERA			
FAMILIA ELATERIDAE			
<u>Aeolus</u> sp.	Gusanos alambres de las raices	Larva	Masticador raices
<u>Chalcolepidius fabricii</u> Erichson	Gusano alambre del maiz	Larva	Masticador raices
FAMILIA NITIDULIDAE			
<u>Carpophilus</u> sp.	Cucarrencitos de la mazorca	Adulto	Masticador mazorca
<u>Celopterus</u> sp.	Cucarrencitos de la mazorca	Adulto	Masticador mazorca
FAMILIA SCARABAEIDAE -DYNASTINAE			
<u>Eustheola bidentata</u> (Burmeister)	Cucarrencito de la raiz	Adulto y larva	Masticador plantas
<u>Cyclocephala ruficollis</u> Burmeister	Cucarrón de los cogollos	Adulto y larva	Masticador follaje
<u>Podischnus agenor</u> Oliver	Cucarrón del invierno	Adulto	Masticador flores
<u>Ancognatha scarabaeoides</u> Burmeister	Chisa, mojoyoy	Larva	Masticador raices
<u>Heterogomphus</u> sp.	Chisa	Adulto	Masticador mazorca

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTADO CAUSANTE DEL DAÑO	HABITO
FAMILIA SCARABAEIDAE - CETONIINAE			
	Escarabajos		
<u>Cymnetis pantherina</u> Blanchard	Cucarrón del fruto maduro	Adulto	Masticador follaje
FAMILIA SCARABAEIDAE - MELOLONTHINAE			
	Escarabjos		
<u>Macroductylus tenuilineatus</u> Guérin	Frailecillo de los cabellos del maíz	Adulto	Masticador flores
<u>Macroductylus</u> sp.	Frailecillo	Adulto	Masticador flores
FAMILIA CHRYSOMELIDAE			
<u>Ceratomya</u> spp.	Cucarroncito de las hojas	Adulto	Masticador follaje
<u>Chaetocnema</u> sp.	Pulguilla negra grande	Adulto	Masticador follaje
<u>Diabrotica adonis</u> Baly	Cucarroncito de las hojas	Adulto	Masticador follaje
<u>Diabrotica grammivora</u> Triet	Cucarroncito de las hojas	Adulto	Masticador follaje
<u>Diabrotica speciosa</u> Germar	Cucarroncito de las hojas	Adulto	Masticador follaje
<u>Diabrotica balteata</u> LeConte	Cucarroncito de las hojas	Adulto	Masticador follaje
<u>Diabrotica vittata</u> Fabricius	Cucarroncito de las hojas	Adulto	Masticador follaje
<u>Diabrotica viridula</u> Fabricius	Cucarroncito de las hojas	Adulto	Masticador follaje
<u>Diabrotica</u> spp.	Cucarroncitos de las hojas	Adulto	Masticador follaje
<u>Colaspis</u> sp. posible <u>lebasii</u>	Saltador brillante	Adulto	Masticador follaje
<u>Epitrix</u> sp.	Pulguilla negra	Adulto	Masticador Follaje
<u>Diabrotica</u> sp. cerca <u>limitata</u> (Sahlberg)	Cucarroncito de las hojas	Adulto	Masticador flores
FAMILIA CURCULIONIDAE			
<u>Sitophilus oryzae</u> (Linneus)	Gorgojo del arroz	Adulto y larva	Masticador mazorca

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTADO CAUSANTE DEL DAÑO	HABITO
ORDEN HYMENOPTERA	Avispas, abejas, hormigas		
FAMILIA FORMICIDAE	Hormigas		
<u>Atta sexdens</u> (Linneus)	Hormiga arriera	Adulto	Cortadora follaje
Atta sp.	Hormigas arrieras	Adulto	Cortadora follaje
<u>Solenopsis</u> spp.	Hormigas de la semilla en el campo	Adulto	Cortadora follaje
ORDEN DIPTERA	Moscas, mosquitos		
FAMILIA AGROMYZIDAE	Moscas minadoras		
<u>Agromyza parvicornis</u> (Fitch)	Gusano minador	Larva	Minador follaje
FAMILIA ANTHOMYIIDAE			
Hylemia sp.	Gusano de las semillas	Larva	Masticador semillas germinadas.
FAMILIA OTITIDAE			
<u>Euxesta leucomelaena</u> (Walker)	Mosca de alas pintadas	Larva	Masticador mazorca

S O R G O (Sorghum vulgare L.)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTADO CAUSANTE DEL DAÑO	HABITO
CLASE INSECTA			
ORDEN HEMIPTERA			
FAMILIA PENTATOMIDAE			
<u>Oebalus griseus</u> (Sailer)	Chinche	Adulto y ninfa	Chupador panoja
FAMILIA COREIDAE			
<u>Leptoglossus zonatus</u> (Dallas)	Chinche	Adulto y ninfa	Chupador panoja
ORDEN HOMOPTERA			
FAMILIA CICADELLIDAE			
<u>Typhlocybella minima</u> Baker	Cigarrita	Adulto y ninfa	Chupador follaje
FAMILIA MARGARODIDAE			
<u>Margarodes</u> sp.	Perla de tierra	Adulto y ninfa	Chupador follaje
FAMILIA FULGORIDAE			
FAMILIA APHIDIDAE			
<u>Silpha flava</u> Forbes	Pulgón amarillo	Adulto y ninfa	Chupador follaje
<u>Rhopalosiphum maidis</u> (Fitch)	Pulgón	Adulto y ninfa	Chupador follaje
<u>Aphis gramineum</u>	Pulgón	Adulto y ninfa	Chupador follaje

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTADO CAUSANTE DEL DAÑO	HABITO
ORDEN LEPIDOPTERA	Mariposas y polillas		
FAMILIA NOLIDAE			
<u>Celama sorghiella</u> (Riley)	Gusano telarañero	Larva	Masticador panoja
FAMILIA NOCTUIDAE			
<u>Agrotis ipsilon</u> (Hufnagel)	Trozador negro	Larva	Trozador plantas jóvenes
<u>Heliothis zea</u> (Boddie)	Gusano de la mazorca y del cabello	Larva	Masticador panoja, cogollos
<u>Spodoptera frugiperda</u> (J.E. Smith)	Gusano cogollero	Larva	Masticador panoja, cogollos.
FAMILIA PYRALIDAE			
<u>Diatraea saccharalis</u> (Fabricius)	Gusano perforador del tallo	Larva	Barrenador tallo
<u>Diatraea</u> spp.	Perforador tallo	Larva	Barrenador tallo
<u>Elasmopalpus lignosellus</u> (Zeller)	Barrenador tallo	Larva	Barrenador tallo
FAMILIA COSMOPTERYGIDAE			
<u>Sathrabrota rileyi</u> (Wlsm.)		Larva	
<u>Pyroderces</u> sp.	Gusanito rosado	Larva	Perforador granos campo
FAMILIA GEOMETRIDAE			
<u>Pleuroprucha asthenaria</u> Walker	Gusano medidor de la panoja	Larva	Masticador panoja

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTADO CAUSANTE DEL DAÑO	HABITO
ORDEN COLEOPTERA			
FAMILIA CHRYSOMELIDAE			
<u>Diabrotica</u> sp.	Cucarroncito de la hoja	Adulto	Masticador follaje
<u>Epitrix</u> spp.	Pulguilla negra	Adulto	Masticador follaje
<u>Systema s-littera</u> Linneus	Pulguilla parda grande	Adeulto	Masticador follaje
FAMILIA ANTHRIBIDAE			
<u>Araecerus fasciculatus</u> Degeer		Adulto	Masticador panoja
ORDEN DIPTERA			
FAMILIA CECIDOMYIIDAE			
<u>Contarinia sorghicola</u> (Coquillett)	Mosca del ovario	Larva	Masticador semilla en formación.

FUENTES DE RESISTENCIA A PUDRICION DEL PIE CAUSADO POR GIBBERELLA DENTRO
EL GERMOPLASMA BOLIVIANO DE MAIZ

Ricardo Escobar Carranza, Hernán Coffiel Otálora^{1/}

INTRODUCCION

La importancia de la pudrición del tallo causado por Fusarium graminearum, forma asexual de Gibberella Zeae, en los valles de Cochabamba, varía de acuerdo al año y a la zona; en el año agrícola 1972-73, las regiones altas del valle Central, mostraron niveles alarmantes de la enfermedad, causando en algunas parcelas la muerte prematura y el acamado de las plantas en un cien por ciento.

El conocimiento del grado de resistencia de las variedades locales a la enfermedad, constituye la base fundamental para combatirla mediante el uso de variedades resistentes; Ullstrup (1955), considera que el medio más seguro y eficaz para combatir el parásito, es el uso de variedades resistentes.

La naturaleza genética de la resistencia a la enfermedad es poco conocida, sin embargo Jugenheimer (1959) afirma que la misma parece ser poligénica.

Por lo anotado anteriormente los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

- Determinar el grado de resistencia y susceptibilidad de las variedades locales al ataque del parásito.
- Identificar germoplasma resistente o tolerante bajo condiciones de campo.
- Conocer el grado de heredabilidad de la resistencia.

MATERIALES Y METODOS:

El campo experimental utilizado fué cultivado los dos últimos años con maíz, habiéndose incorporado al suelo las plantas secas de la última siembra; se sembraron 28 variedades locales y 2 introducidas con amplia difusión

^{1/} Becarios del Centro de Investigaciones Ecogenéticas y Fitotécnicas de Pairumani; Casilla 128 Cochabamba - Bolivia.

nacional, en surcos de 50 plantas, las respectivas progenies autofecundadas fueron sembradas siguiendo el mismo criterio, cada surco de las progenies representa la semilla proveniente de una espiga.

Las autofecundaciones fueron realizadas el pasado año en un campo libre de la enfermedad, por esta razón no se realizó selección alguna para resistencia.

La semilla utilizada para autofecundar fue tomada al azar en un lote de espigas de la variedad.

De la espiga escogida solo se utilizó mitad de la semilla, para ser sembrada al año próximo en un lote conjuntamente con su progenie autofecundada.

Las observaciones periódicas previas a la inoculación artificial de la enfermedad, permitieron considerar innecesaria la inoculación, debido a que el campo experimental fue seriamente infectado.

Por otra parte una fuertísima infección por vía natural, aparentemente es más eficaz que la infección artificial, según Jugenheimer (1959) la inoculación del tallo con Gibberella no es totalmente satisfactoria.

Pasado un mes de la fecundación se tomaron las respectivas lecturas de campo, tanto en las variedades como en sus progenies autofecundadas; se consideraron resistentes o tolerantes todas aquellas plantas que no presentaron síntomas exteriores, mientras que susceptibles se consideraron aquellas plantas acamadas o erectas con putrefacciones en los nudos basales.

Se obtuvieron muestras de plantas atacadas de la zona, con la finalidad de identificar y confirmar el agente etiológico causante de la enfermedad.

RESULTADOS

En el cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos en el presente en sayo; en la primera columna están consignados los porcentajes de susceptibilidad de las variedades, en la segunda columna el promedio de los porcentajes de susceptibilidad de las progenies autofecundadas. Las variedades están agrupadas en complejos raciales según la clasificación taxonómica de los maíces bolivianos de Rodríguez y otros (1968).

El complejo racial, pisankalla presenta una alta susceptibilidad, excepto la progenie de la raza Purito de la zona tropical.

Los complejos raciales del valle alto y el harinoso del valle se mostraron en general muy susceptibles a la putrición del pie causado por Gibberella, en muchos casos se observó la muerte prematura de la totalidad de las plantas, con excepción de la variedad Kara-Huilicaparu y su progenie que se mostraron tolerantes a la enfermedad.

CUADRO 1 SUSCEPTIBILIDAD EN LAS VARIETADES Y SUS PROGENIES

COMPLEJO RACIAL VARIETADE	SUSCEPTIBILIDAD	SUSCEPTIBILIDAD(*) MEDIA DE SU PRO - GENIE.
<u>C.R. PISANKALLA</u>		
1) Pisankalla	84	82
2) Pisankalla	98	69
3) Purito	82	27
<u>C.R. VALLE ALTO</u>		
1) Huaca Songo	76	72
2) Jampe Tongo	98	72
3) Tuimuru	98	75
4) Paru	100	86
<u>C. R. HARINOSO DEL VALLE</u>		
1) Checchi	100	68
2) Hualtaco	100	99
3) Kulli de Montaña	100	81
4) Kulli del valle	96	94
5) Kara Huillcaparu	4	20
6) Huillcaparu	97	70
7) Chuspillo Blanco	63	85
8) Chuspillo Amarillo	81	100
9) Hualtaco Colorado	96	100
<u>C.R. MOROCHO</u>		
1) Morochillo	63	68
2) Kara Pampa	43	38
3) Kellu	100	95
<u>C.R. PERLA</u>		
1) Uchuquilla	92	65
<u>C.R. AMAZONICO</u>		
1) Coroico	67	38
2) Duro Beniano	0	0
3) Enano	8	7
<u>C. R. CORDILLERA</u>		
1) Cordillera	2	1
<u>RAZAS INTRODUCIDAS</u>		
1) Cubano	14	1
2) Rocamex V-7	16	21

(*) Valores promedio de 2 a 7 plantas autofecundadas y sembradas en un surco por espiga.

Correlación entre la susceptibilidad de padres e hijos = 0.91

Dentro el complejo racial Morocho la variedad Kara Pampa se mostró medianamente tolerante.

La variedad Uchuquilla fue la única probada dentro el complejo Perla, la cual se mostró muy susceptible.

El complejo Amazónico en general fue bastante tolerante resaltando la variedad Duro Beniano, que mostró resistencia a la infección. La variedad hariana Coroico, fue la más susceptible dentro el complejo.

La variedad dentada, Cordillera de la zona del Chaco se mostró también resistente.

Por otra parte las variedades Cubano y Rocamex V7 introducidas hace mucho tiempo a Bolivia y ampliamente difundidas en el trópico y los valles, se mostraron tolerantes al ataque.

El cálculo del coeficiente de correlación del grado de susceptibilidad entre padres e hijos fue de 0.91; mostrando un alto grado de transmisión hereditaria del carácter.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

En general el germoplasma boliviano es muy susceptible al ataque de Gibberella en los tallos, excepto algunas variedades provenientes de la zona de los llanos.

Las razas vitreas de la cuenca Amazónica como el Duro Beniano y el Enano, conjuntamente con la variedad Cordillera constituyen un excelente material para planes de mejoramiento.

Es interesante observar que todas aquellas razas consideradas sin introgresión de Tripsacum, Rodríguez y Avila (1964), presentaron una altísima susceptibilidad, mostrando que la introgresión de Tripsacum podría ser la responsable de la resistencia a Gibberella; naturalmente esta observación requiere de posteriores contribuciones para aceptarla o descartarla definitivamente.

La variedad Kara Huillcaparu originaria de los valles Mesotérmicos fué la única tolerante, al respecto podría tratarse de alguna planta inconcientemente aislada de la variedad que de una verdadera resistencia varietal, posteriores trabajos nos permitieron aclarar este problema.

El alto grado de correlación de la susceptibilidad entre padres e hijos, muestran que el carácter de resistencia presenta una alta heredabilidad, consiguientemente una selección masal o individual, dentro una población con amplia variabilidad genética, podría llevar a rápidos resultados para la resistencia a Gibberella.

RESUMEN

Se presentan y discuten los resultados obtenidos en Cochabamba-Bolivia sobre resistencia al ataque de Gibberella en el tronco, dentro la colección boliviana de maíz.

Se determinó un alto grado de correlación de la susceptibilidad a Gibberella entre los progenitores y su respectiva progenta autofecundada mostrando una alta heredabilidad del carácter.

B I B L I O G R A F I A

1. JUGENHEIMER, R. W. Obtención de maíz híbrido y producción de semilla. Roma, F.A.O., 1959.
2. RODRIGUEZ, A. y AVILA, G. Tripsacum factor de variabilidad genética en maíces bolivianos. Publicación Técnica No. 1. Cochabamba, Estación Experimental "La Tamborada", 1.964.
3. RODRIGUEZ, A. y OTROS. Maíces bolivianos. Roma, F.A.O. 1963.
4. ULLSTRUP, A. J. Diseases of corn. Corn and Corn Improvement, Academic Press, N. Y. 1955.

PROGRAMAS COOPERATIVOS INTERNACIONALES

C. A. Francis^{1/}

Como parte del equipo de maiceros en la Zona Andina, el programa de maíz del CIAT ha colaborado en el último año en varios proyectos con los programas nacionales en la zona. Ante todo, me permito agradecer a los técnicos aquí presentes por su hospitalidad, entusiasmo y amistad durante mis viajes y visitas a los varios países de la zona. Espero que los representantes del CIAT y del CIMMYT podrán seguir visitando sus programas con el mismo nivel de intercambio y colaboración en los trabajos de interés para el agricultor en la zona. En forma breve, presentaré las actividades internacionales que ya están en marcha en el CIAT, y los planes a seguir en el año 1973.

1. Ensayos uniformes de la zona Andina.

Se empezó en el año 1972, una serie de ensayos uniformes en la zona Andina. En el primer año, se repartió a 25 localidades el ensayo ENZAT (Ensayo Zona Andina Tropical), que incluyó aproximadamente 37 híbridos y variedades comerciales actuales de los programas y compañías en la zona. El ensayo ENZAS (Ensayo Zona Andina Sierra) fue mandado a 15 localidades, e incluyó 17 variedades. Estos primeros ensayos se encuentran todavía en el campo en la mayoría de los sitios, y los datos se resumirán tan pronto como lleguen al CIAT. En los próximos ciclos, es muy posible que utilicemos las facilidades ofrecidas bajo contrato por el Programa Nacional de Investigaciones en Maíz y el Centro de Computaciones en La Molina, para preparar los libros de campo y analizar de una manera mas eficiente los datos.

El concepto del grupo es que debemos seguir con estos ensayos uniformes cada año en la zona Andina. Debido a las diferencias en fechas de siembra, diversidad dentro de la zona en latitud y altitud, es muy difícil reunir y resumir los datos de determinado año, antes de planear la próxima serie de ensayos. Sin embargo, trataremos de solicitar información y materiales con anticipación, y resumir los datos lo más pronto posible, para presentarlos en la próxima conferencia de la zona andina.

Para aprovechar mas eficientemente la variabilidad disponible en estos ensayos internacionales, vamos a ensayar un sistema nuevo en el semestre próximo en el CIAT. Como casi siempre se siembran estos ensayos para tomar datos y enviarlos a algún centro en donde analicen y repartan la información, desafortunadamente después no se aprovecha esta variabilidad.

^{1/} Programa de Maíz. CIAT, Apdo. Aéreo No. 6713, Cali, Colombia.

Propongo un nuevo sistema para utilizar mas eficientemente este material in tr o d u c i d o. Los ensayos se sembrarán en dos o más campos, por replicaciones, como hembras desespigadas en lotes de top-crosses. El polinizador en cada campo será una población de interés local, y en nuestro caso, una población braquítica y otra población de maíz de planta baja. Los mismos datos se tomarán, como en cualquier ensayo de rendimiento internacional, y los top - crosses serán sembrados en ensayos de rendimiento en el próximo semestre. En el mismo ensayo de rendimiento, se harán unas 5 polinizaciones-sibes para identificar caracteres de interés, como plantas de altura baja, con el fin de incluir los mejores en la población básica del programa.

2. Germoplasma Disponible.

En el segundo semestre de 1973, el CIAT tendrá disponible cuatro tipos de progenies (medios hermanos) de poblaciones promisorias, para probar en la zona. Entre ellos, están incluidos los maíces braquíticos (blanco y ama rillo) y planta baja (blanco y amarillo). Anunciaremos directamente a cada programa nacional y comercial, o por intermedio de "El Maicero", cuando es tá l i s t o listo este material. Hay varias poblaciones disponibles del CIMMYT, tan to como para la Sierra como para el t r ó p i c o, muchas de ellas ya selecciona das para baja altura de planta. Además, hay poblaciones con opaco-2 y unas seleccionadas para resistencia a plagas y enfermedades específicas. Se pue de pa d i r el ma te ri al Dr. E. C. Johnson, Dr. Carlos De León, o al Dr. Wi lly Villena en el CIMMYT.

3. Bancos de Germoplasma.

Todavía no se ha resuelto el problema de mantener bancos de germoplas ma y unificar los datos para publicarlos en forma standarizada.

En los comités de germoplasma, y en las reuniones de la zona Andina, todos están de acuerdo en que debemos standarizar los sistemas de aumento, catalogación, e informar los datos sobre las razas y colecciones de maíz.

Por varios motivos casi siempre se demora la aplicación de estas ideas. Por mutuo acuerdo entre el grupo de maiceros de la Zona Andina, se debe aprovechar el próximo viaje del Dr. Mario Gutiérrez del CIMMYT a Perú, co mo una oportunidad para reunir a los representantes de los cuatro bancos principales de germoplasma, para formalizar este trabajo colaborativo.

Entre los objetivos de la conferencia a celebrarse en Lima, se po drían contar los siguientes:

Standardizar los procedimientos para aumentar las colecciones o razas, colectar los datos en el campo, reportar este dato con los sistemas de computación ya en operación en cada banco, y la publicación de la informa ción en forma útil a todos los maiceros del mundo. Entonces sería el momento de unificar estos sistemas, ya que cada país está en el proceso de im plementar los programas y utilizar sus facilidades nuevas para este traba jo en su propio banco. Esto incluye los bancos y respectivas coleccion es en México, Colombia, Perú y Brasil.

Un factor serio en el aumento de material y publicación de datos es el financiamiento del proyecto; por lo tanto, sugerimos que el Comité reunido en Lima, adelante la propuesta de un proyecto nuevo, e integrado, incluyen presupuesto para uno, dos o mas años, para alcanzar el trabajo inicial de uniformar datos, clasificar las razas y publicar los resultados de cada banco. Este presupuesto debe incluir fondos suficientes para técnicos en -
 trenados en la participación de proyectos, suministros, programación de computador, manejo de los datos, y publicación de esta importante información. CIAT y CIMMYT utilizarán esta propuesta para buscar financiación al proyecto y ponerlo en marcha lo mas pronto posible. Actualmente nos parece factible publicar los primeros resúmenes de datos aproximadamente dentro de dos años después de la iniciación del proyecto.

4. Publicación de "El Maicero"

En 1972 se inició la publicación de un boletín para los maiceros de la Zona Andina y de Latinoamérica. El futuro éxito de esta publicación de penderá mucho del interés y participación de los maiceros en la zona, con sus contribuciones de información y resultado. En la conferencia se sugirió que "El Maicero" debe incluir en forma más detallada, los planes de trabajo y los proyectos específicos que se adelantan en cada país. Solicitamos esta información de los programas nacionales, para incluir en los futuros números de "El Maicero".

5. Reuniones de Maiceros de la Zona Andina.

De acuerdo con el grupo, las reuniones de los maiceros se seguirán realizando cada 12 a 18 meses. La próxima reunión está programada en forma tentativa, para Agosto de 1974, teniendo como país anfitrión a Venezuela, según invitación del Ing. Agr. Pedro Obregón de Maracay. El concepto del grupo es seguir con algunos tópicos de interés general unas presentaciones invitadas, y las demás voluntarias, incluyendo cuando sea posible, una mesa redonda en los tópicos de mas interés. El CIAT colaborará con los viajes y viáticos de algunos representantes de cada país de la Zona, y en colaboración con el país organizador, publicará los trabajos lo más pronto posible, después de la conferencia.

6. Conferencia sobre Tópicos Especiales.

En Febrero se realizó en el CIAT, una reunión ("Workshop") práctica sobre "Protección Vegetal y Equipos Integrados en la Investigación de Maíz". La publicación está disponible en el CIAT, y los interesados pueden pedirla en el Programa de Maíz. Sugiero la posibilidad de hacer otras conferencias sobre temas específicos en un futuro cercano. Los tópicos potenciales incluyen: Agronomía y Fisiología Vegetal, Mejoramiento de Maíces de Climas Fríos (así como del Trópico), Economía y Mercadeo de Maíz, Cómo promover la producción Nacional de Maíz, y los Proyectos en Desarrollo. La próxima reunión está programada para realizarse en Cali en Diciembre de 1973, sobre Agronomía y Fisiología Vegetal en Maíz, para que coincida con la reunión del grupo de trabajo de la Zona Andina sobre el mismo tópico.

7. Adiestramiento de Técnicos.

Hay becas disponibles en el CIAT y en el CIMMYT, para adiestramiento en la investigación y en la producción del cultivo de maíz. La duración y programación de la beca dependerá siempre del interés específico del becario, las necesidades del programa nacional, y el tiempo disponible para salir de su país. Antes de aceptar un becario en el CIAT, es necesario elaborar un plan de trabajo, después de previo acuerdo entre el programa u otra entidad nacional y el Instituto Internacional. El primer requisito de cada centro internacional es que el becario escogido tenga el compromiso de regresar a su posición en el programa nacional, Universidad, Ministerio, etc.

Si se desea conseguir mas información y detalles sobre becas disponibles, pueden comunicarse con el Dr. C. A. Francis o el Dr. Fernando Fernández del CIAT (Apdo. Aéreo 6713, Cali, Colombia), o con los Doctores E. W. Sprague, Alejandro Violic, o cualquier otro técnico en el CIMMYT (Apdo. Postal No. 6-641, México 6, D. F, Mexico.)

8. Equipos Regionales de Trabajo.

Según la sugerencia del Dr. Alexander Grobman y el acuerdo del grupo de maiceros, se ha decidido formar tres grupos de trabajo en la zona Andina para organizar, enfocar, e implementar la investigación y desarrollo del cultivo en la zona. Hay varios objetivos de los grupos, entre ellos una orientación mejor hacia los problemas actuales y críticos del pequeño agricultor, y también el comercial en la zona; evitar la duplicación de trabajo y esfuerzo entre los varios programas actuales; repetir con mas frecuencia los resultados de los trabajos de investigación de un país a otro; y coordinar los proyectos en toda la zona para resolver problemas comunes. Los tres grupos de trabajo incluyen Mejoramiento (Sierra y Trópico), Agronomía y Fisiología Vegetal, y Protección Vegetal. En las primeras reuniones de los grupos de trabajo, se ha decidido definir: objetivos del grupo, los factores limitantes en la Zona Andina en cada especialidad, y el plan de trabajo del grupo para el próximo año. En el plan de trabajo, se incluirán entre otras cosas: Qué va a hacer el grupo y dónde, quien representa a cada país en el comité, y quién del grupo representa y organiza el trabajo del grupo hasta cuando se realice la próxima reunión de la Zona Andina. Los primeros informes de estos grupos están incluidos en la parte final de la publicación.-

Grupos Preliminares

Mejoramiento (Sierra y Costa): Dres. Torregróza, Cerrate, Sevilla, Avila, Pacheco, Arboleda, Poey, Scheuch, Beingolea, Obregón, Villena, Salhuana y Manrique.

Protección Vegetal: Dres. Saldarriaga, Montellano, De León, Vega, Sarmiento.

Agronomía / Suelos / Fisiología: Dres. Vargas, León, Francis, Benítez, Sánchez, Salazar, Ramírez.

BANCOS Y CONSERVACION DE GERMOPLASMA

Aureliano Brandolini^{1/}

1. En los últimos 20 años, se ha desarrollado una intensa actividad de colección y clasificación del germoplasma nativo en los diferentes países de América Latina, como consecuencia del interés mundial por conocer la variabilidad genética y su distribución geográfica.

Un ilustre precedente que no se puede dejar de mencionar es la exploración de Bukasov y colaboradores, bajo la dirección de Vavilov.

2. Actividades de la misma naturaleza se llevaron a cabo en Europa Meridional y más recientemente en India, Filipinas y el oeste de Africa.
3. Como resultado de este trabajo, en América Latina se reunieron más o menos 24.315 muestras que fueron clasificadas en 230 razas y 47 sub-razas (número acumulativo en los varios países), según Hernández. Goodman (1971) sugirió agrupar las 230 razas en 36 complejos raciales sobre la base de 30 caracteres morfológicos y fitogeográficos.
4. Mientras existen duplicaciones en las 24.315 muestras, quedan todavía algunas regiones como la hoya Amazónica donde es posible todavía encontrar formas no suficientemente representadas en las actuales colecciones.
5. Las colecciones se encuentran conservadas en forma de semillas en diferentes centros; los más importantes son:
 - CIMMYT: Conservan más de 10.000 muestras, incluidas las del Centro de Piracicaba, bajo un inventario descriptivo.
 - INIA: Aproximadamente conservan 6.000 muestras de México y América Central, en colecciones individuales.
 - ICA: Conservan aproximadamente 6.000 muestras de Colombia, Venezuela, Bolivia, Ecuador y Perú.
 - N. Central Plant Introduction Station, Ames Usa: Conservan más o menos 6.000 muestras de germoplasma norteamericano.
 - Centro de germoplasma de Minoprio, Italia: Conserva aproximadamente 2.000 muestras de germoplasma europeo.

^{1/} Agricultural Officer. Plant Project Division FAO Via delle Terme di Caracalla, Roma Italia.

Observaciones

1. El gran número de muestras coleccionadas en sí ya representan una amplia variabilidad.
2. El germoplasma europeo es mantenido por los diferentes países bajo forma de colecciones varietales, con excepción de España. La colección de la India, ha sido efectuada por IARI y la Fundación Rockefeller.
3. Todavía faltan las colecciones de:
 - Las hoyas del Amazonas y del Orinoco.
 - Nepal, Assam y otras zonas de Asia.
 - Africa Central, Meridional y Oriental
 - Asia Oriental
 - China Continental
 - URSS
4. Las muestras coleccionadas, generalmente consisten en semillas derivadas de pocas plantas, escogidas al azar o simplemente de pocas mazorcas recogidas en el curso de recorridos en diferentes países.
5. Generalmente las campañas de recolección han sido operadas por personal local, coordinado por científicos de alcance internacional.
6. Los estudios clasificatorios se basaron sobre datos morfológicos, fisiológicos, fitogeográficos, fenológicos y de morfología cromosómica, según las indicaciones de Anderson (1947), Wellhausen (1952) y otros autores.
7. Fueron publicadas las monografías descriptivas de las diferentes razas existentes en cada país por intermedio de los institutos nacionales interesados y por la Academia Nacional de Ciencias de USA.

Consideraciones

1. Las razas de maíz, según la definición de Anderson y Cutler (1942), integran poblaciones (cultivares) en equilibrio con el ambiente eco-agronómico y etnológico de las diferentes comunidades locales.

Ese equilibrio es el resultado de una milenaria obra de selección natural y humana, dirigida a explotar la productividad del maíz en las diferentes condiciones ecológicas, según criterios utilitarios de orden nutricional, ritual, estético, etc.
2. Los sistemas constituidos de este modo, se basan sobre caracteres morfológicos y fisiológicos derivados de formas parentales, según una arquitectura de planta y caracteres de la mazorca que satisfacen los modelos culturales del ethnos.

La adaptación al ambiente se especializó mas y mas, debido a la multifor me orografía de la América y se basa evidentemente sobre un sistema genético capaz de asegurar la estabilidad productiva en las diferentes condiciones. Estos caracteres tomaron en cuenta el determinismo de adaptación a:

- El fotoperíodo
 - La intensidad luminosa
 - Los diferentes factores térmicos
 - La humedad del aire
 - Las diferencias de temperatura en el ciclo y en el día
 - Las condiciones de humedad del suelo
 - La resistencia a los insectos
 - La resistencia a las enfermedades
3. Se puede de este modo explicar la existencia de un gran número de formas arquitectónicas de la planta y de los tipos adaptivos.
 4. El hombre influyó enormemente, por medio de la selección la formación de ideotipos por lo que concierne: las mazorcas, la forma, el color y la textura del grano, etc.
 5. La estabilidad productiva evidentemente depende de los siguientes aspectos: siendo el maíz una planta alógama es posible pensar que su estabilidad productiva se base sobre el fenómeno heterótico (Haskell, 1952 y Mather 1956). Brieger (1958) y Brandolini y Mariani (1968), han adelantado una hipótesis según la cual el nivel heterótico, estaría basado sobre mecanismos genéticos, por medio de cargas génicas letales y semiletales y especialmente por la esterilidad genética y citoplásmica, con restauradores, incluyen en numerosos casos la existencia de factores letales balanceados que aseguran la homeostasis fenotípica.
 6. La existencia de sistemas genéticos diferentes, aislados y aprovechados por los diferentes pueblos, quienes convergen en similitudes morfológicas, demuestran que un estudio morfológico del fenotipo puede sólo considerar un acercamiento preliminar a los fines clasificatorios; mientras que un estudio genético podría discriminar mejor las diferentes razas de maíz.
 7. Por otra parte, la variabilidad genética es la base del mejoramiento, con sigüientemente es evidente la necesidad de informaciones que no se limiten a solamente una descripción, sino que lleven a un conocimiento preliminar de la base genética y de la heredabilidad de los caracteres de mayor interés práctico.
 8. El gran riesgo en el trabajo de conservación de la variabilidad genética deriva de:
 - La limitación cuantitativa de cada una de las muestras
 - La reproducción fuera de su propio ambiente, que induce a romper el equilibrio de los sistemas genéticos de adaptación.
 - El escaso interés de los científicos por los modelos de arquitectura de plantas no actuales, es decir no adaptadas a la moderna agricultura extensiva y mecanizada.
 - El escaso estudio de las características morfológicas y fisiológicas existentes en las diferentes poblaciones y consecuentemente la falta de atención en su mantenimiento.

Recomendaciones:

Las consideraciones sumariamente presentadas nos llevan a las siguientes conclusiones y recomendaciones.

1. El germoplasma latino-americano incluye la mayor porción de la variabilidad genética del maíz, por lo que concierne caracteres de adaptación, morfológica calidad del producto y resistencia a enfermedades e insectos.
2. El precario equilibrio de los sistemas genéticos que aseguran esos caracteres se pueden destruir con gran facilidad, a través de:
 - La reducción cuantitativa de las muestras con la consiguiente deriva génica.
 - La reproducción y la multiplicación de las poblaciones fuera de su zona ecológica natural.
 - El escaso conocimiento de la base genética de los diferentes caracteres y el consiguiente descuido de los mismos durante la multiplicación controlada.
3. La conservación de las muestras en centros internacionales sirve para asegurar el servicio de preservación en términos de macro-variabilidad, mas no asegura en términos de preservación de los bloques génicos de adaptación local.
4. El concepto de arquitectura de planta, es muy dinámico, en efecto en poco tiempo ha cambiado profundamente el énfasis que se le asigna al tipo de planta en relación a la densidad de siembra, el tipo de mazorca, la calidad del grano, el ciclo vegetativo, utilización de la heterosis, etc., todavía es posible que cambie en el futuro y quizá según modelos que aprovecharían bien los tipos anteriormente seleccionados.
5. Se recomienda consiguientemente que cada país, en estrecha colaboración de intercambio con otros análoga posición ecológica tracen un programa intensivo y urgente de:
 - Estudios y evaluación del germoplasma nativo.
 - Multiplicación controlada de las poblaciones (individuales o en complejos raciales), bajo las condiciones ecológicas de su propio hábit.
 - Proveer a la conservación a largo plazo de las muestras de semilla en cantidades no menores para asegurar las siembras de 2 hectáreas.

B I B L I O G R A F I A

1. ANDERSON, E. 1947. Field studies of Guatemalan Maize. Ann. Missouri Bot. Gard. 35:255-268.
2. ANDERSON, E. y CUTLER, H. 1942. Races of Zea mays: I. Their recognition and classification. Ann. Missouri Bot. Gard. 29:69-88.
3. BRANDOLINI, A. y MARIANI, G. 1968. Il germoplasma italiano nella fase attuale del miglioramento genetico del mais. Genética Agraria 22:189-206.
4. BRIEGER, F. G. y otros. 1958. Races of Maize in Brazil and other eastern South American Countries. Nat. Acad. Sci. Nat. Res. Counc. Publ. 593.
5. HASKELL, G. 1952. Heterosis and adaptability. Rep. XIII Int. Hort Congr. 365-374.
6. MATHER, K. 1956. Polygenic mutation and variation in populations. Proc. Roy. Soc. B. 145:293-297.
7. WELLHAUSEN, E. y otros. 1952. Races of Maize in Mexico. Bussey Inst. Harvard University, Cambridge, Mass.

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA CLASIFICACION Y EVALUACION GENETICA
DE LAS COLECCIONES DE MAICES

Aureliano Brandolini^{1/}

Gonzalo Avila L. ^{2/}

Siguiendo las sugerencias de Anderson (1947) y Wellhausen (1952), se practicó una clasificación del germoplasma americano en base a diferentes caracteres morfológicos de la planta, mazorca, panoja y del grano, incluyéndose además algunos caracteres fisiológicos como el ciclo vegetativo.

Brandolini, Avila y Vandoni (1970), consideraron como posible complemento discriminatorio la reacción diferencial a un ambiente diverso; particularmente la reacción al factor foto-período y el factor térmico, se comportaron como buenos índices de especificidad racial. En efecto, la colección Andina de 0°-19° de latitud Sud, cultivada a 45°N, ha mostrado una reacción ambiental bastante específica para cada raza y complejo racial.

La integración de los datos mencionados con elementos fitogeográficos, agronómicos y citológicos según las indicaciones de Anderson, Cutler, Brown y Mangelsdorf, han permitido alcanzar conclusiones clasificatorias y disponer de esta manera en la actualidad, de valiosas informaciones sobre el grado de variabilidad fenotípica del germoplasma de maíz americano.

Es evidente que los datos biométricos necesitarían de un análisis más profundo, para permitir el pasaje de una clasificación descriptiva a otra basada en un preciso conocimiento genético del material estudiado, cuyas analogías morfológicas y fenológicas, podrían muy bien tener un origen y mecanismo genético diferente.

Por otra parte, es natural que a la fase clasificatoria siga un programa de mejoramiento consiguientemente resulta de gran interés conocer con más detalle las características genéticas de las poblaciones de maíz coleccionadas.

En lo que concierne al modelo estadístico, la bibliografía propone procedimientos más o menos diferentes, naturalmente con un diverso grado de eficiencia.

Anderson (1948), fiel a todas sus publicaciones sobre taxonomía numérica, sugiere la utilización de sistemas coordinados rectangulares, superponiendo una o más escalas arbitrarias sobre los ejes.

^{1/} Agricultural Officer, Plant Project Division, FAO. Via delle terme di Caracalla, Roma, Italia.

^{2/} Centro de Investigaciones Fitotécnicas y Ecogenéticas de Pairumani. Casilla 128. Cochabamba, Bolivia.

Este sistema permite una ilustración multicaracterial de gran interés, más no permite obtener conclusiones sobre la magnitud de las diferencias o sobre la acción ambiental o genética de éstas.

Suto y Joshida (1956), para la clasificación del maíz asiático, utilizaron un análisis de la variancia entre razas y dentro razas, completado con un análisis de covariancias y regresiones entre caracteres.

Brieger y otros (1958), a los análisis tradicionales de la variancia incluyeron un análisis más detallado del error de muestras "sampling error".

Monteagudo (1967) trazó las relaciones mutuas del germoplasma español, utilizando la "generalized distance" (D^2) de Rao.

Los valores D^2 fueron obtenidos normalizando las medias de muchos caracteres transformados en variables no correlacionadas y sumando el cuadro de las diferencias entre los valores transformados de dos grupos. Este análisis fue completado con el método descrito por Edwards y Cavalli Sforza, para la investigación de las relaciones de puntos en un espacio multi-dimensional.

Goodman y Patermiani (1969), aportaron posteriores argumentos para un análisis estadístico y una selección de datos más apropiados para la clasificación racial del maíz.

Manteniendo las condiciones válidas para el análisis de la variancia y si es necesario transformando los datos en escalas, adecuadas para la comparación al interno de las razas, entre razas y entre complejos raciales y utilizando un análisis de la variancia, completado si el caso requiere, con un análisis de discriminación de funciones, podría constituir un interesante procedimiento preliminar para una clasificación estadística del germoplasma de una zona.

Dentro las numerosas formas que existen para ensayar el material en la fase preliminar del mejoramiento genético, un método sencillo constituye la utilización del Modelo 2 de Comstock y Robinson (1952), el cual permite estimar la capacidad combinatoria general y específica, la variabilidad genética, la heredabilidad del carácter y consiguientemente el incremento teórico a la selección con relativa facilidad.

Avila y Brandolini (1971), con este sistema han estimado la capacidad combinatoria general y específica del germoplasma boliviano introducido en Europa, utilizando cruzamientos de plantas de cada variedad boliviana con líneas de diverso origen.

La determinación de la variancia ambiental, derivada de un cruzamiento de una línea por una variedad, será naturalmente sobre-estimada; consiguientemente los valores atribuibles a la variancia genética, serán ligeramente subestimados.

En los cruzamientos, las líneas fueron utilizadas como portasemillas y las plantas escogidas de cada variedad como polinizadoras.

El análisis de la variancia apropiado es de tipo factorial (cuadro 1) teniendo presente que el número de progenies para cada familia sea constante.

CUADRO 1. Análisis de la variancia y composición esperada según el modelo adoptado

Fuente de variación	G. L.	Composición esperada
1) Entre variedades σ^2	m-1	$\sigma_w^2 + k \sigma_e^2 + ek \sigma_{mn}^2 - ek m \sigma_m^2$
2) Entre líneas σ^2	n-1	$\sigma_w^2 + k \sigma_e^2 + ek \sigma_{mn}^2 - ek m \sigma_n^2$
3) Interacción $\sigma^2 \times \sigma^2$ (m-1) (n-1)	(m-1) (n-1)	$\sigma_w^2 + k \sigma_e^2 + ek \sigma_{mn}^2 +$
4) Entre parcelas	mn (e-1)	$\sigma_w^2 + k \sigma_e^2$
5) Dentro parcelas	mne (k-1)	σ_w^2

m = N° de variedades e = N° de repeticiones

n = N° de líneas tester k = N° de plantas

σ_{mn}^2 = Variancia atribuible a la capacidad combinatoria específica y principalmente el efecto de la dominancia

σ_m^2 = Variancia atribuible a la diferencia en aptitud a la combinación general entre variedades. Considerando la contribución genética media de cada variedad, ésta es atribuible principalmente a efectos genéticos aditivos.

σ_n^2 = Variancia debida principalmente al efecto genético aditivo entre líneas (sin importancia en nuestro caso).

$$\text{Heredabilidad: } h_N^2 = \frac{4 \sigma_m^2}{2 \sigma_m^2 + \sigma_{mn}^2 + \sigma_e^2 + \sigma_w^2}$$

Este valor puede ser calculado cuando interesa iniciar un proceso de selección independientemente de la formación de líneas homocigotas para la constitución de híbridos, el cálculo puede ser completado con la estimación de la respuesta teórica a la selección masal practicada sólo sobre las espigas femeninas.

$$R = k \frac{1}{2} h_N^2$$

R = Progreso esperado con la selección practicada sobre las espigas femeninas.

k = Diferencial de selección en unidades standard.

También en este caso, es necesario considerar que h_N^2 y R presentan valores ligeramente sub-estimados a consecuencia de la sobre-estimación de la variancia ambiental.

Este análisis de la variancia, puede completarse con un test para determinar las diferencias en la capacidad de combinar que existen entre los complejos raciales, razas o variedades.

Avila y Brandolini (1971), completaron el análisis de la capacidad combinatoria general y específica de las razas de maíz bolivianas con un test de Duncan practicado sobre los complejos raciales y sobre las razas que componen los complejos. (ver cuadro 2).

CUADRO 2.- Test de Duncan en los 7 complejos raciales bolivianos al cruzarse con 2 líneas endocriadas

1) Rendimiento de los cruzamientos con la línea W22

Perla	Valle	Morocho	Cordillera	Altiplano	Pisankalla	Amazónico
144.3	139.1	139.0	129.8	125.2	123.5	112.5

2) Rendimiento de los cruzamientos con la línea NI-64

Cordillera	Perla	Valle	Morocho	Pisankalla	Altiplano	Amazónico
139.4	132.4	130.0	129.1	124.4	123.3	113.1

Las ventajas de este análisis pueden así resumirse:

- Fácil obtención de información útil para iniciar la selección.

- Iniciación contemporánea de la autofecundación del material (en efecto la planta escogida puede ser utilizada como polinizadora para el cruzamiento con las líneas tester y contemporáneamente puede autofecundarse).
- Información útil para una posible selección en base a la combinación específica de una línea.

Las desventajas del modelo son:

- Cálculo de la variancia ambiental sobre-estimado.
- Información limitada en comparación con otros métodos más sofisticados.

B I B L I O G R A F I A

1. ANDERSON, E. 1946. Maize in Mexico; a preliminary Survey Ann. Bot. Gard. Mo.33:147-247.
2. _____ 1947. Field studies of Guatemala Maize, Ann. Mo. Bot Gard. 34:433-467.
3. AVILA, G. y BRANDOLINI, A. 1970. Attitudine combinatoria generale e specifica di razze di mais, Genetica Agraria 24:221-234.
4. BRANDOLINI, A., AVILA, G. y Vandoni, C. 1970. Problemi di acclimatazione di Germoplasma tropicale nella regione temperata, Genetica Agraria 24:280-302.
5. BRIEGER et.al. 1958. Races of maize in Brazil and other Eastern South American Countries. Washington, D. C., Nationale Research Council 283 p.
6. COMSTOCK, R. y ROBINSON, H. 1952. Estimation, of average dominance of genes. Iowa State College Press Ames. Heterosis, 494-516.
7. GOODMAN, M. y PATERNIANI, E. 1969. The races of maize: III choices of appropriate characters for facial classification. Economic Botany 23:265-273.
8. MONTEAGUDO, A. 1967. Phylogenetic trees of the Spanish maize races; Eucarpia, Anales de la IV reunión de la Sección Maiz y Sorgo. Montpellier. Francia 116-123.
9. SOTO, T. y JOSHIDA, Y. 1956. Characteristics of Oriental maize. In Land and Crops of Nepal Himalaya II: 373-529.
10. WELLHAUSEN, E. et.al. 1951. Razas de Maíz en México. Secretaría de Agricultura y Ganadería de Mexico, Publicación técnica No. 5, p.237.

COMPUTACION ELECTRONICA EN EL SISTEMA DE REGISTRO DEL BANCO DE GERMOPLASMA
DE MAIZ

Dr. Wilfredo Salhuana Mackee^{1/}

Ing. Ricardo Sevilla Panizo^{2/}

RESUMEN

Un sistema basado en computación electrónica es descrito para el almacenamiento y retorno de información concerniente a la identificación, origen, ubicación, agrupación racial, características morfológicas, fisiológicas y cantidad de semilla de las colecciones. Con este sistema se almacenarán todos los datos acumulados en el Banco del Perú. El sistema ha sido planeado para que pueda ser usado con algunas variantes en otros bancos, facilitando así el intercambio de información y coordinación entre diferentes bancos de germoplasma.

INTRODUCCION

Sistemas eficientes son necesarios para el almacenamiento, procesamiento y recuperación de información de las colecciones del Banco de Germoplasma, debido a que éstas son en número bastante elevado y en cada una de ellas se tiene una buena acumulación de datos referentes a su situación geográfica, nombre, grupo racial, características morfológicas, fisiológicas, etc.

El uso de la computación electrónica en la organización del Banco de Germoplasma ha sido programado para cumplir los siguientes objetivos:

1. Identificar las colecciones por su origen, situación geográfica, grupo racial y nombre común.
2. Describir las diferentes características de las colecciones.
3. Contar con un procedimiento rápido que nos permita seleccionar las colecciones que tienen una o varias características de interés.

1/ Ingeniero Agrónomo, M.S., Ph. D., Profesor Principal del Departamento de Fitoecnia, Programa Académico de Agronomía. Genetista del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Director del Centro de Estadística y Procesamiento de Datos de la Universidad Nacional Agraria, La Molina - Lima - Perú.

2/ Ingeniero Agrónomo, M.S., Profesor Principal del Departamento de Fitoecnia, Programa Académico de Agronomía Genetista del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz de la Universidad Nacional Agraria, La Molina - Lima - Perú.

4. Registrar los genes mayores cualitativos que están presentes en los maíces peruanos y su frecuencia estimada.
5. Registrar el movimiento de semilla del Banco.

ORGANIZACION DEL BANCO

El Banco de Germoplasma tiene cuatro actividades:

- 1.- Colección
- 2.- Conservación
- 3.- Evaluación
- 4.- Clasificación racial

1.- Colección:

El procedimiento normal de coleccionar maíz en el campo o en el mercado es obtener una muestra de 15 a 20 mazorcas al azar, a la vez que se registran datos generales de localización geográfica, nombre común y fecha de colección. Cada colección recibe un nombre dado por las primeras letras del Departamento donde se obtuvo la muestra, seguido de un número correlativo.

En esta forma se coleccionaron entre los años 1952 a 1956 más de 1,745 colecciones provenientes de 22 departamentos del Perú. En 1968 se hicieron otras 501 colecciones más en la sierra del Perú.

En este proceso no se puso limitaciones en el número de colecciones de un dado tipo o raza, de tal manera de poder determinar cual era la distribución de la raza y la frecuencia en que se encontraba dentro de determinada zona.

El proceso de colección todavía continúa, dando prioridades a las zonas donde el muestreo no ha sido exhaustivo y a los sitios donde no se ha coleccionado. Otra de las razones por la que se sigue coleccionando es que algunas de las razas se están extinguiendo debido al uso de variedades mejoradas y no se cuenta con un número suficiente de muestras de dichas razas.

2.- Conservación:

Después de coleccionadas las muestras son secadas y guardadas en frascos sellados con parafina en una cámara fría a 4°C. y con una humedad de 50%. La germinación de estas colecciones es revisada anualmente y aquellas que tienen menos de 70% son sembradas en localidades adecuadas para su aumento. Este incremento de semilla se hace con un mínimo de 50 polinizaciones fraternales planta a planta.

A partir de 1959 se tienen las siguientes localidades adecuadas para el incremento de las colecciones:

- a) En la Molina (241 m.s.n.m.) para colecciones de costa (0 - 1.800 m.s.n.m.)

- b) En Carhuaz (2,500 m.s.n.m.) para colecciones de sierra media (1,800 - 2,800 m.s.n.m.).
- c) En Huancayo (3,200 m.s.n.m.) para aquellas colecciones de altura (arriba de 2,800 m.s.n.m.).

3.- Evaluación:

La evaluación de estas colecciones se hace con dos propósitos:

- a) Descripción: A cada una de las colecciones se les toma una fotografía de una muestra de mazorcas y una serie de datos, para tener una descripción del fenotipo de la colección. Estos datos se obtienen en una localidad ecológicamente similar al lugar de origen.
- b) Mejoramiento: El Banco proporciona continuamente a los mejoradores de las distintas zonas del país, semilla de las colecciones para ser evaluadas con fines de mejoramiento. El Banco evalúa y mantiene registros de características que considera importantes y útiles para el mejorador, como: precocidad, área de hoja, altura de planta, color, resistencia a enfermedades, etc.

4. Clasificación racial:

Las colecciones peruanas se han agrupado en razas siguiendo los criterios universalmente adoptados sobre clasificación racial. La clasificación se ha basado en características morfológicas, fisiológicas y citogenéticas, agrupándose las colecciones en 49 razas. Sin embargo, solamente 317 son colecciones típicas de razas existiendo colecciones similares y otras que por ser mezclas no se agrupan en ninguna raza. Por esta razón, es necesario conservar las colecciones individualmente debido a que los compuestos raciales no incluyen toda la variabilidad genética existente en el país.

Actualmente, se han hecho estudios para comprobar si la clasificación racial actual corresponde a la clasificación hecha en forma cuantitativa usando métodos estadísticos basados en funciones discriminantes y los resultados preliminares indican que estos métodos pueden ayudar a hacer una clasificación más objetiva.

SISTEMA DE REGISTRO BASADO EN COMPUTACION ELECTRONICA

En un Banco de Germoplasma existe un número bastante elevado de datos; teniendo la necesidad de organizarlos, almacenarlos, poder informar de ellos y procesarlos de una manera rápida y eficiente es que se sugiere el uso de sistemas mecanizados.

El sistema propuesto de almacenamiento de datos del Banco de Germoplasma es dividido en las siguiente secciones:

1. Identificación, situación geográfica y agrupación racial (Tarjeta 1)

- 2.- Característica de mazorcas, grano, planta y panoja (Tarjeta 2 y 3).
- 3.- Características fisiológicas, citológicas, genéticas y químicas (Tarjeta 4).
4. Almacenamiento de semilla y su movimiento en la cámara y el almacén (Tarjeta 5 a 9).

INSTRUCCIONES PARA EL REGISTRO DE DATOS DE IDENTIFICACION Y DE LAS DIFERENTES CARACTERISTICAS

La forma de tomar los datos y los códigos usados están descritas en el libro de Razas de Maíz del Perú^{1/}

Nota general: En todas las tarjetas se tendrá lo siguiente:

1. El Departamento, será puesto en números en las columnas 1 y 2, de acuerdo a una previa codificación.
2. El número de la colección, en las columnas 3 - 6
3. El número de la tarjeta en las columnas 7 y 8, para su identificación.

Tarjeta 1.

Con esta tarjeta se podrá tener una descripción general de la colección. La tarjeta tendrá el siguiente diseño:

	<u>Columna</u>
Departamento	1 - 2
Número de colección	3 - 6
Número de tarjeta	7 - 8
Número Colombiano	9 - 12
Provincia	13 - 15
Distrito	16 - 25
Altitud	26 - 29
Latitud	30 - 32
Nombre común	33 - 52
Raza	53 - 55
Tipificación de la raza	56
Especificación de agrupación	57 - 80

Número Colombiano: Las primeras colecciones que se hicieron tienen un duplicado en el Banco de Germoplasma de Colombia, donde le pusieron un número precedido de Per. que significa Perú. Ej. Per. 305, número que se registra en las columnas del 9 al 12.

Provincia: Este será codificado para cada Departamento, comenzando con el 1 y siguiendo en forma correlativa.

^{1/} Grobman A., Salhuana W., Sevilla R. Race of Maize in Perú. National Academy of Sciences. Pub. 915.

Distrito: El nombre del distrito se registrará en letras en el campo correspondiente.

Altitud: Es la altura en metros sobre el nivel del mar, de la localidad de origen de la colección.

Latitud: Está dada en grados de latitud sur, correspondiente a la localidad de origen.

Nombre común: en letras.

Raza: A las razas se les asigna un código previamente establecido.

Tipificación de la raza: Se usa 1 para indicar que la colección es típica de la raza y 2 si es similar a la raza.

Especificación de la agrupación: Muchas de las colecciones no pertenecen a ninguna de las razas especificadas ya que son mezcla de razas, un cruce de dos de ellas o indeterminadas. En este campo se especifica con letras estas situaciones y se perfora un 9 en las columnas correspondientes a Raza y su tipificación. (Columnas 53 a 56).

Tarjeta 2.

En esta tarjeta se registran los datos de las características de mazorca y de grano. A continuación se tiene las características que se han considerado y las columnas correspondientes:

	<u>Columna</u>
Departamento	1 - 2
Número de colección	3 - 6
Número de tarjeta	7 - 8
Largo de mazorca	9 - 11
Ancho de mazorca	12- 14
Número de hileras	15- 17
Número de granos por hilera	18- 20
Ancho del pedúnculo de la mazorca	21- 24
Largo del pedúnculo de la mazorca	25- 27
Número de nudos del pedúnculo	28- 29
Largo de grano	30- 32
Ancho de grano	33- 35
Espesor de grano	36- 38
Textura de grano	39- 40
Color de grano	41- 43
Forma de grano	44- 45
Depresión de grano	46- 47

Tarjeta 3

En esta tarjeta se tienen los datos de las características de planta y panoja en la siguiente forma:

	<u>Columna</u>
Departamento	1 - 2
Número de colección	3 - 6
Número de tarjeta	7 - 8
Número de mazorcas por planta	9 - 10
Altura de planta	11 - 13
Altura de mazorca	14 - 16
Posición de la mazorca	17 - 18
Ancho del tallo	19 - 20
Número de macollos	21 - 22
Pubescencia	23 - 24
Número de hojas	25 - 27
Número de hojas sobre la mazorca	28 - 30
Largo de hoja	31 - 33
Ancho de hoja	34 - 36
Número de venas	37 - 39
Largo de pedúnculo de la panoja	40 - 42
Longitud de la parte ramificada	43 - 45
Longitud de la parte no ramificada	46 - 48
Longitud de la ramificación inferior	49 - 51
Número de ramificaciones primaria	52 - 54
Número de ramificaciones secundarias	55 - 57
Número de ramificaciones terciarias	58 - 60
Índice de condensación	61 - 63
Índice de multiplicación	64 - 66

Tarjeta 4

En esta tarjeta se encuentran características fisiológicas, citológicas, genéticas, químicas y otras más, que sean consideradas de interés futuro:

	<u>Columna</u>
Departamento	1 - 2
Número de colección	3 - 6
Número de tarjeta	7 - 8
Maduración	9 - 10
Resistencia a enfermedades	11 - 14
Nudos cromosómicos	15 - 17
Cromosomas B	18 - 20
Color de pericarpio y tusa	21 - 24
Braquitismo	25 - 27
Waxy	28 - 30
Opaco - 2	31 - 33

Capas de aleurona	34 - 36
Lisina	37 - 38
Triptófano	39 - 42
% Proteína	43 - 46
% Aceite	47 - 50

Las características y su codificación se exponen a continuación:

Maduración:

1. Muy precoz
2. Precoz
3. Regular
4. Tardío
5. Muy tardío

Resistencia a enfermedades: La columna 9 será para Roya y la 10 para Helminthosporium, usando la siguiente codificación:

1. Resistente
2. Poca susceptibilidad
3. Moderadamente susceptible
4. Susceptible
5. Muy susceptible

La columna 11 y 12 podrá usarse para otras enfermedades.

Nudos cromosómicos y Cromosomas B: Se tiene la información en algunas colecciones de estas características las que se registrarán en los campos correspondientes.

Color de pericarpio y tusa: Estas características genéticas se tomarán de acuerdo a una previa codificación.

Braquitismo, Waxy y Opaco: En estas columnas se anotará si existe o no características, poniendo 1 cuando se tienen y un 9 cuando no existe.

Capas de aleurona: Se anotará el número de capas de aleurona presentes en cada colección.

Lisina, Triptófano, % Proteína y % de Aceite: Se registrará el porcentaje determinado para cada uno de ellos.

INSTRUCCIONES PARA EL MOVIMIENTO DE SEMILLA

SEMILLA EN LA CAMARA DE CONSERVACION:

Tarjeta 5.

Se utiliza esta tarjeta para la formación del archivo de semilla guardada en frascos en la cámara a 4°C. Los siguientes son los datos que se registran en esta tarjeta:

	<u>Columna</u>

Departamento	1 - 2
Número de colección	3 - 6
Origen	7 - 14
Cantidad de semilla	15 - 19
Ubicación de semilla	20 - 25
Año	26 - 27
% Germinación	28 - 30
Número de tarjeta	79 - 80

Origen: En este campo se registra la localidad y año de aumento de la semilla.

Cantidad de semilla: La cantidad está dada en gramos.

Ubicación de la semilla: Los frascos están almacenados en filas y en hileras en cada uno de los estantes dentro del almacén los cuales se encuentran numerados.

Año: Se anota el año en que se determina el porcentaje de germinación.

Porcentaje de germinación: Todos los años se determina el porcentaje de germinación a partir de una muestra de 10 semillas.

Tarjeta 6.

Esta será usada como entrada de los datos de germinación para los años posteriores a los registrados en la Tarjeta 5 y serán puestos en la siguiente forma:

	<u>Columna</u>

Departamento	1 - 2
Número de colección	3 - 6
Origen	7 - 14
Año	15 - 16
% de germinación	17 - 19
Número de tarjeta	79 - 80

Tarjeta 7

El movimiento de salida de semilla será registrado en esta tarjeta en la siguiente forma:

	<u>Columna</u>

Departamento	1 - 2
Número de colección	3 - 6
Origen	7 - 14
Salida de semilla	15 - 19
Destino de semilla	20 - 64
Número de tarjeta	79 - 80

SEMILLA EN EL ALMACEN.-Tarjeta 8

El aumento de semilla de muchas de las colecciones se guarda en el almacén además de la conservada en frascos de vidrio. Para la formación del archivo de esta semilla se utiliza el siguiente diseño de tarjeta:

	<u>Columna</u>
Departamento	1 - 2
Número de colección	3 - 6
Origen	7 - 14
Cantidad de semilla	15 - 19
Ubicación de semilla	20 - 25
Número de tarjeta	79 - 80

Tarjeta 9

Para la salida de semilla del almacén se ha diseñado la siguiente tarjeta:

	<u>Columna</u>
Departamento	1 - 2
Número de colección	3 - 6
Origen	7 - 14
Cantidad de semilla	15 - 19
Destino de la semilla	20 - 64
Número de tarjeta	79 - 80

ALMACENAMIENTO Y RETORNO DE INFORMACION :

La información es grabada en dos discos, uno para los datos generales y características de las colecciones y otro para el movimiento de almacén.

En la Figura 1, se muestra el diagrama de flujo para grabar los datos generales y las características de las colecciones en el primer disco. La clasificación de las tarjetas perforadas, se hace por Departamento, número de colección y número de tarjeta (1 a 4). Luego con estas tarjetas y el programa de Carga y Consistencia se graban en el disco todos los datos que no tuvieron errores de perforación mientras que los otros pasan a corregirse para reiniciar el ciclo.

El disco de Archivo Maestro, que está formado con los datos ya existentes debe ser actualizado constantemente con los nuevos datos, usándose con este objeto el programa de Actualización y Mantenimiento del Archivo Maestro, formándose el Archivo Maestro Actualizado.

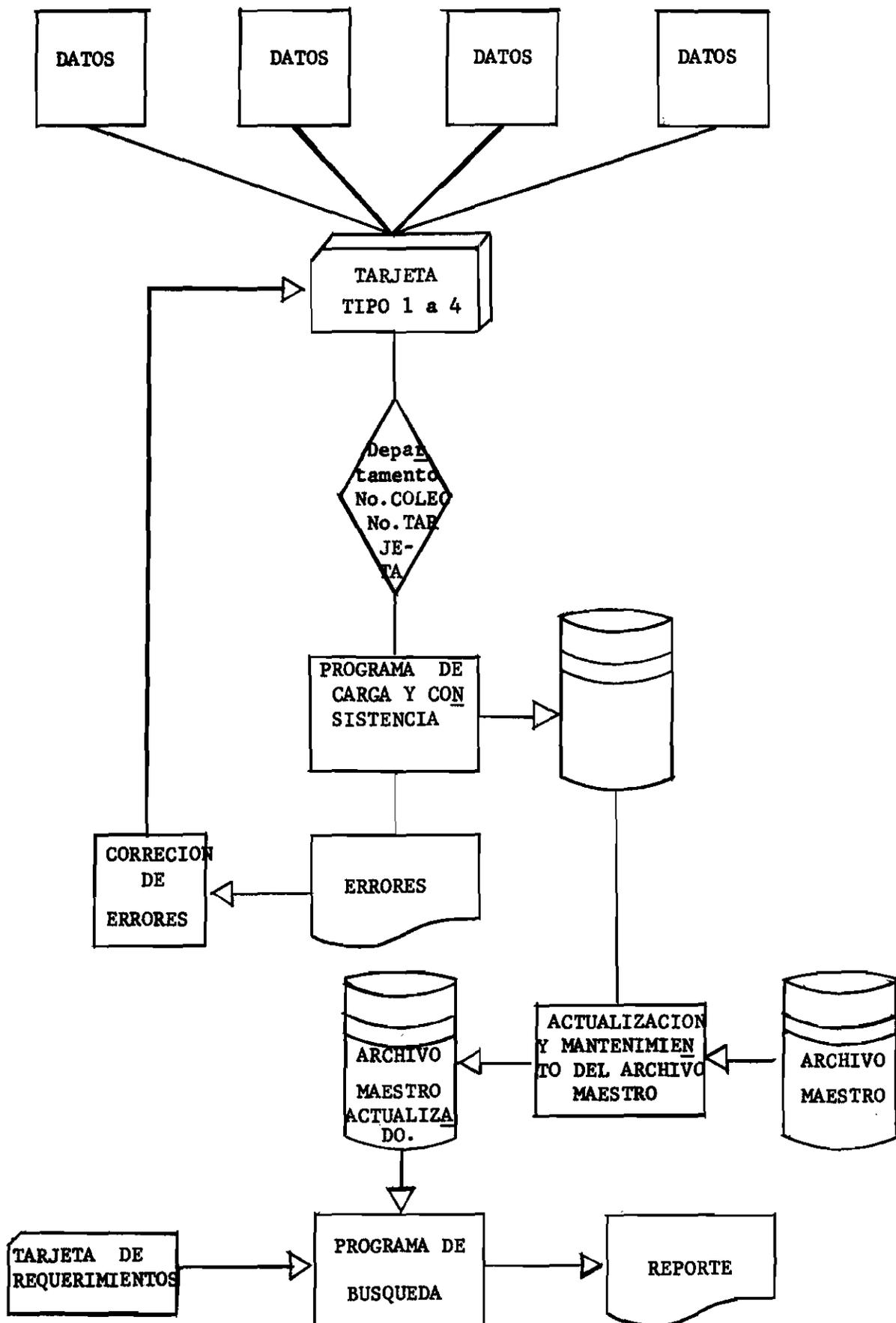


FIGURA 1. DIAGRAMA DEL ALMACENAMIENTO DE CARACTERISTICAS DE LAS COLECCIONES.

Teniendo este disco grabado con todas las características podemos realizar la búsqueda de la información solicitada con una tarjeta de requerimientos y con el Programa de Búsqueda.

En la Figura 2 se presenta el diagrama del registro de movimiento de semillas del Banco de Germoplasma.

Se perforan las tarjetas correspondientes (5 al 9) y con el Programa de Carga y Consistencia se procede igual que en el ciclo anterior, previa clasificación de las tarjetas por Departamento, número de colección, origen y número de tarjeta.

El archivo original denominado archivo maestro, se actualiza con el Programa de Actualización del Archivo Maestro, el que además imprime un informe de todas las colecciones eliminadas por no tener semillas o por tener cero por ciento de germinación.

El Reporte de Sugerencias será consecuencia de la aplicación del Programa de Renovación de Almacén el que indicará qué colecciones deben renovarse.

Con este disco se podrá solicitar una serie de reportes especiales con una tarjeta de requerimientos.

Los programas permiten la creación de los registros en el disco y subsiguientes alteraciones, adiciones o supresiones de los datos en forma parcial o total. Los registros en el disco son grabados en forma secuencial sobre la base de la identificación de las colecciones.

Los programas permiten obtener información de una característica en particular o combinación de varias de ellas. Por ejemplo si uno desea tener una lista de las colecciones más precoces, con una altura y con un tamaño de mazorca determinado el computador seleccionará todas las colecciones que satisfagan estos requisitos.

Este sistema de registro utilizando sistemas mecanizados permite una mejor organización y utilización de los datos que se tengan en el Banco de Germoplasma. Pensamos que este sistema sea usado por otros Bancos en donde el cúmulo de datos es tan grande que resulta a veces mucho tiempo y dinero poderlo ordenar y hacer uso de ellos. Esto ayudaría no solamente al personal que manejen los Bancos de Germoplasma, sino también a los mejoradores porque obtendrían fácilmente la información que requieren y el intercambio de información y materiales sería realmente bastante útil para todo aquel que lo solicita. Tal sistema debe jugar un papel importante en los planes integrales de esfuerzo internacional para conservar los Bancos de Germoplasma.

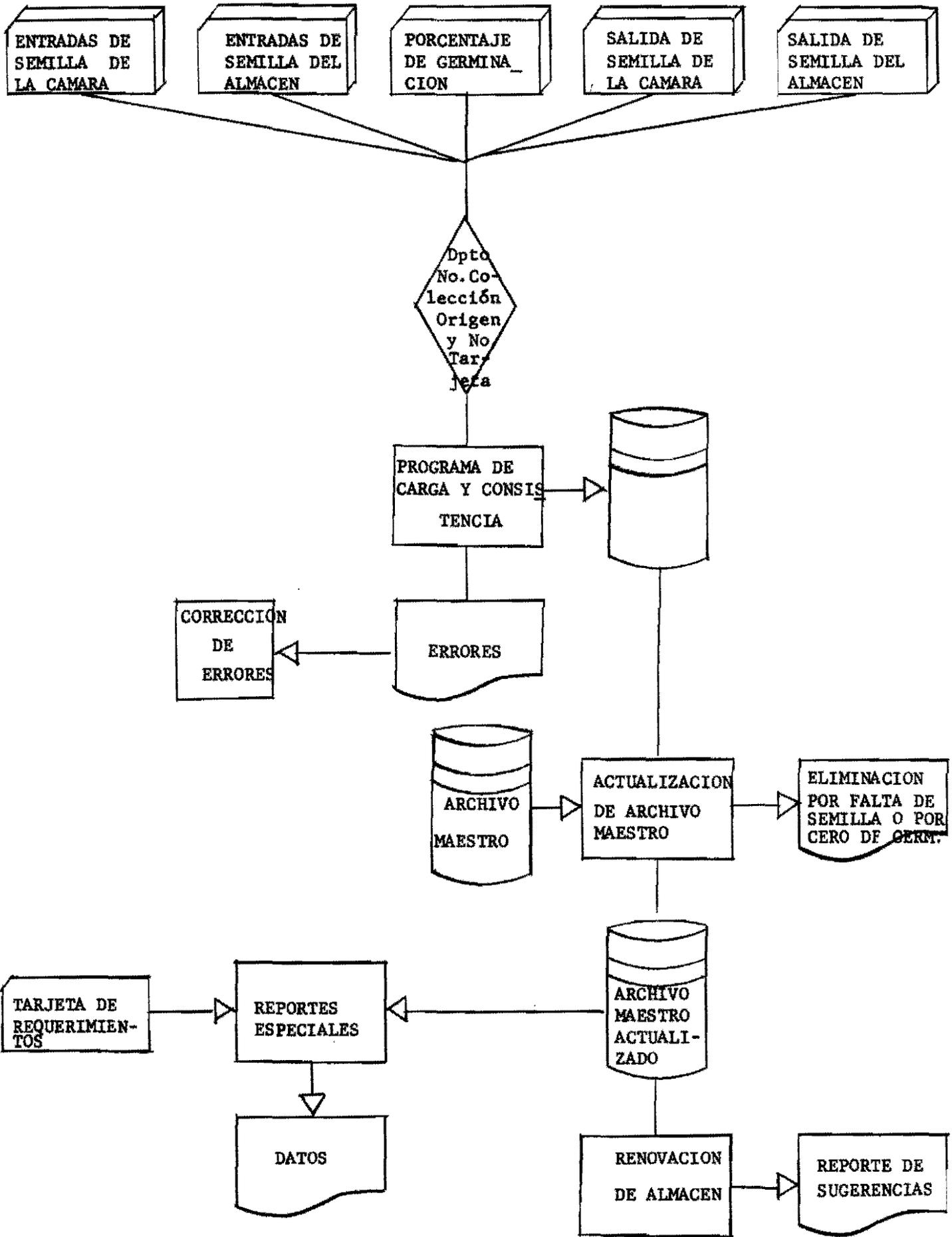


FIGURA 2. DIAGRAMA DEL MOVIMIENTO DE SEMILLAS DEL BANCO DE GERMOPLASMA.

DETERMINACION DEL NUMERO DE CAPAS DE ALEURONA EN COLECCIONES DE MAICES

PERUANOS

Wilfredo Salhuana M. ^{1/}Luis F. Delgado de la Flor ^{2/}

RESUMEN

La aleurona es un tejido rico en proteínas que se encuentra formando una o varias capas entre el parénquima esponjoso y el endosperma amiláceo del grano de maíz. En el presente trabajo se han evaluado razas de maíces peruanos encontrándose que entre ellas la raza Piricincó es la única que presenta colecciones con más de una capa de aleurona, llegando a tener algunas colecciones hasta 4 capas de aleurona. Se observó en esta raza una tendencia a obtener un mayor contenido de triptofano en la muestra a medida que aumentaba el número de capas de aleurona. Asimismo, se observa mayor número de capas de aleurona en aquellos granos de color bronce.

Actualmente, uno de los objetivos principales de la investigación agrícola es aumentar las proteínas y la calidad en el grano de maíz, mediante el uso de las ciencias modernas, entre ellas la genética.

Los trabajos más recientes utilizando el gene opaco-2 en maíz, así lo demuestran. En las diferentes poblaciones en las cuales se ha introducido este gene se ha aumentado la calidad de la proteína, elevando el contenido de algunos aminoácidos como la lisina y triptófano, dando muy buenos resultados en la alimentación humana y animal.

La aleurona, que se encuentra entre el parénquima esponjoso y el endosperma amiláceo en el grano de maíz, tiene un alto contenido de aminoácidos y vitamina B. Lógicamente, una mayor proporción de aleurona dentro del grano incrementará los aminoácidos y vitaminas.

1/ Ingeniero Agrónomo, M. S., Ph. D., Profesor Principal del Departamento de Fitotecnia, Programa Académico de Agronomía. Genetista del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz. Director del Centro de Estadística y Procesamiento de Datos. Universidad Nacional Agraria - La Molina, Lima, Perú.

2/ Ingeniero Agrónomo, M. S., Profesor Auxiliar del Departamento de Biología Programa Académico de Ciencias. Universidad Nacional Agraria - La Molina - Lima, Perú.

Normalmente en el maíz existe una capa de aleurona, sin embargo, uno de los últimos estudios hechos por Wolf (6) demuestran que en razas como el Coroico existe más de una capa y por lo tanto una mayor riqueza de aminoácidos.

El Perú tiene una diversidad de ecotipos de maíz con una variabilidad bastante notable para cada característica. El presente estudio está conducido a evaluar y conocer la variabilidad que puede existir en las colecciones peruanas respecto al número de capas de aleurona y su relación con el porcentaje de aminoácidos.

MATERIALES Y METODOS

Colecciones de las razas tropicales como Piricínco, Cubano Dentado, Enano y el tipo Tambopateño, así como las razas de Shajatu, Huarmaca y Kcully fueron utilizadas para este estudio.

La raza Piricínco muy similar a la Coroico, está distribuída en la parte norte de la selva peruana en los departamentos de San Martín y Loreto; en la región de los ríos Huallaga y Ucayali y muy posiblemente en otras partes de la selva que no han sido colectadas todavía.

Esta raza tiene una distribución bastante amplia abarcando las partes selváticas del Perú (Piricínco), las áreas bajas de Bolivia (Coroico), una parte de Brasil (Interlocked Soft Corn) e incluso una parte de Ecuador (Pojoso).

Las colecciones pertenecientes al Tambopateño y al Enano están distribuídos en el departamento de Madre de Dios, mientras que el Cubano Dentado es una raza introducida que se encuentra en la costa y la selva del Perú.

Las razas Shajatu y Huarmaca provienen del departamento de Ancash y de Piura respectivamente, en tanto la raza Kcully se encuentra en los departamentos de Huancavelica, Junín y Cuzco.

Para determinar el número de capas de aleurona en los granos de maíz de las colecciones antes referidas, se deben realizar cortes en la semilla para su posterior examen al microscopio. Previamente fue necesario, sin embargo, remojar la semilla en agua durante tres días para procurar su ablandamiento teniendo en cuenta la dureza del epicarpio y mesocarpio.

El corte se hizo en la parte central y media del grano en vista de que el parénquima esponjoso es más pronunciado en la extremidad aguda del grano y porque el pericarpio demora más en ablandarse en la parte superior de éste. En cada grano se realizaron tres cortes con el fin de obtener un promedio del número de capas de aleurona. El corte fué sometido luego por espacio de 15 segundos a la acción de Yodo en Yoduro de Potasio para lograr un mayor contraste entre la aleurona, pericarpio y endosperma, observándose finalmente al microscopio con 100 aumentos.

Si la relación del número de capas de aleurona con el porcentaje de triptofano es directa, cabe la posibilidad de que un mayor número de capas de aleurona en promedio, se refleje en un mayor porcentaje de triptófano. Por esta razón, para determinar el porcentaje de triptofano se tomó una muestra de granos sin tener en cuenta el número de capas de aleurona, expresándose la cantidad de triptofano como una fracción de 100 g. de endosperma. Los correspondientes análisis se efectuaron en los laboratorios del Instituto de Investigaciones Agro-Industriales del Perú.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las razas Cubano Dentado, Shajatu, Huarmaca, Kully, Enano y el tipo Tambopateño, sólo tuvieron una capa de aleurona, mientras que la raza Piricinco tuvo de 1 a 4 capas de aleurona.

El Cuadro 1 muestra en primer lugar el número de granos que tuvieron de 1 a 4 capas de aleurona para algunas de las colecciones de Piricinco, observándose la existencia de variación entre y dentro de colecciones de esta raza. Se aprecia también que existe un mayor número de capas de aleurona en los granos de color bronce. Finalmente, se aprecia que existen colecciones que tienen una capa de aleurona mientras que otras tienen un promedio hasta tres capas de aleurona.

En el Cuadro 2 se presenta para las razas Piricinco y Cubano Dentado el promedio de capas de aleurona por grano, la cantidad de triptófano en 100 g. de endosperma y el porcentaje de proteína. Las colecciones de la raza Piricinco que tienen una sola capa de aleurona muestran un contenido de triptófano mayor que las colecciones de la raza Cubano Dentado para la misma característica. Se observa igualmente que en promedio existe una clara tendencia a un mayor contenido de triptofano a medida que aumenta el número de capas de aleurona. Sin embargo, se notan algunas excepciones como la colección San Martín 1.

En cuanto a los porcentajes de proteína se aprecia finalmente que no existe ninguna tendencia modificación al variar el número de capas de aleurona en las colecciones estudiadas.

Los resultados mostrados representan solamente un avance en las investigaciones enunciadas por el Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz, con el fin de identificar la existencia de un mayor número de colecciones con esta característica deseable y que constituyan consecuentemente una base para el mejoramiento de la calidad de los maíces peruanos.

CUADRO 1. NUMERO DE GRANOS CON 1 A 4 CAPAS DE ALEURONA Y SU PROMEDIO POR COLOR Y POR COLECCION DE ALGUNAS DE ELLAS.

P I R I C I N C O		Capas de aleurona				Promedio de capas de aleurona por grano	
		<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>Color</u>	<u>Colección</u>
Sn. Mtn. 13	Amarillo	6				1	1
	Bronce	6				1	
Sn. Mtn. 8	Amarillo	6				1	1.21
	Bronce	5	3			1.37	
Sn. Mtn. 3	Amarillo	4				1	1.5
	Bronce	5		3		1.75	
Lor. 7	Amarillo	6				1	2
	Bronce			6		3	
Sn. Mtn. 2	Amarillo	1	2			1.67	2
	Bronce		3	1		2.25	
Sn. Mtn. 19	Amarillo	4	3			1.43	2.15
	Bronce			6		3	
Sn. Mtn. 11	Amarillo		6			2	2.3
	Bronce		3	4		2.57	
Lor. 6	Amarillo		6			2	2.58
	Bronce			5	1	3.16	
Sn. Mtn. 12	Amarillo		1	2		2.67	2.83
	Bronce			3		3	
Sn. Mtn. 1	Amarillo		1	2	1	3	3
	Bronce			2	1	2.33	

CUADRO 2. PROMEDIO DE CAPAS DE ALEURONA POR GRANO, CANTIDAD DE TRIPTOFANO Y PORCENTAJE DE PROTEINA.

PIRICINCO	Promedio de capas de aleurona por grano	Triptofano en 100 g. de endosperma	% Proteina
Lor. 4	1	0.030	9.82
Lor. 11	1	0.032	7.90
Sn. Mtn. 5	1	0.030	9.31
Sn. Mtn. 13	1	0.030	9.68
Promedio	1	0.030	9.30
Sn. Mtn. 8	1.21	0.032	9.10
Sn. Mtn. 4	1.21	0.030	8.00
Sn. Mtn. 7	1.25	0.020	8.50
Sn. Mtn. 3	1.50	0.040	9.25
Sn. Mtn. 20	1.77	0.032	10.40
Sn. Mtn. 21	1.85	0.033	7.85
Promedio	1.47	0.031	8.85
Lor. 7	2	0.047	10.13
Lor. 8	2	0.050	9.70
Lor. 9	2	0.037	7.86
Sn. Mtn. 2	2	0.030	9.70
Sn. Mtn. 10	2	0.040	10.40
Sn. Mtn. 19	2.15	0.040	9.54
Sn. Mtn. 17	2.17	0.030	8.28
Sn. Mtn. 11	2.3	0.032	8.30
Lor. 6	2.58	0.033	10.67
Sn. Mtn. 9	2.67	0.030	8.20
Sn. Mtn. 12	2.83	0.040	9.60
Sn. Mtn. 1	3	0.030	10.98
Promedio	2.31	0.037	9.45
CUBANO DENTADO			
Lor. 2	1	0.025	9.39
Lor. 3	1	0.025	7.82
Lor. 10	1	0.030	10.70
Sn. Mtn. 6	1	0.030	10.12
Promedio	1	0.028	9.51

BIBLIOGRAFIA

1. Brieger, F. G., J.T.A. Gurgel, E. Paterniani, A. Blumenshein, and M.R. Alleoni. 1958. Races of maize in Brazil and other Eastern South American countries. Nat. Acad. Sci. - Nat. Res. Council., Washington, D. C., Pub. 593. pp. 283.
2. Grobman, A., W. Salhuana; and R. Sevilla, in collaboration with P. C. Mangelsdorf. 1961. Races of maize in Perú. 1961. Their origins, evolution and classification. Nat. Acad. Sci. - Nat. Res. Council., Washington, D. C., Pub. 915. pp. 374.
3. Hayward, H. Estructura de las plantas útiles. Ed. Acme S. A. Buenos Aires. 1953. 667 pp.
4. Ramírez, E. R.; D. H. Timothy, E. Díaz B., U. J. Grant, in collaboration with G. E. Nicholson C., E. Anderson, and W. L. Brown. 1960. Races of maize in Bolivia. Nat. Acad. Sci. - Nat. Res. Council. Washington, D. C. Pub. 747. pp.159.
5. Timothy, D. H., W. H. Hateway, U. J. Grant, M. Torregroza C., D. Sarria V. and D. Varela A. 1963. Races of maize in Ecuador. Nat. Acad. Sci. - Nat. Res. Council., Washington, D. C. Pub. 975. pp. 88.
6. Wolf, M. J., H. C. Cutler, M. S. Zuber, and V. Khoo. 1972. Maize with multilayer aleurone of high protein.

GRUPO I: INFORME DEL GRUPO DE MEJORAMIENTO DE MAIZ, REUNION DE COCHABAMBA (1)

1. Introducción

- 1.1 A pesar de haberse propuesto organizar dos grupos dedicados a Mejoramiento, uno para clima cálido y el otro para clima frío, en la reunión conjunta que hubo se acordó designar un solo grupo de Mejoramiento.
- 1.2 A las reuniones programadas, se hicieron presentes delegados de Bolivia, Colombia, Perú, Venezuela y el CIMMYT.
- 1.3 Hubo dos reuniones, en las cuales se discutieron los siguientes aspectos y sugerencias.
- 1.4 En vista de haberse ampliado los objetivos y metas de las reuniones de los Profesionales dedicados al mejoramiento de maíz y sorgo de la Zona Andina, pues en la actualidad, se están presentando los resultados obtenidos, no sólo en mejoramiento genético, sino en otras disciplinas, tales como fisiología vegetal, suelos, protección vegetal, etc. se propuso cambiar el nombre de las reuniones. Se sugirieron cuatro alternativas así:
 1. Reunión sobre el Mejoramiento de los Cultivos de Maíz y Sorgo de la Zona Andina (RMCMSZA).
 2. Programa Regional del Mejoramiento y Producción de Maíz y Sorgo de la Zona Andina (PRMPMSZA).
 3. Proyecto Cooperativo para el Mejoramiento de los Cultivos de Maíz y Sorgo de la Zona Andina (PCMCSZA).
 4. Reunión de Maíz y Sorgo de la Zona Andina (RMSZA).

-
- (1) Dr. Manuel Torregroza, (Coordinador del Grupo), Colombia
 Dr. Gonzalo Avila, Bolivia
 Ing. Federico Poey, México
 Dr. Fernando Arboleda, Colombia
 Ing. Angel Salazar, Nicaragua
 Dr. Wilfredo Salhuana, Perú
 Ing. Federico Scheuch H., Perú
 Ing. Ricardo Sevilla, Perú
 Ing. Antonio Manrique, Perú
 Dr. Alfonso Cerrate, Perú
 Dr. Alexander Grobman, Perú
 Ing. Pedro Obregón, Venezuela
 Dr. Willy Villena, México

Puesto que el grupo no definió el nombre más indicado, se propone:

1. Que lo decida el Coordinador General de estas reuniones, o
2. Someter la decisión a la próxima reunión, o
3. Consultar a los delegados que asistieron a la reunión.

2. Objetivos:

- 2.1 Incrementar la productividad y producción del maíz y sorgo en los diversos países que integran la Zona Andina.
 - 2 Producir diversos tipos de maíces mejorados de alto valor nutritivo, así como también resistentes a plagas, enfermedades y de porte agronómico propio a las necesidades de los agricultores de cada país.
 - 3 Crear la tecnología adecuada para coadyuvar en el incremento de la productividad del maíz y el sorgo de los países de la Zona Andina.
 - 4 Coordinar la acción de los programas de investigación de maíz y sorgo, según los objetivos propios de los países del área.
 - 5 Promover el intercambio de material genético, publicaciones, resultados de investigación y de profesionales entre los países del área.
 - 6 Coordinar con las entidades dedicadas a estudios tecnológicos del área investigaciones tendientes a buscar nuevos usos del maíz, ya sea para consumo humano o industrial.

3. Factores limitantes:

- 3.1 La inadecuada o poca utilización de la tecnología de maíz y sorgo generada en los Centros de Investigación, Estaciones o Granjas Experimentales por parte de un gran porcentaje de los agricultores del área.
 - 2 Falta de "paquetes tecnológicos" lo suficientemente bien estructurados en algunas regiones de la Zona Andina, como para planear campañas masivas de divulgación del cultivo del maíz.
 - 3 Carencia de estudios ecológicos que conlleven a la zonificación de las áreas más indicadas de los cultivos de maíz y sorgo en cada país de la Zona Andina.
 - 4 El uso limitado, que hace la mayoría de los Agricultores, especialmente los de escasos a medianos recursos económicos, de semillas de los tipos mejorados de maíz.
 - 5 La escasez de los insumos, sobre todo fertilizantes, para satisfacer

las necesidades requeridas para incrementar la productividad y producción de maíz y sorgo en la mayoría de los países del área.

- 3.6 La falta de un organismo o grupo de trabajo, en algunos países de la Zona Andina, que se encargue de llevar la tecnología generada de los programas de maíz y sorgo.
- 7 La limitada aceptación de los agricultores de los maíces mejorados harinosos (opacos) de alto valor nutritivo, en aquellas regiones, en donde tradicionalmente el maíz cristalino o duro es el tipo dominante.
- 8 Mayor comunicación e intercambio entre los técnicos del área.
- 9 Falta de comunicación a todos los niveles de los planes y proyectos que los distintos organismos internacionales adoptan o realizan en los países del área.
- 10 Falta de facilidades y fondos para desarrollar sólidos programas de mejoramiento de maíz y sorgo en los países de la Zona.
- 11 Falta de apoyo de los Gobiernos para asegurar un conveniente intercambio de ideas y conocimientos, a través de reuniones regionales periódicas.
- 12 Trabas aduaneras y arancelarias para un mayor y más adecuado intercambio de material genético de maíz y sorgo entre los diferentes países del área.
- 13 Deficiente desarrollo tecnológico para el incremento del consumo e industrialización del maíz.
- 14 Falta de un buen sistema de comunicación e información para hacer llegar a los técnicos de cada país del área, los resultados, publicaciones, etc, disponibles.

4. Plan de trabajo:

- 4.1 Realizar a la mayor brevedad posible los estudios conducentes a la zonificación ecológica y económica de los cultivos de maíz y sorgo, estableciendo las áreas potenciales disponibles para la expansión de tales cultivos en cada país de la Zona Andina.
- 2 Recomendar un Programa de Producción de Maíz y Sorgo, que asegure el flujo, acopio y comercialización de estos cultivos para evitar la importación de estos cereales en cada país.
- 3 Recomendar a los organismos especializados pertinentes el establecimiento de precios de sustentación o de sostén, los cuales sirvan de estímulos a los agricultores.

- 4.4 Proponer el desarrollo y ubicación en los sitios más indicados de almacenes y centros de acopio, los cuales aseguren un mercadeo rápido y oportuno de maíz y sorgo en los países del área.
- 5 Sugerir a los respectivos gobiernos que a los programas de mejoramiento genético de maíz y sorgo se involucren profesionales de otras disciplinas, tales como fitopatología, entomología, fisiología vegetal, suelos, etc. a fin de producir el paquete tecnológico de estos dos cereales.
- 6 Sugerir a las instituciones de investigación en maíz y sorgo, integrar los paquetes tecnológicos para su utilización y aplicación al nivel del agricultor.
- 7 Iniciar planes de asistencia técnica, apoyados o coordinados por los programas de maíz y sorgo para hacer llegar los paquetes tecnológicos al agricultor.
- 8 Solicitar los recursos necesarios para que los programas nacionales puedan intensificar la investigación y producción de maíces de alto valor nutritivo e industrial de una mayor aceptación por las comunidades urbanas y rurales.
- 9 Promover el consumo de maíces de alto valor nutritivo en los programas de alimentación, principalmente en la población infantil pre-escolar.
- 10 Buscar un mayor intercambio de información, de material genético, de técnicos, a través de la edición de publicaciones, visitas cortas de técnicos, auspicios de reuniones periódicas de carácter regional, como las que patrocina CIAT.
- 11 Creación de un Comité permanente de información, formado por los Directores de los Programas de Maíz y Sorgo de cada país del área. Este comité servirá de centro de enlace de planes y de difusión de los proyectos nacionales con los inter-regionales e internacionales, así como para distribuir la información que interese a los investigadores de maíz y sorgo.
- 12 Continuar con la formación de compuestos de maíz que sean de utilidad a los programas de los países del área.
- 13 Iniciar estudios conducentes a la completa evaluación de las colecciones de la Zona Andina. Para ello las entidades internacionales, como el CIAT, el CIMMYT, la FAO, etc. deben promover una reunión para definir la política que se seguiría al respecto.
- 14 Intensificar la evaluación de los maíces mejorados y promisorios obtenidos por los Programas de Maíz y Sorgo de los países de la Zona Andina, a través de experimentos debidamente replicados.

- 15 Promover un seminario a nivel internacional para evaluar los métodos de mejoramiento que actualmente se aplican en la Zona Andina, especialmente la selección masal y los cruzamientos intervarietales.
- 16 Establecimiento de un plan de provisión, distribución y suministro oportuno de insumos agrícolas a precios razonables al nivel de los agricultores de mediano y escasos recursos económicos.

GRUPO II: INFORME DEL GRUPO DE PROTECCION VEGETAL DE MAIZ, REUNION DE CO
CHABAMBA (1)

Considerando la similitud que existe entre los diversos problemas fitosanitarios que afectan al maíz en la mayoría de países de la zona Andina, y el convencimiento cada vez mayor de que el problema de producción de maíz no se puede resolver con el esfuerzo aislado de los diferentes especialistas que trabajan en este cultivo. El grupo de especialistas que trabajan en protección vegetal (entomólogos y fitopatólogos) reunidos a propuesta del Coordinador General de la V Reunión, pone a consideración de los demás especialistas, algunas sugerencias tendientes a encausar coordinadamente las diversas líneas de investigación requeridas para el desarrollo de un programa de protección vegetal en maíz.

OBJETIVO:

1. Incremento de la producción de maíz, mediante la reducción de las pérdidas causadas por plagas y enfermedades.
2. Disminuir la utilización de recursos técnicos y económicos mediante la formación de equipos integrados por disciplinas, evitando así la duplicidad de esfuerzos.
3. Propiciar el intercambio constante de información, experiencias que se hayan obtenido y acumulado, para encausar un modelo uniforme de trabajo en el área de protección vegetal de maíz.

FORMAS DE DESARROLLO

1. Identificación de las plagas y enfermedades que constituyen los problemas limitantes de la producción de maíz, poniendo especial énfasis en determinar su importancia.
2. Establecer los niveles económicos de las plagas con el fin de proceder a su control solo cuando sea necesario.
3. Siendo de gran utilidad científica y práctica el conocimiento de la fauna, flora benéfica; se recomienda continuar los estudios conducentes a conocer y evaluar su acción en el control de las plagas del maíz.

-
- (1) Ing. Jorge Sarmiento Mata, (Coordinador del Grupo), Perú. Coordinador - Departamento de Sanidad Vegetal, Universidad Nacional Agraria, La Molina. Apartado 456. Lima-Perú.
Dr. Carlos de León, CIMMYT, México
Ing. Alfredo Saldarriaga, Colombia
Ing. Carlos Montellano, Bolivia
Ing. Urbano Vega, Venezuela
Ing. Ricardo Escobar Carranza, Bolivia.

4. Con el fin de evitar la duplicidad de esfuerzos, costos, etc., se recomienda la integración de programas de protección y mejoramiento genético, para buscar e incorporar fuentes de resistencia a plagas, enfermedades en los materiales usados por los programas de mejoramiento.
5. Considerando que en el pasado, los programas de mejoramiento genético han trabajado mayormente en base a la selección de plantas de alto rendimiento, pudiéndose haberse desechado materiales valiosos para resistencia a plagas y enfermedades; se recomienda iniciar una evaluación sistemática de los materiales existentes en los bancos de germoplasma para detectar posibles fuentes de resistencia.
6. Considerando la existencia de facilidades de laboratorio, personal calificado, etc., en instituciones de educación universitaria; se sugiere que los programas de investigación básica, como estudios taxonómicos, biológicos, etc. se lleve a cabo en estrecha colaboración con dichas instituciones.
7. Durante el período en que no existan materiales genéticos con resistencia incorporada a plagas y enfermedades, se sugiere continuar la evaluación sistemática de nuevos compuestos insecticidas como medio de control inmediato; preconizando el uso racional de los mismos.
8. Como la mayoría de problemas fitosanitarios en los países andinos son muy similares; se considera necesario un intercambio constante de información y materiales valiosos obtenidos por los diferentes especialistas, programas de mejoramiento de maíz. Este intercambio de información podría hacerse a través del Coordinador del grupo de protección o directamente a través del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) con sede en Colombia.

LIMITACIONES

1. La limitación más importante a este plan de desarrollo en la mayoría de países de la zona andina, es la falta de recursos económicos destinados tanto a la investigación como para el fomento agrícola. Para lo cual se sugiere, que en base a proyectos bien elaborados se busque y patrocine la financiación de los mismos en organizaciones internacionales.
2. Paralelamente a la falta de recursos económicos se tropieza también baja cantidad de personal calificado y entrenado a todos los niveles. Por lo que se recomienda hacer un mayor uso de los programas de entrenamiento del CIMMYT y CIAT respectivamente.

GRUPO III: INFORME DEL GRUPO DE AGRONOMIA Y FISILOGIA VEGETAL DE MAIZ, REUNION DE COCHABAMBA (1)

La creación de grupos de trabajo, uno de los cuales fue el de Agronomía y Fisiología, en el seno de la reunión ha sido una idea plausible y sobre todo encomiable. La discusión y evaluación crítica del estado actual del cultivo de maíz en la Zona Andina, a través de los grupos de trabajo sobre mejoramiento genético y estudios fenológicos o de fisiología ecológica, permitirá indudablemente precisar y acentuar rumbos futuros y coordinados dentro de los esquemas nacionales para elevar los rendimientos unitarios de maíz.

El grupo considera pertinentes los siguientes objetivos:

1. Aumentar el rendimiento y calidad del cultivo de maíz, mediante prácticas culturales apropiadas para cada región.
2. Estudiar los sistemas de agricultores pequeños y grandes para un mejor entendimiento de los factores más limitantes y buscar la forma de cambiar algunos elementos en sus sistemas para aumentar los rendimientos.
3. Mayor conocimiento de la respuesta de la planta de maíz, tanto en variedades nativas como en las mejoradas, a los factores ambientales y agrónómicos para mejorar la eficiencia del cultivo y su productividad.
4. Uniformizar la metodología para la identificación de los factores de producción, tratando de generalizar la terminología y hacerla de este modo extensible a los países andinos.
5. En base al conocimiento de los factores que inciden en la producción de cada región, diseñar los respectivos esquemas o paquetes de producción que necesariamente deberán transmitirse a los agricultores para que aquellos tengan justificación.

Los objetivos precedentes y mediatos han sido estructurados tentativamente y en forma preliminar sobre la base de un análisis de los factores limitantes o que inciden directamente en el resultado final del cultivo.

-
- (1) Ing. Hugo Sánchez C. (Coordinador del Grupo), Programa de Maíz, Perú.
Dr. C. A. Francis, CIAT, Colombia
Ing. L. A. León, ICA, Colombia
Ing. R. Ramírez, Venezuela
Ing. J. Vargas F., Bolivia
Ing. J. Benítez, Programa de Maíz, Perú.

Factores limitantes:Suelo

- Propiedades físicas del suelo: capacidad retentiva de agua, profundidad efectiva, textura, estructura, etc.
- Propiedades químicas del suelo: pH, disponibilidad de nutrimentos, etc.
- Propiedades microbiológicas.
- Características fisiográficas: pendiente, relieve, etc.

Clima

- Distribución de lluvias
- Distribución de temperatura
- Energía solar
- Humedad relativa
- Fotoperíodo
- Altitud sobre el nivel del mar
- Evapotranspiración

Planta

- Altura de planta
- Floración y madurez tardía
- Morfología de la planta
- Adaptabilidad muy específica de las variedades
- Baja estabilidad fenotípica de las variedades
- Baja eficiencia de la planta en la producción de grano

Prácticas Culturales

- Incorrecta preparación de tierras
- Rotación y asociación inadecuada de los cultivos
- Uso de semillas no apropiadas
- Deficiente control de malezas
- Fertilización inadecuada o ausencia de fertilización
- Desconocimiento de enmiendas y acondicionadores de suelo
- Mal aprovechamiento del agua disponible
- Fecha de siembra inapropiada
- Sistemas de siembra inadecuadas. Uso inapropiado de implementos agrícolas.

Factores Económicos

- Créditos insuficientes o extemporáneos
- Costos y disponibilidad de insumos
- Inadecuado manejo de la cosecha
- Inestabilidad de los precios
- Baja rentabilidad del cultivo

- Riesgos altos en la producción y falta de seguro agrícola.
- Escasez de obras de infraestructura

Factor Social

- Preferencia de prácticas culturales tradicionales.
- Preferencia por el uso de determinados tipos tradicionales de maíz.
- Nivel cultural bajo del agricultor.
- Tenencia inadecuada de la tierra
- Agricultura típica de subsistencia y falta de incentivos.
- Insuficiente y/o inapropiada comunicación entre investigadores - extensionistas - agricultores.

Siendo evidente que la estructuración de los paquetes de producción no puede lograrse sino paulatinamente, se considera por ésto la formulación de proyectos de trabajo, cuya prioridad será función de la disponibilidad de medios y accesibilidad a la información requerida.

Proyectos inmediatos de trabajo:

1. Recopilación en cada país, de todos los trabajos relevantes de investigación sobre maíz, así como de proyectos de Desarrollo. En forma resumida, remitir a CIAT, quien buscará la difusión de dichos trabajos en toda el área andina.
2. Definir y caracterizar en lo posible las regiones o áreas ecológicas maíz ceras más importantes de los países andinos, con énfasis en los factores limitantes que permitan un mejor conocimiento con fines de intercambio de germoplasma aplicados a pruebas regionales o prácticas culturales.
3. Reunir en Cali al grupo de trabajo para la primera quincena de Diciembre de 1973 y discutir los trabajos.

Proyectos de trabajo a largo plazo:

1. Fijar lista de proyectos según prioridades, tanto en el aspecto agrónomo como fisiológico, intercambiando la información entre los países andinos a fin de perfeccionar los sistemas o técnicas experimentales.
2. Solicitar el apoyo financiero de los organismos nacionales o internacionales mas apropiados para solicitar la ejecución de proyectos cuyos resultados puedan ser aplicados en la zona andina. La experiencia y el apoyo que viene brindando el CIAT contribuirá en mucho para la cristalización de los proyectos que se propongan.

3. Fomentar, mediante el apoyo internacional, la publicación de los resultados a nivel de cada país, como única y final justificación del trabajo científico, técnico y experimental.
4. Propiciar el intercambio de personal especializado no sólo dentro del área andina sino desde otros países donde el desarrollo o aplicación de técnicas adecuadas hagan recomendable su aplicación en nuestro medio.
5. Estimular la capacitación del personal técnico de los países andinos mediante la adjudicación de becas o viajes de perfeccionamiento.