



XI Reunión de Maiceros de la Zona Andina

II Reunión Latinoamericana del Maíz

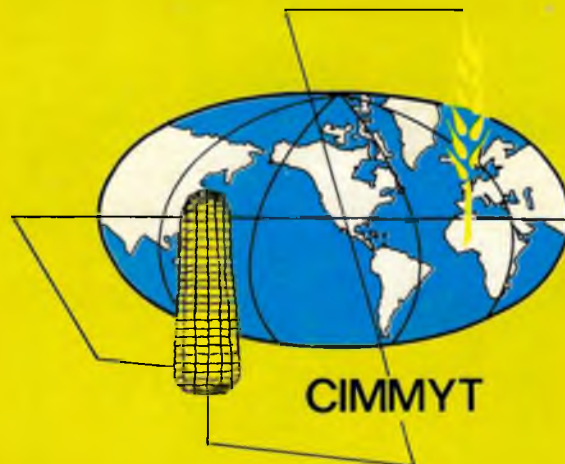
Palmira · Colombia

Diciembre 2-7, 1984

MINISTERIO DE AGRICULTURA

ICA
INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO

PROGRAMA NACIONAL DE MAIZ Y SORGO



PROGRAMA REGIONAL ANDINO DE MAIZ

INTRODUCCION

Es para nosotros una gran satisfacción hacer la presentación de las memorias de la XI Reunión de Maiceros de la Zona Andina.

Previa a la realización de ésta, cada uno de los países Andinos había servido de anfitrión a dos reuniones (Bolivia 1973 y 1982, Colombia 1963 y 1971, Ecuador 1965 y 1976, Perú 1968 y 1978 y Venezuela 1974 y 1980).

En todas estas reuniones, el peso de la organización, arreglos locales, etc. ha recaído sobre los técnicos del Programa de maíz e instituciones afines del país sede. Por tanto consideramos más que justo hacer un reconocimiento muy sincero al IBTA, CIAT e Instituto Fitotécnico de Pairumani en Bolivia, al ICA de Colombia, al INIAP de Ecuador, al PCIM en Perú y al CENIAP-FONAIAP en Venezuela. Su entusiasmo y deseo de llevar adelante las reuniones ha permitido llegar a ésta XI Reunión.

Todos reconocemos la gran utilidad que han tenido estas reuniones como un medio para el intercambio de ideas, procedimientos y materiales; también la publicación de las memorias de cada reunión, representa un vehículo importante para dar a conocer los logros de la investigación y cumple con una de las primicias que es la de propiciar la utilización de esos logros.

No obstante lo anterior, creemos que es muy factible incrementar la relevancia y asegurar la continuidad de las reuniones si los Programas Nacionales y más propiamente, los Institutos Nacionales de Investigación, hacen más asequibles los fondos para que sus técnicos, cada vez en mayor número, concurren a las reuniones a presentar los resultados de sus investigaciones.

Conjuntamente con la XI Reunión de Maiceros de la Zona Andina, se realizó la II Reunión Latinoamericana del Maíz. Como en muchas otras ocasiones, se contó con la asistencia y colaboración de investigadores provenientes de países fuera de la Zona Andina, los cuales han sido y serán siempre bienvenidos a nuestras reuniones. Desafortunadamente, muy poco positivo se puede decir de la Sociedad Latinoamericana del Maíz, la cual ha estado prácticamente inactiva en los últimos años; por lo tanto, en la sesión plenaria final, se discutieron alternativas y se aprobaron algunas proporciones con el objeto de darle nueva vida al mencionado organismo.

FERNANDO ARBOLEDA R.
Coordinador Prog. Maíz y Sorgo
ICA - Colombia

JOSE EVER VARGAS S.
Programa Maíz y Sorgo
ICA - Palmira, Colombia

GONZALO GRANADOS REYNAUD
Programa Sudamericano de
Maíz CIMMYT

**VARIACION DE GENOTIPOS Y PREDICCIÓN POR SELECCIÓN DEL
PRIMER CICLO DE HERMANOS COMPLETOS DE MAÍZ DE
ALTURA AMARILLO DURO TARDÍO**

Mario Caviades C.*
Suketoshi Taba*

RESUMEN

En la población Amarillo Duro Tardío formada en 1982-83; se estimaron los componentes de la variancia por hermanos completos en tres diferentes ambientes de la sierra del Ecuador. La heredabilidad, el coeficiente de variación genética y la predicción del avance genético con 10% de presión de selección para rendimiento y días a floración fueron estudiados. Los datos obtenidos en el presente estudio, indican que hay suficiente variación genética en la población la cual puede responder por selección para mayor rendimiento manteniendo el mismo período de madurez. La selección del 10% de progenies de mayor rendimiento en las 100 familias estudiadas obtuvo una predicción del avance genético para el siguiente ciclo de 545 Kg/ha a través de dos localidades C.E.A. y Oriental.

INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays* L.) por su potencial de adaptación se puede clasificar en tres grupos: templado, de trópico bajo y de trópico alto. Los maíces andinos de altura tienen largo período de madurez en condiciones de baja temperatura, se cultivan en el rango de altitudes de 2.300 a 4.000 m.s.n.m. con 8 a 10 meses de maduración. El tipo es harinoso y morocho de grano grande, que es utilizado especialmente para consumo humano.

* Técnico y Asesor Técnico del Programa de Maíz de la Estación Experimental "Santa Catalina", respectivamente. INIAP, Apartado Postal 340. Quito, Ecuador

Recientemente ha crecido la demanda por maíces de tipo duro para la producción de alimentos balanceados en la Sierra, por lo cual los agricultores se hallan interesados en cultivar este tipo de maíz.

Para el desarrollo de una población de maíz duro de altura, se utilizaron materiales genéticos de México, Guatemala, Colombia y Ecuador con la finalidad de formar una población Amarillo Duro Tardío en el Programa de Maíz del INIAP.

Para el mejoramiento de poblaciones de maíz, los métodos de selección recurrente se han desarrollado y utilizado en maíces de trópico bajo (Vasal, Ortega y Pandey 1981) y templados (Hallauer y Miranda 1982). La ganancia genética por ciclo de selección recurrente por medios hermanos, hermanos completos, hermanos completos recíprocos y S1 ha sido reportada sobre varios ciclos de selección sin reducción de la variabilidad genética de los caracteres bajo selección (Hallauer y Miranda 1982, Hallauer 1984).

La selección recurrente de familias de hermanos completos fué efectiva ya que el rendimiento se incrementó entre 3 y 4% por ciclo en experimentos realizados en la Universidad de Carolina del Norte (Moll y Robinson 1967; Moll y Stuber 1971). Las poblaciones avanzadas del CIMMYT a través de la selección recurrente de hermanos completos obtuvieron una ganancia promedio de 3.4% en rendimiento en 13 diferentes poblaciones tropicales (Paliwal y Sprague 1981).

En la actualidad el Programa de Maíz de INIAP, ha iniciado una selección recurrente de hermanos completos dentro de la población Amarillo Duro Tardío de Altura. El presente trabajo tiene como objetivos el de reportar los resultados obtenidos de la evaluación del primer ciclo de selección. En la cual los componentes de variancia entre genotipos y predicción por selección han sido estimados para valorar la opción que tendría la población Amarillo Duro Tardío para el mejoramiento genético sobre el rendimiento y otros caracteres con la finalidad de generar una variedad de alto rendimiento y buenas características agronómicas.

MATERIALES Y METODOS

En el ciclo agrícola 1979-80 se realizaron cruzamientos planta a planta entre diferentes fuentes de germoplasma de las poblaciones INIAP-176, INIAP-178, INIAP-176 x Pool 4B, ICA V-507 y MB-517 x ICA-V-507; con los cuales se generaron 300 hermanos completos. En el siguiente ciclo 1980-81 se realizó la evaluación en dos localidades en la Estación Experimental "Santa Catalina" del INIAP. En 1981-82 las 10 mejores familias según el análisis combinado se recombinaron mediante un diseño dialélico incompleto y se generaron 100 familias de hermanos completos (Población Amarillo Duro Tardío-81). En 1982-83 las 100 familias de hermanos completos se evaluaron en tres localidades de la Sierra del Ecuador: Estación Experimental "Santa Catalina" a 3.050 m, Sección Oriental de la misma Estación a 2.750 m y CEA, Austro a 2.460 m.s.n.m.

La parcela experimental estuvo constituida por 16 plantas por surco de 5m de longitud, con una distancia de 0.80 m entre surcos en diseño de látice simple. La fertilización fué adecuada para el desarrollo de los experimentos; los datos registrados fueron: días a floración, altura de planta, altura de mazorca y rendimiento de grano (ajustado al 14% de humedad).

El análisis de variancia se calculó por localidad y a través de localidades. Para la estimación de los componentes de la variancia genética se utilizó el análisis combinado de dos y tres localidades; la heredabilidad y el coeficiente de variación genética fueron estimados para todos los caracteres analizados. Las 10 mejores entradas seleccionadas por precocidad, rendimiento y por caracteres combinados por localidad y a través de localidades fueron la base para calcular el diferencial de selección y la predicción del avance genético.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los análisis de variancia por localidad y combinado de dos y tres

localidades mostraron diferencia altamente significativas para días a floración y rendimiento entre genotipos. Para altura de planta y mazorca no se encontraron diferencias significativas entre genotipos en las localidades C.E.A. y Oriental, pero fueron altamente significativas para la localidad Estación. En el análisis de variancia combinado de dos y tres localidades, la altura de planta y mazorca mostró diferencias altamente significativas entre genotipos con excepción de la altura de planta en el combinado de C.E.A. y Oriental.

La Tabla 1 muestra los estimados de los componentes de variancia, heredabilidad, coeficientes de variación genética, coeficiente de variación y promedio para rendimiento en C.E.A., Oriental y Estación Santa Catalina y en CEA-Oriental combinado y CEA, Oriental y Estación combinado. Los componentes de variancia de genotipos de hermanos completos fueron 65.9%, 51.8%, 32.5%, 53.1%, 40.3% en CEA, Oriental, Estación, CEA-Oriental y CEA-Oriental Estación respectivamente con respecto a la variancia del error. En los ensayos en CEA, Oriental y Estación, los componentes de la variancia de genotipos probablemente son sobre-estimados debido a que la variancia de la interacción genotipo x ambiente se confundió con la variancia de genotipos. En Estación la desviación standard de la variancia de genotipos fué 3.2 y su variancia 7.6 con alto coeficiente de variabilidad. En los análisis combinados de CEA-Oriental y CEA-Oriental Estación, los componentes de variancia de genotipos tuvieron grandes magnitudes de 9.7 y 8.1 respectivamente. Las magnitudes de variancia de la interacción genotipo x ambiente fueron pequeñas; por otra parte la variancia de genotipos estimada por localidades tuvo grandes magnitudes.

Hallauer reportó selección de hermanos completos recíprocos en siete ciclos de selección para los componentes de variancia de genotipos, obteniendo 3.3 ± 0.6 en la misma escala reportada en este trabajo para rendimiento. Lo cual corresponde al 41% de variancia de genotipos obtenido en la población Amarillo Duro Tardío-81.

La alta magnitud de la variancia de genotipos de Amarillo Duro Tardío probablemente puede deberse a la forma de generación de hermanos completos sin tener previa recombinación de las fuentes de diferente germoplasma que dieron origen a la población de Amarillo Duro Tardío. Por lo tanto, la variancia debido a dominancia probablemente causó incremento mayor en la variancia de genotipos.

Las Tablas 2, 3 y 4 muestran los estimados de los componentes de variancia, heredabilidad, coeficientes de variación genética, coeficientes de variación y promedios para días a floración, altura de planta y mazorca en C.E.A., Oriental y Estación Santa Catalina y en C.E.A.-Oriental combinado y/o C.E.A., Oriental y Estación combinado. Los componentes de variancia de genotipos para días a floración son aparentemente mayores ya que según el análisis de variancia los genotipos tuvieron diferencias altamente significativas por localidad y a través de localidades; las heredabilidades para altura de planta son de 49.2% y altura de mazorca 55.8% según el análisis combinado de tres localidades. Los bajos valores de heredabilidad de altura de planta y mazorca obtenidos indican que no había diferencias entre genotipos debido a las condiciones ambientales en el ciclo 82-83 que afectaron el período vegetativo de las plantas.

Las Tablas 5, 6 y 7 indican los promedios de días a floración y rendimiento, los diferenciales de selección y predicción del avance genético por localidad y combinados para las entradas (10%) seleccionadas por precocidad, por mayor rendimiento y por sus mejores características agronómicas según el análisis combinado de dos o tres localidades. Las selecciones diferenciales del 10% de entradas por rendimiento y por mejores características agronómicas fueron más grandes que las desviaciones standard de la población en cada localidad, pero a través de dos y tres localidades los diferenciales de selección fueron más pequeños que las desviaciones standard de la población (Tabla 1, 6, 7). En el caso del 10% de entradas más precoces, las diferenciales de selección fueron más pequeñas que las desviaciones standard de la población en cada localidad y combinados (Tabla 1, 5).

En la Tabla 5, las predicciones del avance genético a través de dos localidades CEA y Oriental con base en la selección del 10% de entradas más precoces para días a la floración fué 2.6 días más precoces sin afectar el nivel de rendimiento. En el CEA, la predicción del avance genético fué 1 día más precoz con una merma de rendimiento de 100 Kg/ha.

En las entradas seleccionadas por rendimiento y por caracteres agronómicos combinados, siete de ellas coincidieron, por lo tanto la predicción del avance genético fue similar por localidad y a través de dos localidades CEA y Oriental. La predicción de días a floración fue 1 día más tardío y el incremento de rendimiento en alrededor de 500 Kg/ha (Tabla 6, 7).

Las estimaciones de los componentes de variancia se basaron en un ciclo de selección, sin embargo, es necesario considerar que para las estimaciones de los componentes de la variancia genética de una población de maíz se requiere poseer las estimaciones de varios ciclos de selección (Hallauer y Mirando 1982). Por otra parte, para una mejor estimación de las variancias genéticas en la población Amarillo Duro Tardío se haría necesario utilizar diseños genéticos.

La población Amarillo Duro Tardío posee características agronómicas deseables tanto por su buen rendimiento, tipo de grano, características de planta, resistencia a enfermedades foliares, a la pudrición de la mazorca y poca tendencia de macollamiento y por haber mostrado adaptación a distintos ambientes como ha sido reportado en otros estudios (Eguez et. al. 1984).

La limitada información obtenida en el presente reporte y en otros estudios sobre la población Amarillo Duro Tardío nos permite concluir que esta población probablemente posee una variación genética para rendimiento con que pueda responder por selección manteniendo el mismo rango de floración.

BIBLIOGRAFIA

1. Caviedes, M. y Taba, S. 1984. Reporte sobre varios Genotipos de Maíz de tierras Altas en el Ecuador. XI Reunión de Maíceros de la Zona Andina y II Reunión Latinoamericana del Maíz. Palmira, Colombia, 2-7 diciembre.
2. Eguez, J. Taba, S., Moreno, F., Galarza, M. y Rivadeneira, J. 1984. Resultados de Ensayos a nivel de Finca de variedades de maíz de Zona Alta con Pequeños Agricultores del Ecuador, 1983-84. XI Reunión de Maíceros de la Zona Andina y II Reunión Latinoamericana del Maíz. Palmira, Colombia. 2-7 Diciembre, 1984.
3. Hallauer, A.R. and Miranda, J.B. 1982. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State University Press, Ames, Iowa 50010. United States of America.
4. Hallauer, A.R. 1984. Reciprocal Full-Sib Selection in Maize. Crop Sci. 24 (4):755-759.
5. Moll, R.H. and Robinson, H.F. 1967. Quantitative genetic investigations of yield of maize. Der Zuechter 37: 192-199.
6. Moll, R.H. and Stuber, C.W. 1971. Comparisons of response to alternative selection procedures initiated with two populations of maize (*Zea mays* L.). Crops Sci. 11: 706-711.
7. Paliwal, R. L., Sprague, W.E. 1981. Improving Adaptation and Yield Dependability in Maize in the Developing World. CIMMYT, El Batán, México.
8. Vasal, S., Ortega, A. Y Pandey, S. 1981. Programa de Manejo, Mejoramiento y Utilización del Germoplasma de Maíz en el CIMMYT. CIMMYT, El Batán, México.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen la colaboración brindada por el personal técnico de los Programas de Maíz de las Estaciones Experimentales "Santa Catalina" y "Chuquipata" (C.E.A.) del INIAP en la conducción y registro de datos de los ensayos. Igualmente nuestro sincero agradecimiento al Ing. Gabriel Suárez, quién colaboró efectivamente en el procesamiento y análisis de los datos.

TABLA 1. Estimados de componentes de variancia, heredabilidad, coeficientes de variación genética, coeficientes de variación, promedios, para rendimiento en C.E.A., Oriental y Estación Santa Catalina y en C.E.A. Oriental Combinado y C.E.A. -Oriental Estación combinado.

Localidad	COMPONENTES DE VARIANCIA*			h^2	GCV	C.V.	Promedio + DS ton/ha.
	σ^2	σ^2_{GE}	σ^2_G				
C.E.A.	23.02+3.3 +	---	15.19+4.1	56.9	15.1	18.6	8.16+1.52
Oriental S.C.	13.75+1.9	---	7.13+2.2	50.9	16.1	22.3	5.26+1.05
Estación S.C.	23.41+3.3	---	7.61+3.2	39.4	22.2	38.9	3.94+1.19
C.E.A. Oriental	18.39+1.5	1.40+1.3	9.77+1.4	33.0	14.7	20.2	6.71+2.27
C.E.A. Oriental Estación	20.06+1.6	1.88+1.4	8.10+1.8	67.1	15.5	24.2	5.79+2.50

* Los componentes de variancia son error experimental, interacción genotipo x ambiente, variación entre genotipos, respectivamente en toneladas por hectárea x 10.

+ Desviación standard de los componentes de variancia estimados.

TABLA 2. Estimados de componentes de variancia, heredabilidad, coeficientes de variación genética, coeficientes de variación, promedios, para días a floración en C.E.A. y Oriental y en C.E.A. -Oriental combinado.

Localidad	COMPONENTES DE VARIANCIAS*			h^2	GCV	C.V.	Promedio ± DS
	σ^2	σ^2_{GE}	σ^2_G				
C.E.A.	5.2±0.7+	---	2.2±0.8	46.4	1.5	2.4	96.5±2.3
Oriental S.C.	7.3±1.0	---	8.0±1.7	68.6	2.4	2.3	116.4±2.3
C.E.A. Oriental	6.3±0.5	0.7±0.5	4.6±0.6	71.0	2.0	2.3	106.5±10.6

* Los componentes de variancia son error experimental, interacción genotipo x ambiente, variación entre genotipos, respectivamente.

+ Desviación standard de los componentes de variancia estimados.

TABLA 3. Estimados de componentes de variancia, heredabilidad, coeficientes de variación genética, coeficientes de variación, promedios, para altura de planta en C.E.A., Oriental y Estación Santa Catalina y en C.E.A. -Oriental combinado y C.E.A. -Oriental Estación combinado.

Localidad	COMPONENTES DE VARIANCIAS*			h^2	GCV	C.V.	Promedio + DS
	σ^2	σ^2_{GE}	σ^2_G				
C.E.A.	221+31+	---	4+23	3.1	0.6	5.0	300+15
Oriental S.C.	298+42	---	30+33	16.8	1.9	6.0	287+15
Estación S.C.	344+49	---	113+47	39.6	5.6	9.9	188+12
C.E.A. Oriental	248+21	6+16	20+9	24.1	4.2	5.5	293+19
C.E.A. Oriental Estación	288+41	2+19	47+14	49.2	2.7	6.6	258+53

* Los componentes de variancia son error experimental, interacción genotipo x ambiente, variación entre genotipos, respectivamente.

+ Desviación standard de los componentes de variancia estimados.

TABLA 4. Estimados de componentes de variancia, heredabilidad, coeficientes de variación genética, coeficientes de variación, promedios, para altura de mazorca en C.E.A., Oriental y Estación Santa Catalina y en C.E.A. -Oriental combinado y C.E.A. -Oriental Estación combinado.

Localidad	COMPONENTES DE VARIANCIA*			h^2	GCV	C.V.	Promedio + DS
	σ^2	σ^2_{GE}	σ^2_G				
				---	%	---	cm
C.E.A.	559+79+	----	49+61	14.8	3.6	11.4	208+24
Oriental S.C.	371+53	----	51+43	21.5	4.0	10.9	177+17
Estación S.C.	266+38	----	81+36	37.7	8.8	15.9	103+12
C.E.A. Oriental	465+38	-47+16	97+9	51.0	5.1	11.2	192+28
C.E.A. Oriental Estación	399+33	-17+25	77+21	55.8	5.4	12.3	162+49

* Los componentes de variancia son error experimental, interacción genotipo x ambiente, variación entre genotipos, respectivamente.

+ Desviación standard de los componentes de variancia estimados.

TABLA 5. Promedios (\bar{X}_s) de días a floración, rendimiento y diferencias de selección ($\bar{X}_s - \bar{X}_p$) y predicción de avance genético por localidad y combinados para las entradas (10%) más precoces en el análisis combinado de tres localidades.

Localidad		Días a Floración	Rendimiento
			Kg/ha
C.E.A.	\bar{X}_s	94.4	7990
	$\bar{X}_s - \bar{X}_p$	-2.1	-177
	Predicción +	-1.0	-100
Oriental S.C.	\bar{X}_s	111.5	5508
	$\bar{X}_s - \bar{X}_p$	-4.9	248
	Predicción	-3.4	126
Estación S.C.	\bar{X}_s		4136
	$\bar{X}_s - \bar{X}_p$		217
	Predicción		86
C.E.A. Oriental	\bar{X}_s	102.9	6749
	$\bar{X}_s - \bar{X}_p$	-3.6	36
	Predicción	-2.6	12
C.E.A. Oriental Estación	\bar{X}_s		5854
	$\bar{X}_s - \bar{X}_p$		66
	Predicción		44

+ Predicción = $(\bar{X}_s - \bar{X}_p) \times H^2$

TABLA 6. Promedios (\bar{X}_s) de días a floración, rendimiento y diferenciales de selección ($\bar{X}_s - \bar{X}_p$) y predicción de avances genéticos por localidad y combinados para las entradas (10%) con mayor rendimiento en el análisis combinado de tres localidades.

Localidad		Días a Floración	Rendimiento
			Kg/ha
C.E.A.	\bar{X}_s	97.3	10264
	$\bar{X}_s - \bar{X}_p$	0.8	2097
	Predicción +	0.4	1193
Oriental S.C.	\bar{X}_s	117.8	6464
	$\bar{X}_s - \bar{X}_p$	1.4	1203
	Predicción	1.0	613
Estación S.C.	\bar{X}_s		5822
	$\bar{X}_s - \bar{X}_p$		1886
	Predicción		743
C.E.A. Oriental	\bar{X}_s	107.6	8364
	$\bar{X}_s - \bar{X}_p$	1.1	1650
	Predicción	0.8	545
C.E.A. Oriental Estación	\bar{X}_s		7537
	$\bar{X}_s - \bar{X}_p$		1749
	Predicción		1173

+ Predicción = $(\bar{X}_s - \bar{X}_p) \times h^2$

TABLA 7. Promedios (\bar{X}_s) de días a floración, rendimiento y diferenciales de selección ($\bar{X}_s - \bar{X}_p$) y predicción de avance genético por localidad y combinados para las entradas (10%) seleccionadas por sus mejores características agronómicas en análisis combinado de tres localidades.

Localidad		Días a Floración	Rendimiento Kg/ha
C.E.A.	\bar{X}_s	97.8	9987
	$\bar{X}_s - \bar{X}_p$	1.3	1820
	Predicción +	0.6	1035
Oriental S.C.	\bar{X}_s	118.0	6592
	$\bar{X}_s - \bar{X}_p$	1.6	1332
	Predicción	1.1	678
Estación S.C.	\bar{X}_s		5856
	$\bar{X}_s - \bar{X}_p$		1920
	Predicción		757
C.E.A. Oriental	\bar{X}_s	107.9	8290
	$\bar{X}_s - \bar{X}_p$	1.4	1576
	Predicción	1.0	520
C.E.A Oriental Estación	\bar{X}_s		7485
	$\bar{X}_s - \bar{X}_p$		1697
	Predicción		1139

+ Predicción - $(\bar{X}_s - \bar{X}_p) \times h^2$