

# EVALUACION DE LA PRIMERA GENERACION DE CRUCES INTERVARIETALES DE MAIZ EFECTUADA EN DOS EPOCAS Y TRES LOCALIDADES DE LA REPUBLICA DE PANAMA

Césareo Alvarado, Jr. y  
Ezequiel Espinosa S.

**INTRODUCCION.**—El maíz es uno de los principales cultivos en Panamá y constituye una de las fuentes básicas para la alimentación del agricultor, su familia y gran parte de los animales domésticos. En el periodo de 1950-1959 este cereal ocupó el segundo lugar en cuanto a superficie y volumen de cosecha, abteniéndose un rendimiento medio de 900 Kgrs./Ha. Este rendimiento unitario es bajo y ello se puede atribuir al limitado uso de variedades mejoradas, falta de buenas prácticas culturales, e incidencia de plagas y enfermedades.

La obtención de una alta producción de maíz por unidad de superficie permitiría disponer de una mayor fuente de alimento y redundaría en mayores ingresos para el agricultor permitiendo elevar el nivel de vida de la población rural. De allí la necesidad de una constante investigación con miras a obtener variedades de alta producción adaptadas a nuestro medio, divulgar mejores prácticas de cultivo, buscar los medios más eficaces para controlar los insectos y enfermedades que limitan la producción.

El presente estudio fue realizado con el doble propósito de:

1. Comparar cruces entre variedades de maíz amarillo proveniente de tres regiones tropicales a base de su rendimiento, y
2. Estudiar el comportamiento de 5 cruces intervarietales y de sus progenitores en 3 regiones de Panamá durante 2 épocas del año.

De acuerdo con muchos investigadores los híbridos varietales sobrepasan en rendimiento a sus progenitores debido a la manifestación de heterosis. Según algunos autores son de esperarse mayores rendimientos de los cruces intervarietales cuando los progenitores son variedades rendidoras y difieren especialmente en tipo de grano. En el concepto de otras el vigor híbrido de un cruce será mucho mayor cuanto más distante es

el parentesco y adaptación de los progenitores empleados en el cruce.

Los resultados recopilados en 1959-1960 en los 6 países que participan en el Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento del maíz, indican que los cruces entre variedades procedentes del área del caribe con variedades de México y Hawaii fueron las mejores entre un gran número de híbridos varietales probados en ese programa.

**MATERIALES Y METODOS.**—Los ensayos se hicieron bajo condiciones de riego en la estación seca y en la primera etapa de la estación lluviosa de 1962 en tres localidades de la región costanera sur del país y en los siguientes centros experimentales del Ministerio de Agricultura a) En el campo experimental No. 1 situado en las cercanías de David en la región occidental del Istmo. b) En el campo experimental No. 3 localizado cerca de Chitré en la península de Azuero y c) En la estación experimental agropecuaria de Divisa situada en la región central del país.

En las tres localidades el suelo de las parcelas experimentales es de textura arcillosa y de reacción moderadamente ácida, sin embargo, el grado de fertilidad y el contenido de materia orgánica difiere considerablemente en los tres lugares. En cuanto a la precipitación pluvial, la región de Chitré es la más seca de las tres localidades donde se hicieron los ensayos.

El diseño experimental empleado fue el de bloques completos al azar con cuatro repeticiones en cada una de las tres localidades durante las dos épocas. El tamaño de las parcelas para cada cruce o progenitor fue de 20 metros cuadrados o dos surcos de 10 metros de longitud con uno de separación.

Los cruces y las variedades progenitoras con su respectivo nombre, origen y tipo de grano se dan a continuación:

Variedades progenitoras			Cruces Intervarietales
Nombre	Origen	Tipo de Grano	Nombre
Hawaii 5	Hawaii	semidentado	Hawaii 5 x PD (MS) 6
PD (MS) 6	Cuba	crystalino	" " " Cuba 40
Cuba 40	Cuba	crystalino	" " " SLP. 104
SLP. 104	México	dentado	SLP. 104 x PD (MS) 6
			Cuba 40 x SLP. 104

**RESULTADOS.**—Durante el período que duraron las pruebas, las condiciones fueron favorables para el cultivo del maíz en las tres localidades excepto por una excesiva precipitación pluvial observada en las regiones de Chiriquí y Divisa durante la etapa inicial del desarrollo de las plantas en los meses de junio y julio. Las plagas y malas hierbas no afectaron la producción, ya que se controlaron oportunamente con aplicaciones de insecticidas al follaje y deshierbes periódicos. Durante la estación seca se regaron las parcelas experimentales de acuerdo a las necesidades del cultivo.

En base al análisis de variancia (cuadro 1) de los datos de rendimiento realizados en cada una de las tres localidades durante las dos épocas se presentan las agrupaciones del cuadro 2. Las diferencias mínimas significativas fueron computadas al 5% de probabilidades, por medio de la prueba de rango múltiple de Duncan. En el cuadro 3 se presenta el aumento de rendimiento del mejor progenitor y del promedio de las variedades que intervinieron en el cruce. En el cuadro 4 se resumen los rendimientos de los cruces y variedades incluidas en este estudio, en las localidades sembradas.

**Cuadro 1.—Análisis de variancia del rendimiento de grano en kilogramos por hectárea de los seis ensayos combinados.**

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valores de F
Experimentos	(5)	137.276.767		
Localidades	2	21.334.264	10.667.132	16.6 **
Épocas	1	102.959.076	102.959.076	160.8 **
Localidades x Épocas	2	12.983.426	6.491.713	10.14**
Error (a)	18	11.523.420	640.190	
Repeticiones en los exp.	23	148.800.186	6.469.573	
Variedades	8	22.405.525	2.800.691	18.04**
Variedades x localidades	16	3.630.885	226.930	1.97*
Variedades x épocas	8	626.961	78.370	0.50
Variedades x localidades x épocas	16	2.880.285	180.018	1.16
Error (b)	144	22.351.088	155.216	
Total	215	200.694.930		

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

**Cuadro 2.—Prueba de rango múltiple de Duncan de los Rendimientos medios.**  
(Las líneas sólidas indican que no existe diferencia significativa entre las variedades).

S.L.P. 104 x PD(MS)6	3.323	
Hawaii 5 x S.L.P. 104	3.307	
Hawaii 5 x Cuba 40	3.152	
Cuba 40 x S.L.P. 104	3.118	
Hawaii 5 x PD(MS)6	2.910	
Hawaii 5	2.721	
S.L.P. 104	2.634	
Cuba 40	2.499	
PD(MS)6	2.438	

**Cuadro 3.—Aumento de rendimiento de los cinco cruces intervarietales con respecto al mejor progenitor y al promedio de sus dos progenitores expresado en porcentaje.**

Cruce Intervarietal	Aumento sobre el mejor progenitor	Aumento sobre el promedio los dos progenitores
S.L.P. 104 x PD(MS)6	26.16	31.03
Hawaii 5 x S.L.P. 104	25.55	23.53
Hawaii 5 x Cuba 40	15.83	20.27
Cuba 40 x S.L.P. 104	18.37	21.51
Hawaii 5 x PD(MS)6	6.94	12.83

**Cuadro 1.—Rendimiento de grano en kilos por hectárea y la prueba de Rango Múltiple de Duncan de 5 cruces y sus progenitores, Panamá 1962-63.**

E P O C A   S E C A					
CHIRIQUI		CHITRE		DIVISA	
Hawaii 5 x SLP. 104	4507	Hawaii 5 x Cuba 40	4427	Cuba 40 x SLP. 104	3704
Cuba 40 x SLP. 104	3986	SLP. 104 x PD(MS) 6	4415	SLP. 104 x PD(MS) 6	3704
SLP. 104 x PD(MS) 6	3964	Hawaii 5 x SLP. 104	4209	Hawaii 5 x SLP. 104	3591
Hawaii 5 x Cuba 40	3855	Hawaii 5 x PD(MS) 6	3986	SLP. 104	3295
Hawaii 5 x PD(MS) 6	3601	Hawaii 5	3716	Hawaii 5 x Cuba 40	3265
Hawaii 5	3382	Cuba 40 x SLP. 104	3628	Hawaii 5 x PD(MS) 6	3118
SLP. 104	3358	Cuba 40	3513	Hawaii 5	2963
Cuba 40	3325	SLP. 104	3416	Cuba 40	2875
PD(MS)6	3139	PD(MS) 6	3282	PD(MS) 6	2480

E P O C A   L L U V I O S A

SLP. 104 x PD(MS) 6	2163	SLP. 104 x PD(MS) 6	3172	Cuba 40 x SLP. 104	2632
Hawaii 5 x SLP. 104	2108	Hawaii 5 x Cuba 40	3099	Hawaii 5 x Cuba 40	2559
Cuba 40 x SLP. 140	1809	Hawaii 5 x SLP. 104	3080	SLP. 104 x PD(MS) 6	2523
Hawaii 5 x Cuba 40	1703	Cuba 40 x SLP. 104	2952	Hawaii 5 x PD(MS) 6	2371
Cuba 40	1592	Hawaii 5	2772	Hawaii 5 x SLP. 104	2352
PD(MS) 6	1559	Cuba 40	2539	Hawaii 5	2199
SLP. 104	1491	SLP. 104	2501	PD(MS) 6	1788
Hawaii 5 x PD(MS) 6	1299	PD(MS) 6	2129	SLP. 104	1743
Hawaii 5	1228			Cuba 40	1722

Las líneas paralelas a los rendimientos indican que los rendimientos incluidos dentro de ellas no difieren significativamente entre sí.

**Cuadro 4.—Características agronómicas generales de los cinco cruces intervarietales y sus progenitores.**

Cruces y variedades	Características de la planta							Características de la Mazorca				
	Días a flor	Días a Cosecha	Diámetro	Número de Nudos	Long. entrenudos (cms)	Altura de Plantas (cms)	Altura de Mazorca (cms)	Longitud (cms)	Diámetro en (cms)	Número de Hileras	% desgrane	
Hawaii 5												
x												
PD (MS) 6	57	117	2.4	15	17.3	301	152	19.1	4.6	16	77.5	
Hawaii 5												
x												
Cuba 40	57	117	2.3	14	17.4	296	161	18.4	4.3	14	77.7	
Hawaii 5												
x												
S.L.P. 104	57	117	2.2	14	17.5	301	153	18.2	4.3	12	81.1	
S.L.P. 104												
x												
PD (MS) 6	58	118	2.2	15	16.5	314	165	17.3	4.3	14	78.5	
Cuba 40												
x												
S.L.P. 104	58	118	2.0	14	17.6	298	151	19.4	4.2	14	78.5	
Hawaii 5	55	115	2.2	14	17.0	186	141	17.0	4.3	12	80.7	
PD (MS) 6	60	120	2.2	14	17.2	311	156	17.2	4.1	14	75.9	
Cuba 40	58	118	2.0	14	15.8	283	149	18.1	4.5	16	75.2	

Una vez analizados por separado los resultados obtenidos en cada una de las tres localidades durante las dos épocas, se reunieron los datos con el propósito de hacer el análisis combinado. El análisis de variancia presentado en el cuadro 1, indica valores de F altamente significativos para variedades, localidades y épocas. La interacción variedad x localidad fué significativa al 5% de probabilidades y la interacción localidad x época fué altamente significativa.

La gran diferencia observada entre las localidades se puede atribuir principalmente a que la precipitación pluvial en las 3 regiones varió considerablemente durante la segunda época en que se realizó el ensayo y tal vez, hasta cierto grado, a diferencias en el nivel de fertilidad del suelo. En cuanto a época de siembra la diferencia también fué marcada ya que bajo condiciones de riego los rendimientos fueron mucho más altos que bajo condiciones de lluvia natural.

Los cruces S.L.P. 104 x PD (MS) 6 y Hawaii 5 x S.L.P. 104 superaron estadísticamente a el cruce Hawaii 5 x PD (MS) 6 y también a las cuatro variedades progenitoras. Los otros dos cruces Hawaii 5 x Cuba 40 y S.L.P. 104 también supera-

ron a las variedades progenitoras pero no a el cruce Hawaii 5 x PD (MS) 6. Este último híbrido varietal no logró superar estadísticamente a una de sus variedades progenitoras: Hawaii 5.

El hecho de que la interacción variedad x localidad es significativa puede explicarse como debido a que los cruces y variedades no mantuvieron el mismo rango en las tres localidades; en cambio su comportamiento relativo fué casi similar en las dos épocas de siembra dando por resultado que la interacción variedad x época y la de variedad x localidad x época no alcanzarán el nivel de significación estadística.

El vigor híbrido medido a base del incremento en el rendimiento de los cruces intervarietales sobre su mejor progenitor y sobre el promedio de los dos progenitores empleados se presenta en el cuadro 3. En este cuadro se demuestra definitivamente la superioridad de los Cruces S.L.P. 104 x PD (MS) 6 y Hawaii 5 x S.L.P. 104 con las que se obtuvieron respectivamente 26.16% y 25.55% de aumento sobre el rendimiento del mejor progenitor.

**CONCLUSIONES.**—De los resultados de este

ensayo se pueden deducir las siguientes conclusiones generales:

1. Los cruces intervarietales pueden utilizarse como método de mejoramiento bajo las condiciones en que se llevó a cabo el estudio, siempre que se utilice el material genético adecuado.
2. Los cruces S.L.P., 104 x PD (MS) 6 y Hawaii 5 x S.L.P. 104, fueron las más rendidores, sin embargo, la coloración amarilla intensa y el tipo de grano semicristalino de el primer cruce lo haría de mejor aceptación en Panamá. El cruce Hawaii 5 x S.L.P. 104 tiene tipo de grano harinoso y de coloración amarillo menos intenso.
3. La manifestación de heterosis en los cruces intervarietales ocasionó aumentos en el rendimiento que varían desde 6.9 a 26.2% sobre el mejor progenitor y desde 12.8 a 31.0% sobre el promedio de los progenitores.
4. El cultivo del maíz en Panamá durante la estación seca y bajo condiciones de riego ofrece un ambiente más favorable para el desarrollo de las plantas que en la época lluviosa y a ello se atribuyen gran parte los buenos rendimientos alcanzados durante el verano.
5. La interacción variedad x localidad fué significativa al 5% lo cual indica que al recomendar una u otra cruza en las localidades donde se hizo el estudio debe procederse con cierta reserva.
6. Bajo las condiciones en que se llevó a cabo el ensayo, la época de siembra no afectó de manera marcada el comportamiento relativo de los cruces y variedades estudiadas.