

Evaluación de Cultivares de Maíz de Grano Amarillo en 9 Zonas Productoras de Panamá¹

Daniel Pérez, Andrés González², Nivaldo De Gracia², Ricardo Hernández², Eric Quiróz²,
Ismael Camargo³, Alfonso Alvarado⁴

COMPENDIO

Se evaluaron híbridos y variedades del Programa Nacional de Panamá e híbridos comerciales y experimentales de compañías privadas que distribuyen semilla en el país, para determinar adaptación, rendimiento y principales características agronómicas. El estudio fue realizado por el Programa de Maíz del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, (IDIAP) en 9 localidades.

Del análisis combinado se encontró diferencias significativas entre las localidades, entre los cultivares y la interacción tratamiento x localidad, destacándose las localidades de Paraíso, Las Tablas y La Honda. En cuanto a los cultivares los mejores rendimientos se obtuvieron con el híbrido local P-8812 y los híbridos experimentales 477x372 y 477x375 obtuvieron rendimientos de 5089, 5056 y 4915 kg/ha respectivamente, superando al híbrido comercial X-3214 y experimental XL-604. La interacción muestra que la respuesta de algunos materiales varía de acuerdo a las condiciones de la localidad.

Los cultivares que resultaron con los mejores índices de estabilidad fueron Guararé-8128, XL-604, P-8802, TOC-80A, TOC-7428 y (477 x 304).

Palabras claves adicionales: híbridos, *Zea mays* L., estabilidad.

INTRODUCCIÓN

El Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, en su programa de investigación en maíz, ha logrado desarrollar variedades de polinización abierta, adaptada a las condiciones ecológicas de las principales áreas productoras de maíz.

Las variedades liberadas por el IDIAP, no han sido adoptadas por la totalidad de los productores mecanizados y semimecanizados por considerar éstos que obtienen mejores resultados con los híbridos importados.

En 1986, con el apoyo del CIMMYT, se inician las evaluaciones de cruza dialélicas, para determinar ACG y ACE, identificando híbridos dobles y triples predichos con rendimiento de grano superior y/o similar a los obtenidos con los híbridos simples de distribución comercial en el país.

Durante los años de 1987 y 1988, el programa evaluó en campos experimentales y fincas de productores los mejores híbridos predichos, identificando híbridos simples, triples y dobles con rendimiento y otras características agrón-

ABSTRACT³

Maize varieties and hybrids from the Panama National Program and experimental and commercial hybrids from private companies which distribute seed in Panama were evaluated in order to determine yield, agronomic characteristics and general adaptation. This study was conducted by the Maize Program of the Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) at 9 different locations.

From the combined analysis, significant differences were found between locations, cultivars and a significant cultivar by location interaction was present, with the locations Paraíso, Las Tablas and La Honda having much higher yields. The highest grain yields for the entries evaluated were obtained with hybrid P-8812 and experimental hybrids 477x372 and 477x375 (5.09, 5.06 and 4.91 t/ha respectively). All three were superior to the commercial hybrids X-3214 and XL-604. The significant interaction between cultivar and location means that some of the materials evaluated have different responses by location.

The cultivars having improved stability parameters were Guararé-8128, XL-604, P8802, TOC-890A and TOC-7428.

micas superiores a las del híbrido comercial X-304C, del cual se comercializan más de 200 toneladas de semilla por año.

En las actividades de 1989, en el ensayo uniforme de rendimiento sembrado en 9 localidades nuevamente fueron evaluados los mejores híbridos y variedades del programa nacional, híbridos importados e híbridos desarrollados por el Programa Regional de Maíz de Centroamérica Panamá y El Caribe con los siguientes objetivos:

a) Comprobar el comportamiento de los mejores híbridos desarrollados por el IDIAP.

¹ Trabajo presentado en la XXXVI Reunión Anual del PCCMCA, San Salvador, El Salvador, C. A., marzo, 1990.

² Investigadores del Programa de Maíz del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.

³ Investigador responsable de producción de híbridos de maíz del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.

⁴ Jefe del programa de Maíz del Instituto de Investigación Agropecuario de Panamá.

⁵ El abstract es traducción del compendio.

Publicado en Agronomía Mesoamericana, Vol. 2 (1991).

b) Determinar los parámetros de estabilidad que permitan describir los genotipos de acuerdo a su respuesta a través de ambientes contrastes.

c) Permitir a los agricultores apreciar las características agronómicas favorables y rendimiento de grano de los mejores híbridos o variedades evaluados.

REVISIÓN DE LITERATURA

Las pruebas de comportamiento de variedades cuando se realizan convencionalmente ofrecen información sobre la interacción genotipo-ambiente, pero no dan idea de la estabilidad de las variedades evaluadas (Córdova, 1978). De allí que el análisis de estabilidad es un buen instrumento en la identificación de germoplasma de gran potencial para los programas de mejoramiento.

Eberhart y Russel (1966) presentaron un modelo para determinar la estabilidad de variedades de maíz a través de cambios ambientales, y definen una variedad estable como aquella con media de rendimiento alta, respuesta a índices ambientales de $B_i = 1.0$ y con desviaciones de regresión (S_{di}) tan pequeña como sea posible.

Varios investigadores Hallauer y Sears (1969) Eberhart (1971), y Darrah *et al.* (1972) han demostrado con resultados teóricos y empíricos que cuando se integran variedades de rendimiento similares en un complejo el promedio de rendimiento de éste es mayor que el promedio de las variedades progenitoras.

Velasquez *et al.* (1979) propone el método de mejoramiento paralelo que permite simultáneamente la formación de variedades de libre polinización e híbridos de maíz, en base a poblaciones mejoradas por hermanos completos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Prueba Regional de maíz del IDIAP, involucra la evaluación de cultivares del Programa Nacional, Programa de Centroamérica, Facultad de Ciencias Agropecuarias de Panamá, y Compañías Privadas Extranjeras, los cuales se presentan en el Cuadro 1. Estos fueron evaluados bajo un diseño de bloques completos al azar en 9 localidades de Panamá. La parcela experimental constó de dos surcos de 5 metros de largo, y la parcela útil es de 44 plantas, teóricamente.

Las variables estudiadas fueron: días a flor, altura de planta y mazorca, acame del tallo y de raíz, enfermedades importantes, número total y pudrición de mazorca y rendimiento de grano al 15% de humedad.

Cuadro 1 Cultivares de Maíz de grano amarillo evaluados en la Prueba Regional del IDIAP. Panamá

	NOMBRE	ORIGEN
1.	P-8814	IDIAP
2.	P-8822	IDIAP
3.	477x336	Programa C.A.
4.	477x372	Programa C.A.
5.	P-8824	IDIAP
6.	P-8812	IDIAP
7.	Guararé-8128	IDIAP
8.	Munneng-842-7	IDIAP
9.	XL-604	Dekalb
10.	H-201	TACSA
11.	XL-678	Dekalb
12.	P-8802	IDIAP
13.	Alanje-1	IDIAP
14.	477x304	Programa C.A.
15.	X-3214	Pioneer
16.	P-8804	IDIAP
17.	TOC-80A	Fac.Ciencias Agrop.
18.	477x375	Programa C.A.
19.	X-304C	Pioneer
20.	TOC-7428	Fac.Ciencias Agrop.

Cuadro 2 Características Agronómicas y Rendimiento de grano en kg/ha al 14 % de humedad de Híbridos y variedades comerciales y experimentales de grano amarillo, evaluadas en seis localidades de la región de Azuero. Panamá 1989B.

Entrada	Rend. kg/ha	Días a flor	Altura maz.	Acame tallo %	Pudrición maz. %	% sobre X-3214
P-8812	5662	57	124	18.8	9.5	114
477x375	5379	56	116	18.3	9.5	108
477x372	5377	55	114	16.3	6.4	108
XL-604	5189	58	119	18.1	9.2	105
P-8814	5179	57	118	21.9	12.8	104
P-8802	5070	56	114	18.5	10.9	102
X-3214	4963	58	124	31.0	11.1	----

X Rendimiento: 4644 kg/ha ; C.V.: 12.7%; DMS : 303

Cuadro 3 Análisis de Varianza Combinado de 20 cultivares de Maíz en seis localidades

FUENTE DE VARIACION	GL	C. M.	F.01
LOCALIDAD	5	19.97	**
REP. (LOC)	18	2.30	
TRATAMIENTO	19	8.67	**
LOC*TRAT	95	0.62	**

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2, se presentan las medidas de las

Cuadro 4 Características Agronómicas y Rendimiento de grano en kg / ha al 15 % de humedad de Variedades e Híbridos de Maíz comerciales y experimentales en 9 localidades de Panamá, 1989-90.

ENTRADA	Días a flor	Altura (cms)		Acame tallo %	No. Plantas cosechadas	No. Mazorcas		Cobertura mazorca	Rendimiento kg / ha
		planta	mazorca			totales	podridas		
P-8812	58	237	121	20.1	41	39	12.7	10.2	4958
477x372	56	226	111	14.4	42	42	7.5	5.6	4951
477x375	56	223	113	18.8	43	42	14.3	6.9	4818
P-8802	56	223	113	21.4	42	42	11.6	4.4	4586
XL-604	58	221	117	15.8	42	42	13.0	5.1	4585
P-8814	58	237	117	20.8	41	38	15.6	10.7	4573
X-3214	58	242	123	31.4	40	40	12.2	6.3	4542
P-8822	56	229	115	24.1	41	41	9.6	4.7	4528
P-8824	56	227	117	19.8	42	41	10.4	7.2	4333
477x304	55	211	103	16.5	42	41	7.6	3.8	4320
P-8804	57	223	108	26.8	41	40	8.2	4.6	4137
TOC-7428	57	235	122	19.9	41	38	13.1	5.4	4075
MUNENG-8428	56	220	108	14.5	41	39	10.9	7.1	3951
477x336	58	218	108	16.9	40	37	13.0	15.5	3887
X-304C	56	235	117	20.9	41	38	14.7	4.7	3840
ALANJE-1	57	228	120	23.0	40	37	10.5	4.1	3832
G-8128	58	236	121	15.1	40	38	11.8	6.2	3762
XL-678	59	231	126	17.7	41	38	15.8	6.3	3730
TOC-80A	57	234	119	19.7	40	35	14.7	5.2	3473
H-201	54	213	106	20.4	38	36	13.8	9.0	2968
X	57	227	115	19.8	41	39	12.0	6.5	4192

C.V. : 14.8 ; DMS. : 258

características agronómicas y rendimiento de grano obtenidas a través de 6 localidades de la Región de Azuero, principal productora de maíz de la República. Se puede apreciar que la mayor incidencia de acame de tallo y un alto porcentaje de pudrición de mazorca correspondió al híbrido comercial X-3214 que fue superado en rendimiento por 5 híbridos nacionales y 1 híbrido experimental de DEKALB (XL-604). La media de rendimiento varió de 3194 a 5662 kg/ha, correspondiendo los mejores rendimientos a los híbridos P-8812, 477x375 y 477x372 con 5662, 5379 y 5377 kg/ha respectivamente.

En el cuadro 3 se presenta el análisis de varianza combinado de los cultivares a través de seis localidades, encontrándose diferencias altamente significativas para localidades, tratamiento y la interacción.

En el Cuadro 4 se presenta las medias de rendimiento y otras características agronómicas de los cultivares evaluados a través de 9 localidades. Los coeficientes de variación estimados fluctuaron desde 8.9 en Río Hato, hasta 20.5% en Las Tablas (Ver Cuadro 6), la mayoría de ellos estuvieron dentro del rango de confiabilidad. La media de rendimiento varió desde 2.97 (E-201) hasta 4.96 (P-88 12) t/ha. El mejor híbrido comercial X-3214 con rendimiento de 4.5, t/ha, fue superado significativamente por los híbridos triples P-8812, 477x372 y 477x375 del programa nacional.

El análisis combinado de los 20 cultivares a través de nueve localidades se muestran en el cuadro 5, obteniéndose diferencias altamente significativas para tratamiento,

Cuadro 5 Análisis de varianza combinado de 20 cultivares en 9 localidades

FUENTE	G.L.	C.M.	F. 01
LOCALIDAD	8	57.17	**
REP (LOC)	27	1.96	
TRAT.	19	9.88	**
LOC*TRAT.	152	0.67	**

Cuadro 6 Medias de cinco características agronómicas de 9 cultivares evaluados en 9 localidades de Panamá. 1989-90.

Entrada	Rend. kg / ha	Días a flor	Altura mazorca	Acame tallo %	Cobertura maz. %	% sobre X-304C
P-8812	4958	58	121	19.0	9.7	129
477x372	4951	55	111	14.4	5.6	129
477x375	4818	56	113	18.8	6.8	125
P-8814	4573	58	117	20.8	9.8	119
477x304	4320	55	103	16.5	3.6	113
477x336	3887	58	108	16.9	14.1	101
X-304	3840	56	117	21.0	4.3	100
G-8128	3762	58	121	15.1	5.9	98
H-201	2968	54	106	20.4	6.1	77

X Rendimiento: 4287 kg/ha ; C.V. : 11.6;

localidades y tratamiento X localidades.

En el Cuadro 6, se incluyen algunas características agronómicas y rendimiento de grano de 9 cultivares del programa Nacional y de Centro América evaluados en 9 localidades comparados con los dos híbridos importados que más se siembran en el país. El híbrido comercial X-304C, ampliamente sembrado en el país (200-250 toneladas de semilla importada anualmente) por los agricultores mecanizados, fue superado significativamente en rendimiento por 6 híbridos del programa nacional.

Las medias de rendimiento, las diferencias mínimas significativas y los coeficientes de variación obtenidos en las diferentes localidades se presentan en el cuadro 7. Los rendimientos más altos se obtuvieron en la localidad de Paraíso, y en La Honda, a pesar de que en esta última fue escasa la precipitación pluvial, además de la presencia de un período de estrés, ocurrido 10 días antes de inicio de floración. Los datos de rendimiento y otras características agro-

Cuadro 7 Rendimiento promedio de 20 cultivares en 9 ambientes de Panamá. 1989

Localidades	Rendimiento kg / ha	D.M.S.	C.V.
PARITA	4531	988	15.4
LA HONDA	4792	668	10.7
PARAISO	5424	933	11.9
GUARUMAL	2803	745	18.8
EL PITO	3222	710	15.6
LAS TABLAS	4789	139	20.5
GUARARE	4243	692	11.5
EL MANANTIAL	4105	654	11.3

Cuadro 8 Medias de seis características agronómicas de 9 cultivares evaluados en 12 localidades de Panamá. 1989-90.

Entrada	Rend. kg / ha	Días a flor	Altura Maz.	Acame tallo %	Cobertura maz. %	% sobre X-304C
477x375	4957	56	112	19.9	6.9	127
P-8812	4949	56	108	15.6	5.8	127
477x372	4866	58	112	23.1	9.6	124
P-8814	4617	58	113	22.8	8.7	118
477x304	4287	55	101	18.9	5.2	109
477x336	4108	58	103	14.1	12.9	105
X-304C	3910	58	115	18.4	6.2	100
G-8128	3877	55	111	17.2	6.4	99
H-201	3013	54	105	25.4	5.6	77

X Rendimiento: 4168 kg / ha; C.V. : 20.5;

nómicas, obtenidos mediante el análisis combinado para 12 localidades, se muestran en el Cuadro 8; en el mismo se puede apreciar que los híbridos nacionales superan en rendimiento a los híbridos importados. El X-304C, fue superado en 27,27 y 24% de rendimiento por los híbridos 477x375, P-8812 y 477x372 respectivamente.

En el análisis de estabilidad (Cuadro 9) realizado para las 20 entradas a través de 9 localidades, los híbridos P-8802, 477x304 y XL-604 presentaron un mayor grado de estabilidad (Figura 1 y 2) además de alto rendimiento; las variedades de polinización abierta TOC-7428 y TOC-80A mostraron buena estabilidad pero sus rendimientos fueron bajos.

El análisis combinado para 9 cultivares comunes a través de 12 localidades se presentan en el cuadro 10, se observa que hay diferencias significativas para tratamiento, localidades y para la interacción.

Cuadro 9 Rendimiento, Coeficiente de Regresión y Desviaciones de Regresión de 20 entrada en 9 localidades. 1989.

Entrada	kg / ha	B _i	S _{di}
P-8812	4958	1.331	0.168
477x372	4951	0.852	0.118
477x375	4817	1.162	0.079
P-8802	4663	1.084	0.116
XL-604	4584	1.165	0.149
P-8814	4573	1.358	0.119
P-8822	4528	0.928	0.163
X-3214	4430	1.423	0.263
P-8824	4333	0.939	0.125
477x304	4319	0.999	0.085
P-8804	4137	0.935	0.230
TOC-7428	4019	1.076	0.204
MUNNENG-8227	3951	0.851	0.193
477x336	3887	0.698	0.413
X-304C	3840	0.766	0.132
ALANJE-1	3832	0.892	0.109
G-8128	762	1.065	0.066
XL-678	3730	1.208	0.183
TOC-80A	3473	1.056	0.117
H-201	2968	0.661	0.177

Cuadro 10 Análisis de varianza combinado de 9 variedades en 12 localidades.

FUENTE	G.L.	C.M.	F.01
LOCALIDAD	11	24.32	**
REP (LOC)	36	1.17	
TRAT.	8	19.76	**
LOC*TRAT.	88	0.73	**

CONCLUSIONES

1. Los híbridos triples del programa nacional P-8812 (477x375) y (477x372), evaluados en 6 localidades de la Región de Azuero, mostraron superioridad en rendimiento y otras características agronómicas sobre el híbrido comercial X-3214.

2. Los híbridos triples P-8812, (477x372) y (477x375),

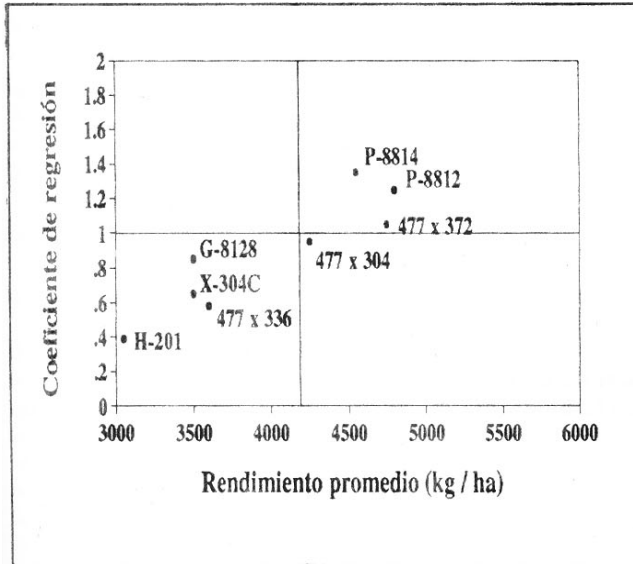


Figura 1 Relación entre adaptación (coeficiente de regresión) y el rendimiento promedio de 9 entrada en 12 localidades de Panamá.

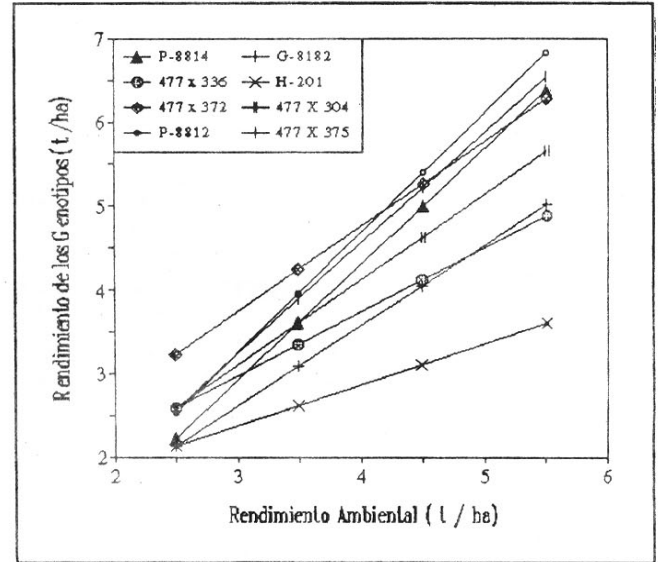


Figura 2 Líneas de Regresión de 9 variedades evaluadas en 9 localidades en Panamá.

superaron en rendimiento a los híbridos comerciales X-3214, X-304C y H-201, evaluados en 9 localidades de las provincias de Herrera, Los Santos, Coclé y Veraguas.

3. Los híbridos triples (477x375) P-8812, (477x372) y P-8814, comunes para la prueba regional y la evaluación de híbridos nacionales, realizada en 9 localidades del país, nuevamente mostraron superioridad sobre los híbridos importados X-304C y H-201.

4. Los híbridos P-8802 y (477x304), mostraron un mayor grado de estabilidad a través de las 9 localidades, evaluadas, además de presentar altos rendimientos.

RECOMENDACIONES

1. Liberar para uso comercial los híbridos triples del programa nacional P-8812 y P-8814, dada su estabilidad en diversidad de ambientes y altos rendimientos.

2. Continuar con la evaluación de los híbridos triples (477x304), (477x372), (477x375), ya que los mismos mostraron superioridad en rendimiento y otras características agronómicas sobre los híbridos comerciales X-304C y H-201.

BIBLIOGRAFIA

- CARBALLO. C. A. y MARQUEZ, S. P. 1970. Comparación de variedades de maíz de El Bajío y La Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. *Agro-Ciencias* 5(1): 129-146.
- CORDOVA. H. S. 1978. Uso de parámetros de estabilidad para evaluar el comportamiento de variedades. Guatemala, ICTA 35 p.
- DARRAH L. L. S. A.; EBERHART; L. H. PENNY. 1972. A maize breeding methods study in Kenya. *Crop Sci.* 12:605-608.
- EBERHART. S. A. and W. A. RUSSEL. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.* 6:36-40.
- EBERHART, S. A. 1971. Regional maize dialles with U.S. and semi-exotic varieties. *Crop Sci.* 11:911-914.
- HALLAUER. A. R.; J. H. SEARS. 1968. Second phase in the Evaluation of synthetic varieties of maize for yield. *Crop Sci.* 8:448-451.
- VELASQUEZ, R.; CORDOVA, H. y POEY, F. 1979. Selección de hermanos completos por el método perse y mestizos para la formación de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) XXV Reunión Anual del PCCMCA. Tegucigalpa, Honduras.