

Sahagún Castellanos, Luis; Barrera Gutiérrez, Erasmo; Márquez Sánchez, Fidel; Gómez Montiel, Noel; Trujillo Campos, Alberto; Castro García, Humberto; Coutiño Estrada, Bulmaro; Carrera Valtierra, José Alfredo; Castellanos Sánchez, Alejandro; Luévano Valdez, José María

Evaluación de variedades de maíz del CENREMMAC mejoradas por retrocruza limitada para resistencia a sequía

Revista de Geografía Agrícola, Núm. 40, enero-julio, 2008, pp. 91-100

Universidad Autónoma Chapingo

México

Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=75711534008>

Revista de
GEOGRAFÍA AGRÍCOLA
estudios regionales de la agricultura mexicana

Revista de Geografía Agrícola
ISSN (Versión impresa): 0186-4394
rev_geoagricola@hotmail.com
Universidad Autónoma Chapingo
México

¿Cómo citar?

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista

Evaluación de variedades de maíz del CENREMMAC mejoradas por retrocruza limitada para resistencia a sequía

Luis Sahagún Castellanos;¹ Erasmo Barrera Gutiérrez,²
Fidel Márquez Sánchez;¹ Noel Gómez Montiel,²
Alberto Trujillo Campos;³ Humberto Castro García;⁴
Bulmaro Coutiño Estrada;⁵ José Alfredo Carrera Valtierra,⁶
Alejandro Castellanos Sánchez⁷ José María Luévano Valdez⁸

Recibido: 1 de mayo 2008

Aprobado: 20 de junio 2008.

Resumen

En México hay una gran diversidad genética en maíz, el Centro Nacional de Rescate y Mejoramiento de Maíces Criollos (CENREMMAC) ha mejorado razas de maíz por retrocruza limitada. Durante el ciclo primavera-verano 2006 dicho centro estableció en ocho localidades de México la evaluación de diferentes variedades de maíz mejoradas por retrocruza limitada para resistencia a sequía. Los estados en que se establecieron las evaluaciones fueron Zacatecas, Jalisco, Morelos, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Las variedades retrocruzadas fueron sembradas en presencia de una variedad testigo regional que pudo haber sido un maíz criollo o un híbrido usado en la región. Dado que no coincidieron las mismas variedades en cada ambiente no se hizo un análisis conjunto; sin embargo, se obtuvieron observaciones interesantes que enriquecen este trabajo. Por lo general, los testigos utilizados superaron a las variedades retrocruzadas, lo que indica que se requiere trabajo de readaptación de éstas. Se encontró también que hay algunas que no obstante que su potencial de rendimiento es mediano, lo pueden mantener a través de ambientes diferentes. Finalmente, la baja respuesta que algunas variedades retrocruzadas exhibieron pudo ser causado por una baja aptitud combinatoria del donador utilizado.

Palabras clave: maíz criollo, retrocruza limitada, variedades, rendimiento.

- 1 Profesor del Centro Regional Universitario de Occidente de la Universidad Autónoma Chapingo. Guadalajara, Jal. Correo e: superchogun@yahoo.com.mx
- 2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Km 3 carretera Iguala-Tuxpan. Iguala, Gro. C.P. 40000.
- 3 INIFAP. Km 0.5 Zacatepec Galeana. Zacatepec, Mor. 62780.
- 4 Profesor Investigador del Centro Regional Universitario del Sur. Km 6.5 carretera Oaxaca-México, Crucero a San Pablo Etla, Colonia La Espinera, Etla, Oax. C.P: 68258.
- 5 INIFAP. Km 3 carretera Ocozocoautla-Cintalapa, Ocozocoautla, Chis. 29140.
- 6 Centro Regional Universitario Centro Occidente, UACH. Periférico Independencia Pte. 1000. Col. Lomas Del Valle Morelia, Mich. 58170.
- 7 Semillas Iyadilpro y Ya S.A. de C.V. Km 5 carretera Jamay-La Barca. Jamay, Jal, 47900.
- 8 Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario Núm. 103. Carretera Panamericana Aguascalientes.-Zacatecas, km. 62. Mpio. Cosío, Ags. 20460.

Evaluation of maize varieties at CENREMMAC, improved for drought resistance by limited backcrossing

Abstract

There is a large genetic diversity of maize in Mexico. The CENREMMAC (National Center for Rescue and Improvement of Creole Maize) has enhanced maize races through limited backcrossing method. During the cycle of spring - summer 2006 this center established the evaluation of different maize varieties improved by limited backcrossing method and for resistance to drought in eight Mexican towns. The states designated for evaluation were Zacatecas, Jalisco, Morelos, Guerrero, Oaxaca and Chiapas. The backcrossed varieties were sowed together with a regional control variety such as Creole maize or a hybrid species used in the region. Since the varieties in each location were not similar a global analysis was not carried out, however, quite interesting observations were obtained in order to enrich this work. In general, the control varieties were better than the backcrossed varieties, which indicates that some readjustment work of the backcrossed varieties is required. It was also found that some varieties are able to keep their yield, no matter it is at a medium level. Finally, another reason to explain the poor answer presented in some backcrossed varieties may be that the donor used in the experience lacks combinatory quality.

Key words: Creole maize, limited backcrossing, varieties.

Para la gente de México, el maíz es fuente de vida y una forma de vivir, parte integral de su identidad cultural. Según un mito maya, los seres humanos fueron creados por los dioses de una mezcla de su sangre y harina de maíz. El maíz no es simplemente un alimento básico, ya que genera ingresos a millones de personas que venden grano o subproductos como las hojas de las mazorcas. Como consecuencia de miles de años de selección natural y también de la hebra por los agricultores se han generado un sinnúmero de variedades criollas; por ello, México es reconocido como centro de diversidad del maíz. En la actualidad se estima que casi 80% de la superficie dedicada al maíz en México está sembrada con variedades criollas (CIMMYT, 2004). En muchas regiones de México los agricultores que cultivan variedades locales o criollas de maíz (*Zea mays* L.) en forma tradicional, contribuyen a la conservación y a la generación de la diversidad genética *in situ* del cultivo (Bommer, 1991). Por tal motivo, en dichas áreas, el mejoramiento genético debe estar enfocado hacia la obtención de poblaciones mejoradas de polinización libre. Sin embargo, el material mejorado no siempre es adoptado por los productores involucrados, pues existen características de planta y mazorca que no les satisfacen en los materiales genéticamente mejorados (Márquez *et al.*, 2000). Por tal motivo parece razonable que los programas de mejoramiento genético involucrados deben partir de variedades

criollas regionales y que sus resultados deben mantener en grado aceptable las características que las hacen deseables para sus potenciales usuarios. Una forma de hacer este mejoramiento poblacional es a través del método de retrocruza limitada (Márquez *et al.*, 1999), que consiste en cruzar una variedad criolla con una variedad mejorada que tenga características deseables para el maíz criollo; con la progenie se obtiene una F₂ para obtener material segregante y hacer una selección preliminar para, posteriormente, retrocruzar el material seleccionado una o dos veces hacia el criollo con objeto de recuperar 3/4 o 7/8 de éste, respectivamente (Márquez *et al.*, 1999 y Márquez *et al.*, 2000).

Por otro lado, aparte de esta circunstancia científica-tecnológica, tenemos que en las regiones de agricultura campesina e indígena, y para las condiciones de siembras de temporal, aún se utiliza un alto porcentaje (80%) de variedades criollas de maíz. Los altos costos de la tecnología de punta implican también un alto costo de la semilla híbrida necesaria para tal tecnología, lo que redundaría en altos costos que aquellos productores no pueden cubrir. Las variedades criollas de maíz, sin embargo, a pesar de que son adaptadas a las condiciones culturales y técnicas regionales, tienen características agronómicas no del todo deseables como para utilizar una tecnología más avanzada; entre ellas, se encuentran rendimientos muy bajos en re-

lación a los híbridos comerciales, fenotipos de talla muy alta, poca resistencia al acame y adaptabilidad limitada.

Con estos antecedentes, en el Centro Regional Universitario Occidente, con sede en Guadalajara, Jal., dependiente de la Dirección de Centros Regionales Universitarios (DCRU), se creó en noviembre de 1991, el Centro Nacional de Rescate y Mejoramiento de Maíces Criollos (CENREMMAC), fundado por acuerdo de la DCRU en el congreso celebrado en Puyacatengo, Tabasco en 1991. Y en el interior de dicho centro el proyecto de "Mejoramiento de Maíces Criollos Mexicanos" del que forma parte esta investigación.

Los trabajos del CENREMMAC se iniciaron con diez razas de maíz del Occidente y Pacífico Centro de México. Posteriormente, tal número comprendió otras diez razas de maíz de México, entre las cuales hubo ocho de los Valles Altos de México. Los resultados de las evaluaciones de las primeras diez razas mejoradas fueron 40% superiores a las originales en Jalisco y del orden de 15% en Veracruz, manifestándose una débil interacción-método de mejoramiento por lugar de evaluación (Márquez *et al.*, 1999 y Márquez *et al.*, 2000). Esto indica que el mejoramiento puede hacerse en un lugar y una vez terminado llevar la semilla mejorada al lugar de origen de las razas (o a otros lugares de interés) con una alta probabilidad de éxito.

El programa de mejoramiento se ha basado en el sistema de apareamiento regular de la retrocruza, y ha escogido la retrocruza limitada como método operativo de trabajo. La retrocruza limitada se inició con los estudios teóricos de Márquez (1992, 1998, 2001) sobre la genética cuantitativa de dicho sistema de apareamiento, principalmente la heterosis, la depresión endogámica en la segunda generación de la retrocruza, la varianza genética aditiva y la elección del progenitor donante. Estas aportaciones fueron las primeras hechas en el área genotécnica probablemente a nivel mundial.

Si la retrocruza sólo se limita a una generación con el progenitor recurrente (el maíz criollo), los resultados teóricos indican que en la RC1 se obtiene la más alta heterosis y la relación de la varianza aditiva sobre la varianza dominante es la mayor. Asimismo, en el campo, cuando hemos hecho la

segunda retrocruza, rápidamente ésta adquiere el mismo genotipo que el criollo original, por lo que prácticamente no hay avance en el mejoramiento.

Con objeto de mostrar los avances logrados por el CENREMMAC se ha planteado evaluar algunas muestras de los materiales mejorados por retrocruza limitada para resistencia a sequía, que en un momento dado podrían tener utilidad con productores de bajos recursos.

Materiales y métodos

El material genético utilizado fueron razas de maíz del CENREMMAC mejoradas por retrocruza limitada (Márquez *et al.*, 2000) para resistencia a sequía, junto con la comparación de una variedad testigo regional aportada por los investigadores participantes.

Las localidades de evaluación fueron: Iguala, Gro., ubicada aproximadamente a 18°20' de latitud norte y a 99°36' de longitud oeste, con un promedio anual de precipitación pluvial de 1 100 milímetros; Ahuacatlán, Tlaxiqtquilla, Gro., ubicado a 17°34' de latitud norte y a 98°17' de longitud oeste, con una precipitación anual que varía de los 700 a 900 milímetros; Zacatepec, Mor., ubicado a 18° 39' de latitud norte y a 99° 12' de longitud oeste con un clima semiseco cálido, y con un periodo de lluvias de junio a octubre; Ocozocoautla de Espinosa, Chis., ubicado en la parte occidental del estado, abarca parte de la depresión central y de las montañas del norte. Sus coordenadas geográficas son 16° 45' latitud norte y 93° 22' longitud oeste, su altitud es de 820 msnm, el clima varía de cálido subhúmedo a cálido-húmedo según la zona, por lo que el tipo de vegetación es de selva media y alta; San Pablo Etla, Oax. localizado en la parte central del estado, en la región de los Valles Centrales, pertenece al distrito de Etla, se ubica en las coordenadas 96° 46' longitud oeste, 17° 09' latitud norte y a una altura de 1 630 msnm; Jamay, Jal. localizado al sureste del estado, a 20° 19' de latitud norte y 102° 40' de longitud oeste, y a 1 521 msnm, con suelos tipo vertisol pélico y feozem háplico con clima semiseco, la temperatura media anual es de 20°C y tiene una precipitación media anual de 858.4 milímetros; Tlajomulco, Jal. se localiza en las coordenadas 20° 28' de latitud norte y 103° 27' de longitud oeste, a una altura de 1 575 metros sobre el nivel del mar, la temperatura media anual es de 19.7°C, y tiene una

precipitación media anual de 821.9 milímetros, los suelos son tipo feozem háplico, planosol eútrico, y como suelo asociado se encuentra el vertisol pélico, y "Luis Moya", Zac. que se ubica a 22° y 26' 05" de latitud norte y de longitud oeste 102° y 15' 45" de longitud oeste, a una altura de 1 990 metros sobre el nivel del mar. El clima es semiseco y templado con una temperatura promedio de 16.1° C, con precipitaciones pluviales muy irregulares que varían de 9.7 milímetros a los 79 milímetros durante los meses de mayo a octubre. El tipo de suelo es xerolúvico-media (X1/2) y es de utilidad para agricultura mecanizada continua (SEGOB, 2005).

Los experimentos se establecieron bajo el diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones por localidad. La parcela experimental estuvo constituida por dos surcos de 5 m de largo con separación de 80 y 22 cm entre plantas. La siembra se llevó a cabo en las localidades mencionadas durante el ciclo de temporal primavera-verano 2006, depositando dos semillas por sitio, para posteriormente aclarar una planta por sitio. En cada parcela experimental se cosechó el total de plantas, se registró el número de éstas y se tomó el peso total de mazorcas cosechadas. En el análisis estadístico para la variable rendimiento se efectuó ajuste de fallas de plantas por covarianza (Steel y Torrie, 1984). Las otras variables analizadas fueron altura de planta (AP) y altura de mazorca (AM).

Resultados y discusión

Los resultados de los experimentos conducidos durante el ciclo primavera-verano 2006 se presentan a continuación. Los valores de los coeficientes de variación (en general entre 5 y 25%, cuadro 1) indican que hay confiabilidad en la información analizada. Con excepción de la localidad de Jamay, Jal., donde hubo un coeficiente de variación de 34% debido a la ausencia de lluvia en la época de floración y en la de llenado de grano. Para las variables AP y AM sólo hubo cinco casos de diferencias significativas en los ocho ambientes de evaluación; sin embargo, en las localidades cuyos testigos regionales fueron criollos originales,

Cuadro 1. Cuadrados medios y coeficientes de variación de ocho experimentos en que se evaluaron variedades de maíz del CENREMMAC en diferentes regiones de México en el ciclo PV 2007.

Localidad	Variable	CME	CM Trat.	C.V.
Iguuala, Gro.	kg/par	0.2562	5.6748	11.70
	AP	203.8013	323.3013 NS	5.50
	AM	130.5321	437.2372	8.44
	gl	12	12	
Ahuacatitlán, Gro.	kg/par	0.3404	2.0463	12.47
	AP	338.1762	945.6048	6.756
	AM	142.2619	246.7857 NS	9.50
	gl	14	14	
Ocozocoautla, Chis.	kg/par	0.3044	4.2326	13.29
	AP	297.2048	348.6429 NS	9.77
	AM	94.6762	180.8190 NS	12.74
	gl	13	14	
Zacatepec, Mor.	kg/par	0.2689	2.0920	22.90
	AP	580.7476	482.3190 NS	14.57
	AM	297.8905	450.2714 NS	14.18
	gl	13	14	
Jamay, Jal.	kg/par	1.0610	2.2337 NS	22.46
	AP	861.1111	526.7974 NS	9.14
	AM	222.8758	268.9542 NS	13.11
	gl	16	17	
Tajomulco	kg/par	0.2801	1.5538	12.56
	AP	240.8088	154.5956 NS	7.33
	AM	198.3456	167.0956 NS	14.21
	gl	15	16	
"Luis Moya", Zac.	kg/par	0.7651	2.2413	28.82
	AP	446.8750	726.5453 NS	10.55
	AM	239.9267	1 063.1868	14.83
	gl	38	13	
Oaxaca, Oax.	kg/par	1.8188	7.5525	20.67
	AP	394.7618	1 181.4145	7.22
	AM	253.5408	876.5513	12.97
	gl	19	19	

kg/par, rendimiento en kilogramos por parcela; AP y AM, altura de planta y de mazorca, respectivamente (cm); CME, cuadrado medio del error; CV, coeficiente de variación.

se pudieron hacer inferencias interesantes (cuadros 3, 4, 5, 8 y 9). En el cuadro 2, del experimento conducido en Iguuala, Gro., las variedades testigos regionales que son los mejorados V-558 y V-559 superaron las variedades del CENREMMAC. Sin embargo, la variedad ComitecoRC1Sqía sucedió a las dos primeras. El resto de las variedades del CENREMMAC, no obstante que estadísticamente fueron iguales, presentan rendimientos inferiores a 40%; esto puede deberse a que la mayor parte estuvieron fuera de su hábitat natural. Caso similar ocurrió en Ahuacatitlán, Gro. (cuadro 3), donde los

Cuadro 2. Promedios de variedades del CENREMMAC evaluadas en Iguala, Gro. PV 2006.

Genealogía	kg/par	PTky	AP	PTky	AM	PTky
V-558	7.735	a	267	ab	123	cde
V-559	6.841	a	243	b	109	e
ComitecoRC1Sqía	6.236	ab	273	ab	148	ab
TehuaRC1Sqía	4.734	abc	254	b	120	cd
TabloncilloRC1Sqía	4.532	abcd	273	ab	135	bcd
OlotonRC1Sqía	4.268	abcd	286	a	168	a
OlotilloRC1Sqía	3.969	abcd	249	b	139	bcd
TepecintleRC1Sqía	3.597	abcd	263	ab	136	bcd
JalaRC1Sqía	3.298	abcd	254	b	142	bcd
TuxpeñoRC1Sqía	3.286	abcd	252	b	138	bcd
CelayaRC1Sqía	2.982	abcd	253	b	132	bcd
BolitaRC1Sqía	2.577	de	268	ab	147	abc
VandñoRC1Sqía	2.186	e	245	b	127	cde

kg/par, rendimiento en kg por parcela, PTky prueba de Tukey al 5%; AP y AM, altura de planta y de mazorca en centímetros.

Cuadro 3. Promedios de variedades del CENREMMAC evaluadas en Ahuacatitlán, Gro. PV 2006.

T	kg/par	PTky	AP	PTky	AM	PTky
Pepitilla	6.864	a	268	bc	115	cd
Ancho	6.029	ab	320	a	143	ab
OlotonRC1Sqía	5.579	abc	290	ab	138	abc
Criollo	5.336	abc	320	a	148	a
Interracial	5.165	abc	270	bc	115	cd
TabloncilloRC1Sqía	5.088	abc	255	bc	115	cd
ComitecoRC1Sqía	4.968	abc	273	bc	120	bcd
TehuaRC1Sqía	4.505	abc	263	bc	120	bcd
TuxpeñoRC1Sqía	4.191	bce	265	bc	133	abcd
Jala RC1Sqía	4.115	bce	268	bc	125	abcd
VandñoRC1Sqía	4.071	bce	268	bc	135	abcd
TepecintleRC1Sqía	3.797	bce	258	bc	110	d
CelayaRC1Sqía	3.711	cef	250	bc	123	abcd
OlotilloRC1Sqía	3.408	cef	250	c	120	bcd
BolitaRC1Sqía	3.370	g	255	bc	125	abcd

kg/par, rendimiento en kg por parcela; PTky prueba de Tukey al 5%; AP y AM alturas de planta y de mazorca en centímetros.

testigos regionales Pepitilla y Ancho superaron a todas las variedades del CENREMMAC, sólo la variedad Olotón RC1Sqía sucedió a las dos primeras. Con estos últimos las variedades Tablonci-

lloRC1Sqía y ComitecoRC1Sqía tuvieron buen comportamiento, lo que indica que estas dos variedades mejoradas del CENREMAC podrían tener un buen potencial de desarrollo en esa región del estado de Guerrero. En mismo Ahuacatitlán, Gro. (cuadro 3) para AP se tuvo como testigos a las poblaciones Pepitilla, Ancho y otro criollo, el segundo y el tercero tuvieron una altura de 3.20 m y fueron estadísticamente diferentes de las demás.

En el experimento establecido en Ocozocoautla, Chis. el rendimiento de grano promedio de los 15 genotipos evaluados fue de 4.0 kg/parcela, el más alto fue de 6.0 kg/parcela obtenido por el criollo Súper enano del INIFAP; el híbrido de la región H-560 de grano blanco, tuvo un rendimiento experimental de 6.0 kg/parcela. En general, 40% de los genotipos evaluados en este ensayo mantuvieron un rendimiento experimental por arriba de las 4.5 kg/parcela (cuadro 4). De las variedades del CENREMMAC, la ComitecoRc1Sqía y la OlotilloRc1Sqía fueron las que más se acercaron a los testigos regionales Súper enano Jarocho y H-560 que por ser este último un híbrido comercial. Las mejores variedades del CENREMMAC (Comiteco Rc1Sqía, OlotilloRc1Sqía, VandñoRc1Sqía, Tabloncillo Rc1Sqía, Tuxpeño Rc1Sqía) tuvieron un rendimiento de 60 a 75%; al ser de polinización libre puede considerarse que las variedades del CENREMMAC están a buen nivel, respecto a los testigos H-560 y V-534. En lo que se refiere a AP los criollos Súper enano y Jarocho tuvieron los más altos valores; esto puede deberse a que no se han sometido a mejoramiento y han mantenido su altura.

Del experimento establecido en Zacatepec, Morelos (cuadro 5) una de las variedades del CENREMMAC, TabloncilloRC1Sqía, superó a los testigos H-515, Costeño mejorado y LíneaxCriollo y el HG-515, Las variedades TepecintleRC1Sqía5 Vandño RC1Sqía5 y OlotilloRC1Sqía5 superaron a los testigos Costeño mejorado y LíneaxCriollo y Testigo Regional. Esto significa que en el estado de Morelos podría haber un buen potencial para las razas mejoradas del CENREMMAC mencionadas. De las variables AP y AM, debido a que no se utilizaron va-

riedades criollas como testigo no se pudo hacer inferencias.

Respecto al experimento conducido en Jamay, como anteriormente (cuadros 1 y 6) se mencionó, el coeficiente de variación fue de 34% lo que le da una amplia variación por tal motivo para la variable rendimiento (kg/par) no hubo significación; así que durante el temporal hubo periodos prolongados con ausencia de lluvia lo que impidió una mejor manifestación de los materiales genéticos evaluados. Sin embargo, las variedades testigo, Pioneer y H-319 fueron las que mostraron más alto rendimiento por parcela, sucedidas por la variedad Sintético Amarillo del CENREMMAC, seguida ésta a su vez por otro testigo, las variedades comerciales Almirante y H-359. De las variedades retrocruzadas, la Tehua, Tuxpeño Norteño y Bolita fueron las tres mejores con rendimientos por parcela de alrededor de 3 kg. El

Cuadro 4. Promedios de variedades del CENREMMAC evaluadas en Ocozocoautla, Chis. PV 2006.

Genealogía	kg/par	PTky	AP	PTky	AM	PTky
Criollo 2. Super enano	6.078	a	195	a	76	a
H-560	6.000	ab	173	a	73	a
Criollo 1. Jarocho	5.991	ab	211	a	103	a
V-534 Villaflores C3 F ₂	5.524	abc	162	a	70	a
Comiteco Rc1Sqía	5.533	abc	188	a	89	a
Olotillo Rc1Sqía	4.266	abcd	179	a	70	a
Vandéño Rc1Sqía	3.870	abc	183	a	78	a
Tabloncillo Rc1Sqía	3.742	abc	168	a	75	a
Tuxpeño Rc1Sqía	3.674	abc	168	a	71	a
Tehua Rc1Sqía	3.553	abc	175	a	66	a
Olotón Rc1Sqía	3.432	abc	176	a	78	a
JalaRc1Sqía	3.163	bcd	163	a	69	a
TepecintleRc1	3.024	cd	166	a	79	a
CelayaRc1Sqía	2.813	cd	175	a	75	a
BolitaRc1Sqía	2.602	d	170	a	86	a

kg/par, rendimiento en kg por parcela; PTky prueba de Tukey al 5%; AP y AM, altura de planta y de mazorca en centímetros.

Cuadro 5. Promedios de variedades del CENREMMAC evaluadas en Zacatepec, Mor. PV 2006.

Genealogía	kg/par	PTky	AP	P	AM	M
TabloncilloRC1Sqía	3.029	a	265	a	138	a
H-515 (H. trilineal)	2.942	a	247	a	113	a
Tepecintle RC1Sqía	2.733	a	257	a	139	a
VandéñoRC1Sqía	2.724	a	285	a	150	a
OlotilloRC1Sqía	2.473	a	254	a	120	a
Testigo Regional	2.434	a	290	a	155	a
Costeño mejorado (VPL)	2.343	a	290	a	150	a
BolitaRC1Sqía	2.263	a	243	a	113	a
Linea x Criollo # (Ancho pozolero)	2.258	a	2630	a	130	a
TehuaRC1Sqía	2.174	a	252	a	123	a
OlotónRC1Sqía	2.166	a	263	a	112	a
ComitecoRC1Sqía	1.943	a	268	a	152	a
CelayaRC1Sqía	1.890	a	272	a	124	a
Jala RC1Sqía	1.858	a	265	a	128	a
TuxpeñoRC1Sqía	1.401	a	244	a	133	a

kg/par rendimiento en kg por parcela; PTky prueba de Tukey al 5%; AP y AM, altura de planta y de mazorca en centímetros.

resto de las variedades estuvieron por debajo de 2.2 kg/parcela.

En Tlajomulco, Jal., entre las variedades evaluadas, el testigo comercial identificado como Asgrow Zac, el Ancho PL y el Sintético Mixto La Barca (del CENREMMAC) con rendimiento de 4.7 a 5.9 kg por parcela, superaron a las variedades retrocruzadas del CENREMMAC, la Comiteco, Olotón y Olotillo que tuvieron rendimientos de 4.3 a 4.7 kg por parcela (cuadro 7). En esta localidad las lluvias, aunque retrasadas al inicio del ciclo, una vez establecido el temporal, fueron constantes durante el resto del ciclo. Tanto en Jamay, Jal. como en Tlajomulco, Jal. se careció de maíces criollos originales como testigos por lo que para las variables AP y AM no se pudo hacer inferencias.

Del experimento de "Luis Moya", Zac. (cuadro 8), tres de los cuatro sintéticos incluidos entre los materiales evaluados, el híbrido de Asgrow proporcionado por el productor y un criollo regional superaron en su totalidad a las variedades retrocruzadas;

esto pudo deberse a irregularidades de las lluvias que se presentan en ese municipio, por un lado, y por otro a que las variedades retrocruzadas que se llevaron no fueron las adecuadas para esa región que presenta otro tipo de suelos y se encuentra a una altitud de casi 2 000 metros. En AP y AM se observa, una vez más, que otro criollo original, (Ppepitilla de la región) fue la variedad que mostró el mayor valor de esa variable, pues a pesar de que no presentan diferencia significativa, tiene una diferencia cuantitativa de 30 cm respecto a su inmediato inferior que, curiosamente, es el PepitillaRC1Sqía.

En Oaxaca se hicieron unas observaciones muy interesantes debido a los materiales que se incluyeron en el experimento. Entre las variedades incorporadas hubo algunas similares a las enviadas por el CENREMMAC, sólo que no retrocruzadas, lo que permite apreciar el efecto de la retrocruza. Junto con eso, también se incluyeron algunos híbridos comerciales (cuadro 9). De los no retrocruzados similares a los retrocruzados tenemos el Ejuteco, similar al BolitaRC1Sqía; el Olotillo con su compañero retrocruzado; Olotón y su retrocruza; el Tehua

con su retrocruza, y finalmente el Tepecintle acompañado de su retrocruza. Como testigos se utilizaron los híbridos comerciales DK-2003, H375. De manera general, puede apreciarse que el híbrido DK-2003 fue contundentemente superior a todos los materiales que se evaluaron al mostrar un rendimiento superior a los 13 kg por parcela; le siguieron con rendimiento decrecientes las variedades Tehua, Olotón RC1, CRUS01 que a su vez superaron de manera no significativa al híbrido comercial H-375. Respecto a la variedad DK-2003, que presentó altos rendimientos, puede señalarse que estuvo en condiciones bastante favorables que le permitieron mostrar su potencial. De las variedades del CENREMMAC sólo la OlotónRC1 estuvo entre las mejores que junto con la Olotón no retrocruzado tuvieron rendimientos casi idénticos. De las restantes variedades retrocruzadas que tuvieron compañero no retrocruzado, la BolitaRC1Sqía, y la TepecintleRC1Sqía fueron iguales o mayores en rendimiento al respectivo compañero no retrocruzado. Entre las razas retrocruzadas que resultaron inferiores a su respectivo original están

Cuadro 6. Promedios de variedades del CENREMMAC evaluadas en Jamay, Jal. PV 2006.

Genealogía	kg/par	PTky	AP	PTky	AM	PTky
Pioneer	5.153	a	208	a	120	a
H319	4.518	a	193	a	98	a
SintAmarilloLBrca	4.210	a	195	a	108	a
AlmiranteRC1Sqía5	4.169	a	215	a	108	a
H359	3.905	a	230	a	130	a
SintMxtoLBrca	3.280	a	180	a	88	a
TehuaRC1Sqía5	3.071	a	170	a	83	a
TxpñoNrtñoRC1Sqía5	3.049	a	220	a	115	a
SintBcoLBrca	3.032	a	193	a	100	a
SintMxtoEGllo	3.025	a	203	a	105	a
BolitaRC1Sqía5	2.966	a	208	a	113	a
PepitillaRC1Sqía5	2.227	a	198	a	113	a
Hde8CristRC1Sqía5	2.091	a	188	a	100	a
RatónRC1Sqía5	1.877	a	188	a	100	a
TepecintleRC1Sqía5	1.874	a	200	a	108	a
Jaliscience	1.777	a	208	a	103	a
TabloncilloRC1Sqía5	1.604	a	233	a	115	a
ConejoRC1Sqía5	1.297	a	200	a	93	a

kg/par rendimiento en kg por parcela; PTky prueba deTukey al 5%; AP y AM altura de planta y de mazorca en centímetros.

Olotillo, Tehua y Vandeño, que resultaron ser inferiores en rendimiento hasta en más de 40% respecto a las originales. En cuanto a las variables AP y AM, dado que fueron las razas originales comparadas con las versiones retrocruzadas se pueden hacer interesantes inferencias para dichas variables. Para las razas Olotillo, Olotón, Tehua, Tepecintle y Vandeño, que aparecen tanto versión original como con su respectiva versión retrocruzada, en el cuadro 9 puede observarse que hay una tendencia a mostrar mayor AP en las poblaciones originales y esto puede confirmarse con las de Tepecintle y Vandeño donde las originales tuvieron mayor AP y difirieron significativamente de las retrocruzadas. Las razas originales Olotillo y Olotón, si bien carecen de diferencia significativa con su respectiva versión retrocruzada, muestran tendencia a tener mayor altura.

De manera general puede señalarse que el rendimiento potencial de las variedades retrocruzadas puede manifestarse en ambientes muy particulares (Márquez *et al.*, 1999) y porque en ocasiones dichas variedades se obtuvieron utilizando un cier-

to donador que pudo no haber tenido buena aptitud combinatoria específica. Finalmente, puede concluirse que, por el material genético incorporado a las versiones retrocruzadas de las razas, es normal que tiendan a disminuir sus valores de AP y consecuentemente los de AM.

Conclusiones

Las variedades interactúan con el ambiente, por lo que las repuestas en rendimiento a un cierto ambiente son muy específicas.

La variedad ComitecoRC1Sqía no fue de las mejores, sin embargo, mantuvo un rendimiento consistente a través de los ambientes en que se evaluó.

En varias localidades los testigos regionales utilizados fueron híbridos comerciales, los cuales al existir condiciones favorables tuvieron respuestas superiores en rendimiento a las variedades retrocruzadas.

Por lo observado con las variedades establecidas en Oaxaca, se puede concluir que las variedades retrocruzadas pudieron no haber utilizado los mejores donadores, puesto que algunas de ellas tuvieron rendimientos inferiores a los mostrados por otras variedades de la misma raza sin retrocruza.

Por el material genético mejorado que se incorpora a las versiones retrocruzadas de las razas o criollos (3/4criollo, 1/4 mejorado) es normal que tiendan a disminuir sus valores de AP y, consecuentemente, los de AM.

Cuadro 7. Promedios de variedades del CENREMMAC evaluadas en Tlajomulco, Jal. PV 2006.

Genealogía	kg/par	PTky	AP	PTky	AM	PTky
AsgrowZac	5.896	a	215	a	90	a
AnchoPL	5.119	ab	208	a	93	a
SintMxtoLBrca	4.732	abc	198	a	88	a
ComitecoSqía5	4.674	abc	228	a	110	a
OlotonRC1Sqía5	4.650	abc	210	a	100	a
SintMxtoEGllo	4.512	abc	220	a	113	a
OlotilloRC1Sqía5	4.308	abc	198	a	105	a
SintAmarillo	4.275	abc	213	a	95	a
SintBcoLBrca	4.207	abc	213	a	95	a
TuxpeñoRC1Sqía5	4.029	abc	220	a	108	a
JalaRC1Sqía5	4.021	abc	215	a	95	a
TabloncilloRC1Sqía5	4.011	abc	213	a	108	a
TepecintleRC1Sqía5	3.874	abc	200	a	95	a
TehuaRC1Sqía5	3.645	bc	213	a	88	a
VandechoRC1Sqía5	3.572	bc	203	a	88	a
CelayaRC1Sqía5	3.238	bc	225	a	118	a
BolitaRC1Sqía5	2.864	c	210	a	95	a

kg/par rendimiento en kg por parcela; PTky prueba de Tukey al 5%; AP y AM altura de planta y de mazorca en centímetros.

Cuadro 8. Promedios de variedades del CENREMMAC evaluadas en "Luis Moya", Zac. PV 2006.

Genealogía	kg/par	PTky	AP	PTky	AM	PTky
SintMxtoEG	3918	a	194	a	110	b
SintMxtoLB	3629	a	191	a	99	b
SintAmaLB	3563	a	205	a	101	b
Testigo Regional	3507	a	236	a	154	a
Comercial Asgrow	3361	a	218	a	104	b
AnchoPL	3360	a	196	a	108	b
SintBcoLB	3200	a	191	a	100	b
PepitillaRC	2926	a	206	a	108	b
HdeOcho	2597	a	189	a	98	b
Bolita	2593	a	198	a	98	b
Conejo	2587	a	203	a	100	b
Tabloncillo	2548	a	204	a	95	b
Ratón	2370	a	193	a	111	b
Tuxpeño Norteño	2330	a	184	a	79	b

kg/par rendimiento en kg por parcela; PTky prueba de Tukey al 5%; AP y AM altura de planta y de mazorca en centímetros.

Cuadro 9. Promedios de variedades del CENREMMAC evaluadas en Oaxaca, Oax. PV 2006.

Genealogía	kg/par	%	PTky	AP	PTky	AM	PTky
Ejuteco	4.473	100	ab	261	abc	115	ab
BolitaRc1	4.487	100	ab	297	abc	139	ab
ComitecoRc1	5.027		ab	270	abc	122	ab
Crus01	7.528		ab	298	abc	143	ab
Dk-2003	13.005		a	264	abc	104	b
CelayaRc1	4.897		ab	226	c	93	b
H-375	7.181		ab	266	abc	110	b
JalaRc1	4.961		ab	257	abc	122	ab
Olotillo	6.540	100	ab	301	abc	132	ab
OlotilloRc1	5.653	86	ab	259	abc	114	b
Oloton	7.789	100	ab	298	abc	132	ab
OlotonRc1	7.765	100	ab	284	abc	128	ab
TabloncilloRc1	6.054		ab	275	abc	117	ab
Tehua	7.846	100	ab	283	abc	133	ab
TehuaRc1	6.898	88	ab	281	abc	124	ab
Tepecintle	6.083	100	ab	307	ab	151	ab
TepecintleRc1	7.130	117	ab	267	abc	98	b
TuxpeñoRc1	6.062		ab	258	abc	109	b
Vandeño (152)	6.976	100	ab	323	a	180	a
VandeñoRc1	4.151	59	ab	233	bc	92	b

kg/par, rendimiento en kg por parcela; PTky prueba de Tukey al 5%; AP y AM, altura de planta y de mazorca en centímetros; %, porciento respecto a al variedad criolla original.

Literatura citada

- Bommer D., F. R. 1991. "The historical development of international collaboration in plant genetic resources". In: *Searching for new concepts for collaborative genetic resources management*. vanHintun Th. J. L.; L. Frese, and P. M. Perrin (eds). Papers of the EUCARPIA/IBPGR Symposium. International Board for Plant Genetic Resources. Roma. pp: 3-12.
- Cimmyt. 2004. Rural Mexico 10 years after the North American Free Trade Agreement: Coping with a landscape of change. México. 44 pp. http://www.cimmyt.org/english/docs/special_publications/ruralMexico.pdf
- Márquez S., F. 1992. "Backcross theory for maize. II. Additive genetic variance and response to selection". *Maydica* 37: 225-229.
- Márquez S., F. 1998. "Backcross theory for maize. V. Inbreeding and inbreeding depression". *Maydica* 43:1-4.
- Márquez S., F. 2001. "Backcross theory for maize. VI. Hybridization and heterosis with inbred parental backcrosses". *Maydica* 46:81-85.

Márquez S., F.; J.A Carrera V.; E. Barrera G.; L. Sahagún C. y M. Sierra, M. 1999. "Influencia del ambiente de selección en el mejoramiento de razas de maíz por retrocruza limitada". *Rev. Fitotec. Mex.* 22:1-15.

Márquez S., F. L. Sahagún C. y L. J. A. Carrera, V. 1995. "Retrocruza limitada, método para conservar y aprovechar la variabilidad racial del maíz". *Agroecología y desarrollo sustentable. 2o. Seminario Internacional de Agroecología.* Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp: 205-214.

Márquez S., F.; L. Sahagún, C.; J.A. Carrera, V. y E. Barrera, G. 2000. *Retrocruza limitada para el mejoramiento genético de maíces criollos.* Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 52 p.

Segob, 2005. Enciclopedia de los municipios de México. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/ELOC_Enciclopedia

Steel y Torrie 1984. *Bioestadística principios y procedimientos.* Mc Graw Hill. 620 p.