

Líneas tropicales de maíz (*Zea mays* L.) convertidas al carácter de calidad de proteína

Tropical inbred lines (*Zea mays* L), converted to quality protein maize character

Mauro Sierra-Macías^{1✉}, Pablo Andrés-Meza¹, Flavio Rodríguez-Montalvo¹, Artemio Palafox-Caballero¹ y Noel Gómez-Montiel²

¹Investigador del programa de maíz Campo Experimental Cotaxtla. INIFAP. ²Campo Experimental Iguala, INIFAP. ³Campo Experimental Valle de México, INIFAP. ⁴Tesista del programa de maíz Campo Experimental Cotaxtla. INIFAP. E-mail: sierra.mauro@inifap.gob.mx, mauro_s55@hotmail.com ✉Autor para correspondencia

Recibido: 7/01/2014

Aceptado: 15/07/2014

RESUMEN

Con el objetivo de conocer el rendimiento y características agronómicas de líneas de maíz de alta calidad de proteína, durante primavera-verano 2012 en el Campo Cotaxtla Veracruz, se evaluaron 128 líneas de maíz convertidas al carácter de calidad de proteína. El diseño fue alpha látice 16x8 con 128 tratamientos y dos repeticiones, en parcelas de 1 surco de 2.5 m de largo, separados a 80 cm. Las variables fueron: Altura de planta y de mazorca, días a floración, aspecto y sanidad de planta y mazorca, mazorcas con mala cobertura, mazorcas podridas, rendimiento de grano. Las líneas sobresalientes fueron FAMV537C-2-1-1, FAMV537C-1-1-1, (D-539XCML144)F2XD539RC₂-1-1, (LT155XCML144)LT155RC₂-2-1-1 y (LT154XCML144) LT154RC₂-5-1-1, (CABGXCML144)CABG RC₂-1-1-1, con rendimientos de 7.32, 6.61, 6.39, 5.92, 5.48, 5.04 t ha⁻¹ respectivamente.

Palabras clave: Calidad proteínica, maíz tropical, endogamia.

ABSTRACT

In order to know the yield, agronomic traits and the selection process of quality protein maize inbred lines, during the spring summer season in 2012, there were evaluated at Cotaxtla experiment station, 128 inbred lines converted to quality protein character. There was utilized alpha látice design with two replications in plots of one row 2.5 m long and 80 cm wide. The traits evaluated were: Plant and ear height, days to tassel and silking, plant and ear aspect and sanity, ears with bad husk cover, ear rots, grain yield and grain texture. The best inbred lines were: FAMV537C-2-1-1, FAMV537C-1-1-1, (D-539XCML144)F2XD539RC₂-1-1, (LT155 XCML144) LT155RC₂-2-1-1, (LT154XCML144)LT154RC₂-5-1-1 y (CABGXCML144)CABG RC₂-1-1-1, with 7.32, 6.61, 6.39, 5.92, 5.48 and 5.04 t ha⁻¹, respectively.

Key words: quality protein, tropical maize, inbreeding

INTRODUCCIÓN

En México, se siembran anualmente 8.2 millones de hectáreas, con una producción de 18 millones de toneladas, 12.3 millones se utilizan para el consumo directo humano; (SAGARPA, 2008). En la región tropical se siembran 3.2 millones de hectáreas de maíz, un millón en provincias agronómicas de buena y muy buena productividad donde es factible el uso de semilla mejorada de híbridos y variedades sintéticas (Sierra *et al.*, 2001). En México existen 18 millones con desnutrición severa, de estos, el 50% corresponden a niños menores de 5 años de las áreas rurales y el 30 % de los de las urbanas. El consumo generalizado de los maíces de alta calidad de proteína puede mejorar el nivel nutricional en México, de manera especial en niños, mujeres lactantes y ancianos (Espinosa *et al.* 2006).

El maíz con alta calidad de proteína deriva del gene opaco o2o2, con mayor Lisina y Triptofano, aminoácidos esenciales en la alimentación (Mertz *et al.* 1994). Por su parte, Vasal y Villegas (2001), mediante técnicas de mejoramiento tradicionales incorporaron genes especiales llamados genes modificadores de la textura del endospermo. Estos genes modificadores confieren al endospermo una textura de grano más dura que el maíz opaco, dando la apariencia del maíz normal (Vasal, 1994).

Conocer el rendimiento y las características agronómicas de líneas de maíz convertidas al carácter de calidad de proteína y ampliar la base genética del germoplasma de maíz con alta calidad de proteína.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Campo Cotaxtla, INIFAP, Medellín de Bravo, Ver. El clima de acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García (1981), pertenece al grupo climático Aw1, cálido subhúmedo,

temperatura media de 25 °C y precipitación de 1400 mm.

Germoplasma utilizado

Líneas derivadas de las normales LT154, LT155, CABG, LRB14, D-539 y VS-536, convertidas al carácter de calidad de proteína, líneas recicladas de V-537C.

Descripción del experimento

Durante primavera-verano 2012 se estableció un ensayo de líneas de maíz con alta calidad de proteína bajo un diseño alpha látice 16x8 con 128 tratamientos y 2 repeticiones en parcelas de 1 surco de 2.5 metros de largo, separados a 80 cm con una densidad de 62,500 plantas ha⁻¹.

Variables

Rendimiento, Altura de planta y mazorca, Días a flor, plantas acamadas, Aspecto y sanidad de planta y mazorca, Cobertura de mazorca, mazorcas podridas.

Métodos estadísticos

Se hicieron análisis de varianza para todas las variables; las registradas en porcentaje fueron transformadas a grados bliss para su análisis. Para la separación de medias se aplicó la prueba DMS al 0.05 y 0.01 de probabilidad Reyes (1990).

RESULTADOS Y DISCUSION

En las líneas derivadas de LT154, se encontró un grupo de cinco líneas sobresalientes con 66 a 170% más rendimiento que la línea normal LT154 y una de ellas (LT154XCML144)LT154RC₂₋₅₋₁₋₁, con rendimiento de 5.48 t ha⁻¹, superó en 29% al

410

mejor testigo normal LT155. Por lo que se refiere a las líneas derivadas de LT155, cuatro líneas fueron significativamente superiores con rendimientos mayores a 4.79 t ha⁻¹, de 13 a 40% más que la línea original normal LT155. De las líneas derivadas de la CABG se encontraron siete líneas superiores con 22 a

45% más rendimiento que la línea LT156 y de 1 a 19% más que el mejor testigo LT155. Las líneas derivadas de la D539 se encontraron tres líneas con rendimiento superior a las 5.29 t ha⁻¹, con 25 a 51% más rendimiento que el testigo LT155.

Cuadro 2. Rendimiento y características agronómicas de líneas sobresalientes de maíz con alta calidad de proteína Primavera-verano. Cotaxtla, Veracruz 2012.

Trat	GENEALOGIA	Rend gr	% Rel	Días flor	Alt pl	Alt mz	Asp ¹ / Pl	Asp ¹ Mz	% Aca	% Cob	% Pod
79	(LT154XCML144)LT154RC ₂ -5-1-1	5.48**	129	54	205	100	2	1.75	0	3.57	4.55
1	(LT154XCML144)LT154RC ₂ -5-1-1	4.21	99	56	208	110	1.75	1.75	0	16.7	3.85
2	(LT154XCML144)LT154RC ₂ -1-1-2	3.82	90	59	203	100	2.5	2	4.55	9.09	22.7
92	(LT154XCML144)F2XLT154 RC ₂ -2-1	3.56	84	58	175	98	2.75	1.75	0	0	5
17	(LT154XCML144)F2XLT154 RC ₂ -2-1	3.36	79	57	168	95	2	2	0	0	0
	LT-154	2.03	48	63	158	68	2.75	2.5	0	0	11.3
	MEDIA LT 154^S	3.74		56.7	190.3	99.4	2.21	2.07	14.1	4.7	8.55
6	(LT155XCML144)LT155 RC ₂ -2-1-1	5.92*	140	53	183	100	1.5	1.5	10	18.2	3.57
49	(LT155XCML144)F2XLT155 RC ₂ -1-1	5.27*	124	53	198	115	2	2	11.9	0	9.09
20	(LT155XCML144)F2XLT155 RC ₂ -1-1	4.92*	116	59	190	105	2.5	1.25	3.57	0	0
81	(LT155XCML144)F2LT155RC ₂ -2-2-3	4.79**	113	55	195	100	2.25	2	0	3.85	3.85
96	(LT155XCML144)F2XLT155 RC ₂ -2-2	4.67	110	58	203	100	2.25	1.25	4.17	0	0
114	(LT155XCML144)F2XLT155 RC ₂ -1-1	4.49	106	58	180	95	2.5	2.25	10	25	3.13
121	(LT155XCML144)F2XLT155 RC ₂ -1-1	4.33	102	52	190	93	2.5	2.25	47	11.2	11.2
	LT 155 NORMAL	4.24	100	54	218	113	2.25	2	40	6.67	0
	MEDIA LT 155^S	3.69		56.7	186.1	95.4	2.37	2.27	19.8	7.91	9.25
112	(CABGXCML144)CABG RC ₂ -1-1-1	5.04*	119	57	203	115	2.25	1.75	3.85	0	2.94
39	(CABGXCML144)CABG RC ₂ -1-1-2	4.65*	110	57	200	90	2.25	1.5	11.1	14.7	0
43	(CABGXCML144)CABG RC ₂ -1-1-1	4.53*	107	55	205	100	2.25	1.5	42.9	0	8.01
111	(CABGXCML144)CABG RC ₂ -1-1-2	4.4*	104	56	218	110	1.75	1.75	13.3	17.8	3.57
109	(CABGXCML144)CABG RC ₂ -3-2-1	4.31*	102	55	170	93	2.5	2.5	0	0	11.11
45	(CABGXCML144)CABG RC ₂ -3-2-1	4.27*	101	53	203	118	2.5	2	33.6	25.2	8.33
117	(CABGXCML144)CABGRC ₂ -3 ¹ -10-1-6-1-1-1-1	4.24*	100	55	178	93	2	2	0	0	11.31
	LT 156	3.47	82	58	208	108	1.75	2.5	0	0	8.12
	MEDIA CABG^S	3.44		56.4	191.9	101.9	2.19	2.11	11.3	4.6	6.1
91	(D539XCML144)F2XD539 RC ₂ -1-1	6.39*	151	54	203	120	1.25	1.5	44.5	10	3.33
16	(D539XCML144)F2XD539 RC ₂ -1-1	5.54*	131	57	220	113	2	1.25	13.6	3.57	11.7
61	(D539XCML144)F2XD539 RC ₂ -1-1-1	5.29**	125	55	163	95	1.75	2	3.33	0	5
78	(D539XCML144)F2XD539 RC ₂ -1-1	4.73	112	53	183	105	2.25	1.75	4.55	0	9.09
128	(D539XCML144)F2XD539 RC ₂ -1-1	4.61	109	56	188	103	2	2	19.2	0	3.13

118	(D-539XCML144)F2XD539 RC ₂ -1-1	4.36	103	58	188	100	2.5	1.75	34.9	0	3.57
	MEDIA D539^s	5.15		55.5	190.8	106	1.96	1.71	20	2.26	5.97
99	(VS536XV-537C)VS536 RC ₂ -3-1-3	5.29*	125	54	193	110	1.5	1.75	0	0	0
97	(VS536XV-537C)VS536 RC ₂ -2-1-3	5.26*	124	59	208	115	1.75	1.75	13.9	3.85	3.57
106	(VS536XV-537C)VS536 RC ₂ -1-2-3	5.17*	122	57	168	80	2.75	1.75	10.7	17.86	0
59	(VS536XV-537C)VS536 RC ₂ -1-3-2	5.13*	121	53	180	95	1.75	2.5	22.8	0	0
31	(VS536 XV-537C)VS-536 RC ₂ -2-2-4	4.98*	117	53	183	103	2	2	0	0	3.85
30	(VS536 XV-537C)VS-536 RC ₂ -1-2-1	4.97*	117	56	200	98	1.5	1.5	0	0	0
107	(VS-536XV-537C)VS-536 RC ₂ -1-3-4	4.87*	115	54	185	95	2	1.5	0	7.14	0
125	(VS-536XV-537C)VS-536 RC ₂ -3-1-3	4.79*	113	53	190	103	2.75	1	0	0	9.17
58	(VS-536XV-537C)VS-536 RC ₂ -3-1-3	4.78*	113	53	175	100	1.75	1.5	10	0	8.33
34	(VS-536XV-537C)VS-536 RC ₂ -1-1-4	4.72*	111	56	198	95	2	2	0	18.72	3.85
21	(VS536XV-537C)VS-536 RC ₂ -2-1-3	4.64*	109	59	165	98	2	1.5	0	7.69	7.69
26	(VS-536XV-537C)VS-536 RC ₂ -1-2-2	4.57*	108	53	203	103	2	1.75	0	7.69	6.67
75	(VS-536X V-537C)VS-536 RC ₂ -3-1-3	4.55*	107	53	175	110	2.5	2.5	0	7.14	9.09
	MEDIA VS-536^s	3.8		56.1	187.3	101.1	2.167	2.07	21.9	4.2	7.76
88	FAM-V-537 C-2-1-1	7.32**	173	53	188	88	2.5	2	24.5	17.62	10.08
116	FAM V-537 C-1-1-1	6.61**	156	53	178	95	1.75	1	3.33	6.67	0
46	FAM V-537 C-1-1-1	6.32**	149	54	203	113	1.5	1	0	0	0
40	FAM V-537 C-2-2-1	4.8	113	52	175	83	3	3	0	37.64	23.44
15	FAM-V-537 C-2-2-1	4.37	103	55	203	113	2.75	1.5	10	17.14	0
	MEDIA V-537^s	4.95		53.3	178.88	91	2.44	2	9.45	14.83	9.53
63	CML-142	4.41**	104	57	215	108	2.75	2.5	0	7.14	3.85
71	CML-491	3.77**	89	59	193	110	2.5	2.5	0	0	7.42
64	CML-159	3.54**	83	56	188	110	2	2.25	14.3	17.62	0
56	CML-150	3.17	74	54	205	103	2.5	2.25	25	79.17	8.33
70	CML-264 Q	2.09	49	58	190	93	2.5	3.25	0	25	34.52
	MEDIA CML^s	3.4		56.8	198.2	104.8	2.45	2.55	7.86	25.79	10.82
54	LT-155	4.24**	100	54	218	113	2.25	2	40	6.67	0
55	LT-157	3.65**	86	57	208	108	2.5	2.75	6.25	29.17	4.55
62	LT-156	3.47**	82	58	208	108	1.75	2.5	0	0	8.12
65	LT-154	2.03	48	63	158	68	2.75	2.5	0	0	11.25
	MEDIA LT^s TESTIGOS	3.35		58	198	99.3	2.31	2.44	11.6	8.96	5.98
	PROMEDIO	3.80		56	188	99	2.26	2.15	1.05	2.10	2.43
	CME	0.95		4.71	288.7	151.4	0.21	0.20	0.12	3.08	2.45
	CV (%)	25.62		3.87	9.03	12.43	20.50	20.80	33.14	83.61	64.30
	DMS0.05	1.08		2.40	18.85	13.65	0.50	0.49	0.38	1.94	1.73
	DMS0.01	1.13		2.51	19.7	14.26	0.53	0.51	0.40	2.03	1.81

Rend gr= Rendimiento de grano, Alt pl= altura de planta, Alt mz= altura de mazorca, Asp pl=Aspecto de planta, Asp mz=Aspecto de mazorca, %Aca=Porcentaje de acame, %Cob=Porcentaje de mazorcas con mala cobertura, %Pod=Porcentaje de mazorcas podridas, *= significancia de los tratamientos al 0.05 de probabilidad, **= significancia de los tratamientos al 0.01 de probabilidad, ^{1/}=Escala de 1 a 5 donde 1=lo mejor y 5=lo peor.

De líneas derivadas de VS-536 se encontraron 13 líneas con rendimiento mayor a 4.55 t ha⁻¹, 4 a 25% más en relación con LT155. De las líneas recicladas de V-537C, se encontraron tres de ellas con rendimiento superior a las 6.32 t ha⁻¹, con 49 a 73% más que el testigo LT155 (Cuadro 2). Se encontraron líneas convertidas al carácter de calidad de proteína con mejor rendimiento y características agronómicas que las normales (Sierra *et al.*, 2001). Así también, se amplió la base germoplásmica de los maíces de alta calidad de proteína que puede formar mejores híbridos y sintéticos para el trópico mexicano y pueden ayudar a disminuir la desnutrición en México (Espinosa *et al.* 2006; Mertz *et al.* 1994; Vasal, 1994; Vasal y Villegas 2001).

CONCLUSIONES

1. Se encontraron líneas convertidas al carácter de calidad de proteína con mejor rendimiento y características agronómicas que las líneas originales normales testigo.
2. Se amplió la base germoplásmica en relación con los maíces de alta calidad de proteína al contar con nuevas líneas con buen comportamiento agronómico que pueden formar mejores híbridos y sintéticos para el trópico mexicano.
3. Los genotipos 88 FAM-V-537C-2-1-1, 116 FAM V-537C-1-1-1], 91 (D-539XCML144) F2XD-539 RC₂-1-1 y 46 FAM V-537 C-1-1-1 tuvieron los mayores rendimientos.

LITERATURA CITADA

Espinosa C., A.; N. Gomez M.; M. Sierra M.; E. Betanzos M.; F. Caballero H. 2006. Variedades e híbridos de maíz de Calidad Proteínica en México. Ciencia, Vol. 57 (3): 28-34.

García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 3a. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. México, D. F., México. 252 p.

Mertz, E. E. 1994. Thirty years of opaque 2 maize. In: Quality Protein Maize. 1964-1994. Proc. of Symp. of Quality Protein Maize. EMBRAPA/CNPMS, Sete Lagoas M. G. Brasil. Pp. 1-10.

Reyes, C. P. 1990. Diseño de experimentos aplicados. Ed. Trillas 3ª Ed. 348 p.

SAGARPA. 2008. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. Anuario estadístico de la producción agrícola de los estados unidos Mexicanos. Disponible en: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx> (11 de septiembre 2008). s/p.

Sierra, M. M., Palafox, C. A., Cano, R. O., Rodríguez, M. F. A., Espinosa, C. A., Turrent, F. A. 2001. Descripción varietal de H-519C, H-553C y V-537C, maíces con alta calidad de proteína para el trópico húmedo de México. Folleto Técnico Núm.30. SAGARPA. INIFAP CIRGOC. Campo Experimental Cotaxtla. Veracruz, Veracruz, México. 21 p.

Vasal, S. K. 1994. High quality protein corn. In: Specialty corn. A.R., Hallauer Ed. CRC press. Boca Ratón Fl. P 75.

Vasal S. K. y Villegas, E. 2001. The quality protein maize revolution. Improved nutrition and livelihoods for the poor. CIMMYT, El Batán Texcoco, Mex. 7p.