

V 240 EL: maíz Costeño mejorado para la producción de elote

Alberto Trujillo-Campos^{1§}
Noel Orlando Gómez-Montiel²
Miguel Ángel Cantú-Almaguer²
César del Ángel Hernández-Galeno²
María Gricelda Vázquez-Carrillo³

¹Campo Experimental Zacatepec-INIFAP. Carretera Zacatepec-Galeana km 0.5, Zacatepec, Morelos, México. CP. 62780. ²Campo Experimental Iguala-INIFAP. Carretera Iguala-Tuxpan km 2.5, Iguala de la Independencia, Guerrero. AP. 29. CP. 40000. (hernandez.cesar@inifap.gob.mx; gomez.noel@inifap.gob.mx). ³Campo Experimental Valle de México-INIFAP. Carretera Los Reyes- Texcoco km 13.5, Texcoco, Estado de México. AP. 307. CP. 56250. (vazquez.gricelda@inifap.gob.mx).

§Autor para correspondencia: trujillo.alberto@inifap.gob.mx.

Resumen

El estado de Morelos ocupa el segundo lugar en superficie sembrada (9 687 ha) con maíces eloteros a nivel nacional. El maíz Costeño es utilizado en el estado para la producción de elote, este maíz, es un complejo interracial de las razas Tabloncillo, Vandéño, Tuxpeño y Tepecintle, y aún presenta algunas características negativas en el fenotipo de planta. Ante esta situación, se planteó el objetivo de someter a mejoramiento genético al maíz Costeño para disminuir aspectos indeseables en el fenotipo de la planta. A partir del año 2004, se realizaron un ciclo de selección masal y cuatro de selección recurrente de familias de medios hermanos maternos; posteriormente, cinco ciclos de selección individual, se logró reducir los problemas agronómicos intrínsecos del maíz Costeño, esto permitió realizar su descripción varietal en los años 2013 a 2015 y en el 2019 obtener el registro número 3876-MAZ-2081-130319/C y la denominación V 240 EL en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales, así mismo, el título de obtentor número 2314. La V 240 EL, presenta porte de planta intermedio-alto (251-300 cm), ciclo biológico precoz-intermedio (120 días), floración masculina de 56-60 días y dos días después la femenina, color de grano blanco con textura dentada, rendimiento de elote y grano de 15.1 y 6 t ha⁻¹, respectivamente. La variedad V 240 EL tiene adaptación a las condiciones ambientales de la zona baja (trópico seco) e intermedias (subtrópico subhúmedo) del estado de Morelos y regiones similares de los estados vecinos Guerrero, Puebla y Estado de México.

Palabras claves: *Zea mays* L., elote, mejoramiento genético.

Recibido: junio de 2022

Aceptado: julio de 2022

En el estado de Morelos cada año se siembran 9 687.5 ha de maíz elotero (SIAP, 2022), cuyo principal centro de consumo es la central de abastos de la Ciudad de México, que demanda híbridos mejorados por su uniformidad; sin embargo, a nivel local se prefieren elotes con tamaño de grano mediano a grande, como el de algunas variedades (VS-535 y Costeño), éste último presenta buenas características para la producción de elote; sin embargo, muestra también algunas características negativas en el fenotipo de planta como son: mayor ciclo vegetativo y altura de plantas y mazorca, mayor porcentaje de plantas acamadas, menor rendimiento y sanidad de grano.

Ante la carencia de genotipos de maíz con características favorables y requeridas por los agricultores de la región para la producción de elote, investigadores del Programa de Mejoramiento Genético del Instituto Nacional de Investigaciones forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) con sede en Zacatepec, Morelos se plantearon como objetivo realizar mejoramiento genético en la población de maíz denominada Costeño con la finalidad de disminuir aspectos indeseables presentes en el fenotipo de la planta.

Se utilizó como población de partida el complejo interracial integrado por poblaciones de maíz de las razas Tabloncillo, Vandeño, Tuxpeño y Tepecintle, el cual es conocido en la región como maíz Costeño. En el año 2008 se iniciaron los trabajos de mejoramiento genético en la población mencionada; se efectuó un ciclo de selección masal, y posteriormente cuatro de selección recurrente mediante la selección familiar de hermanos maternos propuesta por Lonquist (1964), en el año 2012 la población de trabajo se estabilizó genéticamente, reiniciándose su mejoramiento con cinco ciclos de selección individual.

En los terrenos del Campo Experimental Zacatepec, en los ciclos de siembra otoño-invierno 2016-2017 y 2017-2018, se realizó la descripción varietal de la población de maíz Costeño que previamente se mejoró, para ello, se utilizaron las directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad en maíz (UPOV, 2009) y la guía técnica para la descripción varietal de maíz (SAGARPA, 2014). Asimismo, en el Laboratorio de Calidad del Maíz del Campo Experimental Valle de México del INIFAP, se realizaron las determinaciones de características físicas y químicas de grano, así como, calidad nixtamalera-tortillera utilizando las metodologías descritas por Salinas y Vázquez (2006); Vázquez *et al.* (2003).

El mejoramiento genético efectuado en el maíz Costeño, permitió obtener una versión mejorada con características agronómicas superiores a los criollos regionales y sin alterar sus características intrínsecas de calidad de grano, se registró en el año 2019 en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) con el número 3876-MAZ-2081-130319/C y la denominación V 240 EL, así mismo, se obtuvo el título de obtentor número 2314.

La variedad mejorada de maíz V 240 EL es de porte intermedio-alto (Figura 1) con altura de planta que varía de 251 a 300 cm y corresponde a 20-50 cm menos que los materiales criollos regionales. Su ciclo biológico es precoz-intermedio de 120 días, con 56 y 60 días a floración masculina y dos días después la femenina, esto lo hace cinco días más precoz que la población de partida, su rendimiento de grano promedio es de 6.2 t ha⁻¹. El grano es blanco dentado con color uniforme en comparación con otros materiales nativos (Figura 1).

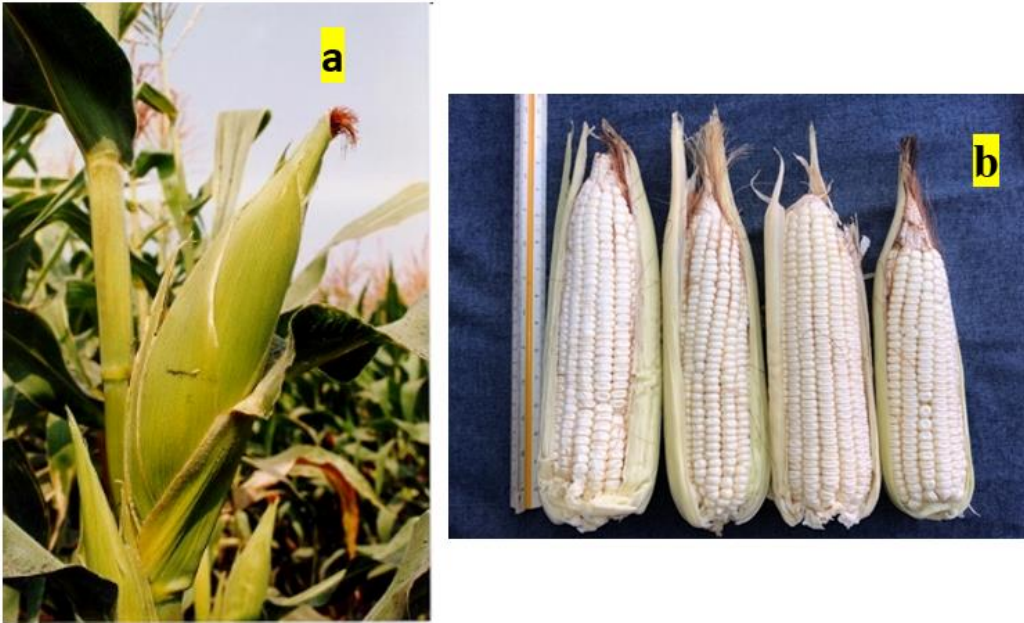


Figura 1. Aspecto de planta (a) y elote (b) de la variedad mejorada de maíz V 240 EL.

La variedad comercial V 240 EL, tiene hojas ligeramente curvadas de color verde oscuro, su espiga es compacta-semi abierta con 16 a 18 ramas laterales primarias, estigmas de color rojo, mazorca cónica cilíndrica de buena cobertura de las brácteas, tiene 20 a 25 cm de longitud con 12 a 14 hileras de forma regular y 41 a 50 granos de color blanco por hilera y textura dentada, estas últimas características le dan la aceptación en el mercado local como maíz elotero.

La variedad V 240 EL presenta excelente adaptación en la zona baja (trópico seco) e intermedia (subtrópico subhúmedo) del estado de Morelos y regiones similares de los estados vecinos de Puebla, Guerrero y Estado de México con altitudes de 1 000-1 800 m con una precipitación de 800 a 1 000 mm, una temperatura media anual de 23 a 25 °C, se adapta a suelos que presenten un pH de 6 a 8 y laderas con pendientes menores al 15%.

En evaluaciones realizadas en los años 2016 al 2019, en diez diferentes ambientes del estado de Morelos, la variedad V 240 EL mostró rendimientos de 4.5 a 7 t ha⁻¹, con promedio de 6.2 t ha⁻¹, superando al criollo original de 1 a 2 t ha⁻¹. Esta variedad puede tener rendimiento de elote de 15.1 t ha⁻¹. También tiene características favorables para la producción de ‘hoja’ (totomoxtle) y su grano grande se llega a comercializar como ‘pozolero’ de tercera categoría, logrando mayor precio que el grano normal.

Las características físicas del grano de la V 240 EL consideran granos de tamaño grande (peso de cien grano= 38.6 g), peso hectolítrico de 70.2 kg hl⁻¹ y endospermo de grano muy suave con porcentaje de flotantes del 77%, características que son acordes con su elevado porcentaje de endospermo harinoso 43%, valores que son comunes para los maíces criollos y que resultan inferiores a los de maíces mejorados que se siembran en el estado de Morelos (Salinas *et al.*, 2010), los componentes estructurales de los granos de la variedad V-240 EL son pedicelo 1.9%, pericarpio 5.9%, germen 13.7% y están comprendidos dentro de los observados en los maíces dentados comerciales (González, 2009).

En cuanto a la calidad nixtamalera-tortillera, por la suavidad de su grano, requiere 25 min de nixtamalización (poco tiempo) por consecuencia el gasto de combustible para su procesamiento es reducido. La humedad de la masa fue de 56.9%, en tortillas recién elaboradas de 44.3% y 24 h después de almacenadas a 4 °C 42.8%, indica que los granos de V 240 EL se hidrolizan rápidamente y alcanzan humedades semejantes a los híbridos con mayor dureza, lo que contribuye a altos rendimientos de masa, y tortilla que fueron de 2.2 y 1.7 kg kg⁻¹ de maíz, respectivamente; estos rendimientos de masa y tortilla (caliente como fría), fueron mayores al valor señalado como óptimo por Salinas *et al.* (2012) y en promedio similares a los rendimientos del criollo original.

Las tortillas 24 h después de elaboradas, requieren en promedio 221 gf para romperse y presentan un valor de elongación de 9.4 mm, lo que las califica como tortillas suaves y elásticas. No obstante, 48 h después de almacenadas, requirieron 209 gf para romperse y su elongación se redujo a 4.9 mm.

El hecho que la fuerza requerida para la ruptura de las tortillas de maíz V 240 EL, disminuye después del almacenamiento de 48 h, puede atribuirse al complejo amilosa-lípido el cual, retrasa la retrogradación mediante la inhibición de la reticulación y la formación de estructuras de doble hélice entre las moléculas de amilosa (Obiro *et al.*, 2012; Wang *et al.*, 2015).

Esta nueva variedad tuvo contenido medio de aceite de 5.2% y de proteína de 11.4%. Los valores de lisina y triptófano en endospermo y tortillas estuvieron dentro de lo informado para maíces de endospermo normal (Sierra-Macías *et al.*, 2010). En color de grano del maíz la V 240 EL presentó menor luminosidad y un tono crema ligeramente más definido, pero una menor saturación en comparación con el criollo original, lo que le da una apariencia más cercana a la de un maíz blanco.

En tortillas recién elaboradas fueron ligeramente más luminosas, pero con una pureza de color (croma) menos definida, en tanto que las de la población original fueron más cremosas. El color de las tortillas de la V 240 EL, fue muy estable durante el almacenamiento de 24 y 48 h. En cuanto al tono estas son amarillas, no obstante, dado que la saturación del color (croma) es muy baja, éstas permanecen con una apariencia de color crema claro.

La conservación de la identidad varietal de la V 240 EL se debe realizar en un lote aislado siguiendo las normas establecidas en el SNICS en cuanto aislamiento por distancia o tiempo (Coutiño, 1993; Vallejo *et al.*, 2008), se sugiere eliminar plantas fuera de tipo y en prefloración desespigar plantas segregantes de mazorca alta, acamadas o enfermas. Para mantener su pureza se sugiere sembrar lotes de 1 000 m², en donde se seleccionan 200 familias de hermanos completos de 400 obtenidos por polinización controlada para integrar la población que represente fielmente a la V-240 EL. El INIFAP pone a disposición de organizaciones de productores y microempresas, la semilla registrada de la variedad para su siembra y conservación.

Conclusiones

El mejoramiento genético de la población interracial de maíz conocida como Costeño permitió disminuir aspectos indeseables presentes en el fenotipo de la planta. Se cumplieron los requisitos legales para la liberación comercial de la población sometida a mejoramiento genético obteniendo la denominación V 240 EL, que presenta mejores características agronómicas que el criollo original como son: mazorca y grano de tamaño grande, aceptado en el mercado local como elotero con rendimientos de 15.1 y 6.2 t ha⁻¹, de elote y grano respectivamente.

Literatura citada

- Coutiño, E. B. 1993. Normas y técnicas para producir semilla certificada de variedades de maíz. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Centro de Chiapas. Ocozocoautla, Chiapas. Folleto técnico núm. 7. 32 p.
- González, A. U. 2009. El maíz y su conservación. (Ed.). Trillas. México, DF. 399 p.
- Lonnquist, J. H. 1964. Modification of the ear-to-row procedure for the improvement of maize populations. *Crop Sci.* 4(2):227-228.
- Obiro, W. C.; Sinha, R. S. and Emmambux, M. N. 2012. V-amylose structural characteristics, methods of preparation, significance, and potential applications. *Food Reviews Inter.* 28(4):412-438. <http://doi.org/10.1080/87559129.2012.660718>.
- Salinas, M. Y.; Pérez, H. P.; Castillo, M. J. y Álvarez, R. L. A. 2003. Relación de amilosa:amilopectina en el almidón de harina nixtamalizada de maíz y su efecto en la calidad de la tortilla. *Rev. Fitotec. Mex.* 26(2):115-121.
- Salinas, M. Y.; Gómez, M. N. O.; Cervantes, M. J. E.; Sierra, M. M.; Palafox, C. A.; Betanzos, M. E. y Coutiño, E. B. 2010. Calidad nixtamalera y tortillera en maíces del trópico húmedo y sub-húmedo de México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 1(4):509-523.
- Salinas, M. Y. y Vázquez, C. M. G. 2006. Metodologías de análisis de la calidad nixtamalera-tortillera en maíz. Texcoco, Estado de México, México. INIFAP. Folleto técnico núm. 23. 98 p.
- Salinas, M. Y.; Vázquez, C. M. G.; Velázquez C. G. A. y Soria, R. J. 2012. Esquema de selección de maíces con calidad para elaborar masa-tortilla y harinas nixtamalizadas: caso estado de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Valle de México. Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, México. Folleto técnico núm. 50. 65 p.
- SAGARPA. 2014. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Guía técnica para la descripción varietal de maíz (*Zea mays* L.). Tlalnepantla, Estado de México. 39 p.
- SIAP. 2022. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2022. Anuario estadístico de la producción agrícola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.
- Sierra-Macías, M.; Palafox-Caballero, A.; Vázquez-Carrillo, G.; Rodríguez-Montalvo, F. y Espinosa-Calderón, A. 2010. Caracterización agronómica, calidad industrial y nutricional de maíz para el trópico mexicano. *Agron. Mesoam.* 21(1):21-29.
- UPOV. 2009. Unión Internacional para la protección de las obtenciones vegetales. Maíz, código UPOV. Zeaaa_May. *Zea mays* L. Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad. <https://www.upov.int/edocs/tgdocs/es/tg002.pdf>.
- Vallejo, D. H. L.; Ramírez, D. J. L.; Chuela, B. M. y Ramírez, Z. R. 2008. Manual de producción de semilla de maíz. Estudio de caso. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Michoacán, México. Folleto técnico núm. 14. 84 p.
- Vázquez, C. M. G.; Guzmán, B. L.; Andrés, G. J. L. y Márquez, S. F. 2003. Calidad de grano y tortillas de maíces criollos y sus retrocruzas. *Rev. Fitotec. Mex.* 26(4):231-238.
- Wang, S.; Li, C.; Copeland, L.; Niu, Q. and Wang, S. 2015. Starch retrogradation: a comprehensive review. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 14(5):568-585. <http://doi.org/10.1111/1541-4337.12143>.