



V56AC, PRIMERA VARIEDAD DE MAÍZ OLOTÓN QPM DE GRANO AMARILLO PARA LOS VALLES ALTOS DE CHIAPAS, MÉXICO

V56AC, FIRST YELLOW GRAIN QPM OLOTON MAIZE VARIETY FOR THE HIGH VALLEYS OF CHIAPAS, MEXICO

Bulmaro Coutiño Estrada^{1*}, Gricelda Vázquez Carrillo² y Víctor A. Vidal Martínez³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Centro de Chiapas, Ocozocoautla, Chiapas, México. ²INIFAP, Campo Experimental Valle de México, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, México. ³INIFAP, Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Santiago Ixcuintla, Nayarit, México.

*Autor de correspondencia (coutino.bulmaro@inifap.gob.mx)

En Los Altos de Chiapas, México, se cultivan exclusivamente variedades de maíz (*Zea mays* L.) criollas, principalmente de la raza Olotón, con rendimientos muy bajos, en promedio de 1.2 t ha⁻¹ (SIAP, 2020), destinadas al autoconsumo (Perales *et al.*, 2005). Esta región Tzeltal de clima templado (2200 msnm de altitud) tiene índices altos de desnutrición y la dieta de sus habitantes se basa en el consumo de maíz en sus múltiples formas de preparación. Una desventaja del grano de maíz normal es su contenido bajo de proteína, y los bajos niveles de lisina y triptófano, aminoácidos esenciales para un buen desarrollo, principalmente en la infancia.

Hace aproximadamente 50 años se descubrió en maíz un gen mutante recesivo, conocido como *Opaco-2*, el cual produce casi el doble de lisina y triptófano (Mertz *et al.*, 1964) en el grano, en condición homocigótica en las plantas. En 1992 se cambió la textura harinosa del endospermo a otra semejante a la del maíz normal, sin reducir la calidad de la proteína. A estos maíces se les conoce como QPM (Quality Protein Maize) (Vasal, 2000).

En el Programa de Maíz del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) se inició un trabajo de mejoramiento genético por retrocruzas para formar nuevas variedades con mayor calidad nutritiva de grano, en las localidades de Teopisca y San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.

Así, en el año 2004 se inició el proyecto utilizando una familia de medios hermanos maternos proporcionada por los productores de cada una de 20 variedades de Olotón amarillo sobresalientes de 86 colectas regionales previamente evaluadas; las familias se utilizaron como progenitores recurrentes y el progenitor donante del gen *Opaco-2* de los maíces QPM fue la línea CML-172 de

CIMMYT. Mediante polinizaciones manuales, se tomó polen de CML-172 y se llevó a plantas individuales de cada familia para obtener las cruces F₁. En el mismo año se midió el contenido de aminoácidos en las 20 familias progenitoras, y se encontraron valores menores a los del H-442C QPM, y también mayores que los del maíz de endospermo normal H-133.

En el año 2005 se sembraron las cruces F₁ en un surco de 20 plantas, y se obtuvo la F₂ mediante autofecundaciones realizadas en las plantas que presentaban el fenotipo de la raza Olotón. Para corroborar la segregación fenotípica mendeliana (tres dominantes por un recesivo) y la presencia del gen *Opaco-2* en los granos de cada mazorca (líneas S₁) de la F₂, se hizo una selección visual en un diafanoscopio a contraluz, para escoger los granos que presentaban alrededor de 25 % de opacidad en el endospermo; la mitad de esa cantidad de granos de 150 líneas S₁ seleccionadas se guardó en cuarto frío como remanente y la otra mitad se envió al laboratorio de calidad de maíz del INIFAP para determinar su contenido de lisina y triptófano y se seleccionaron 70 líneas con contenidos por arriba de 64 % de dichos aminoácidos.

En el año 2006, utilizando semilla remanente de las líneas seleccionadas, se realizó una primera retrocruza (RC₁) hacia los progenitores recurrentes nativos. En 2007, dichas retrocruzas se sembraron y se eligieron plantas para realizar autofecundación con el fenotipo de la raza Olotón para obtener líneas S₁, tanto de la F₂ como de la RC₁; los granos segregantes (recesivos) de estas autofecundaciones se analizaron para contenido de lisina y triptófano y con las 21 de mayor cantidad de aminoácidos se formó un compuesto mecánico balanceado y se sembró un lote aislado en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, para hacer la recombinación genética y generar semilla

original de la nueva variedad, a la cual provisionalmente se le denominó Olotón Amarillo QPM.

En los años 2015 y 2017 se sembraron parcelas de validación en terrenos de agricultores de los municipios de Chamula y San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, para evaluarla junto a sus variedades nativas, como testigos, con manejo tradicional; previo a la cosecha, se hicieron estimaciones del rendimiento, el cual en promedio fue de 4.2 t ha^{-1} , 9 % más que las variedades nativas testigos. En 2017 se concluyó la descripción varietal (Carballo y Ramírez, 2010) en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, y se envió la información al Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) a fin de tramitar su ingreso al Catálogo Nacional de Variedades Vegetales, con el nombre definitivo de V56AC. El 25 de febrero del 2019 el SNICS otorgó el número 3861-MAZ-2069-120219/C, como registro provisional y el 22 de octubre del 2019 se obtuvo de la SADER el Título de Obtentor con el registro 2315.

El fenotipo de planta, mazorca y grano de la V56AC es

muy parecido al de las variedades criollas de la raza Olotón; las plantas crecen 2.65 m y la altura de la mazorca es de 1.27 m; liberan polen a los 116 días y el grano madura a los 220 días; las mazorcas tienen forma cónica, de 15 a 20 cm de longitud y de 4 a 5 cm de diámetro, con 16 a 18 hileras de grano y de 40 a 50 granos por hilera, de endospermo color amarillo claro a naranja y de textura semicristalina (Figura 1), con 55 y 60 % más de lisina y triptófano que el promedio de las 20 familias progenitoras, con un peso hectolítrico de 76.9 kg hL^{-1} .

Dado que el gen *Opaco-2* modificado es recesivo, se requiere de un aislamiento estricto de los lotes de producción de semilla, ya sea por espacio o por tiempo, y hacer los desmezcles que se requieran (Coutiño, 1993). En el Campo Experimental Centro de Chiapas, en Ocozocoautla, Chiapas, se cuenta con semilla categoría Original para producir las categorías Básica y Registrada para ofertarlas a los interesados en la producción de semilla Certificada, para cultivarse en siembras de temporal en los municipios de clima templado subhúmedo (2300 msnm) de Tenejapa, Zinacantán, Chenaló, Chamula, San Juan Cancuc, Oxchuc, Altamirano, Chalchihuitán, San Crsitóbal de Las Casas,



Figura 1. Fenotipo de planta en estado de jilote, de mazorcas y granos de la variedad V56AC.

Pantelhó, Larrainzar, Chiapas, entre otros de clima similar.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Fomix-Chiapas por el financiamiento otorgado al Proyecto "Introducción del gene *Opaco-2* modificado a los maíces criollos Olotón y Comiteco para incrementar su calidad de proteína" durante los años 2004 a 2007, y al INIFAP por apoyar con recursos la caracterización que se hizo en 2017.

BIBLIOGRAFÍA

- Carballo C. A. y M. E. Ramírez (2010) Manual Gráfico para la Descripción Varietal en Maíz. Colegio de Postgraduados. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Tlalnepantla, Estado de México. 69 p.
- Coutiño E. B. (1993) Normas y técnicas para producir semilla certificada de variedades de maíz. Folleto Técnico No. 7. Campo Experimental Centro de Chiapas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Ocozacoautla, Chiapas, México. 33 p.
- Mertz E. T., L. S. Bates and O. E. Nelson (1964) Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. *Science* 145:279-280, <https://doi.org/10.1126/science.145.3629.279>
- Perales H. R., B. F. Benz and S. Brush (2005) Maize diversity and ethnolinguistic diversity in Chiapas, Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102:949-954, <https://doi.org/10.1073/pnas.0408701102>
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2020) Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> (Junio 2021).
- Vasal S. K. (2000) The quality protein maize story. *Food and Nutrition Bulletin* 21:445-450, <https://doi.org/10.1177/156482650002100420>