

CP-Elvia 3, new white maize variety resistant to tar spot complex for Mexican subtropical areas

CP-Elvia 3, nuevo maíz blanco resistente al complejo de la mancha de asfalto para subtrópico de México

Carlos De León-García de Alba, Fitopatología, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. Km 36.5 Carretera México-Texcoco, CP. 56230. Autor para correspondencia: cdeleon@colpos.mx.

Recibido: 8 de Mayo, 2020.

Aceptado: 06 de Julio, 2020.

De León-García de Alba C. 2020. CP-Elvia 3, new white maize variety resistant to tar spot complex for Mexican subtropical areas. Mexican Journal of Phytopathology 38(3).

DOI: 10.18781/R.MEX.FIT.2005-1

Primera publicación DOI: 03 de Agosto, 2020.

First DOI publication: August 03, 2020.

Resumen. En la producción de maíz, el agricultor se encuentra ante la alternativa de sembrar semilla comercial de maíz híbrido o de polinización libre, incluyendo variedades mejoradas o nativas. La semilla de maíz híbrido es costosa y es necesario comprarla en cada nuevo ciclo de siembra, mientras que una variedad mejorada de polinización libre ofrece varias ventajas ya que puede sembrarse por varios años, puede competir en rendimiento con los híbridos, es de menor costo y se difunde entre agricultores. Una variedad sintética ofrece ventajas adicionales sobre otras variedades incluyendo uniformidad en floración y fenotipo, mejor rendimiento de grano y resistencia a enfermedades. En éste trabajo se muestra la obtención de la variedad

Abstract. In maize production, farmers face the alternative of planting commercial hybrid maize seed or an open pollinated variety including an improved variety or a native local variety. Hybrid maize seed is costly and new seed has to be planted each season, while seed of an improved open pollinated variety can be planted for several years, competes in grain yield with a hybrid, it is of low cost, and can be disseminated between farmers. The advantages of an open pollinated synthetic variety over a normal open pollinated variety are higher grain yield and uniformity in flowering time and phenotype. This work presents activities resulting in obtaining the open pollinated synthetic variety CP-Elvia 3 with good agronomic characters and resistance to the tar spot complex following an S_1 recurrent selection scheme.

Key words: synthetic variety, S_1 recurrent selection, tar spot.

The ‘tar spot’ disease in maize, caused by *Phyllachora maydis*, was initially identified in samples from Mexico (Maublanc, 1905;

sintética de maíz de grano blanco CP-Elvia 3, con buen comportamiento agronómico y resistente al complejo de mancha de asfalto y que se obtuvo mediante un programa de selección recurrente de familias S₁.

Palabras clave: variedad sintética, selección recurrente de familias S₁, mancha de asfalto.

La enfermedad del maíz ‘mancha de asfalto’ causada por *Phyllachora maydis*, fue inicialmente identificada en muestras originarias de México (Maublanc, 1905; CIMMYT, 2004). Actualmente, se ha propuesto el “complejo mancha de asfalto”, debido a la asociación etiológica de los hongos *Phyllachora maydis* y *Monographella maydis* (Garrido-Ramírez, E. Com. Personal, 2020). La enfermedad, en etiología simple o como complejo, se ha diseminado o reemergido por todo México y en otros países tanto en áreas productoras de maíz de clima cálido y húmedo como en regiones subtropicales y hasta 2600 msnm (Hock *et al.*, 1989; Garrido-Ramírez, E. Com. Personal, 2020); pero su daño principal se presenta en cultivos de maíz de las costas de Tabasco, Veracruz, Jalisco, Tamaulipas, Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Guerrero y Jalisco, además se reportan daños en otras regiones no costeras del altiplano de México como Morelos, México e Hidalgo, pero su distribución puede ser aún más extensa (Hock, 1991). Por otra parte, *Coniothyrium phyllachorae* también se encuentra asociado al ‘complejo mancha de asfalto’ considerado como hiperparásito de *Phyllachora* (Garrido-Ramírez, E. Com. Personal, 2020). La enfermedad, en cualquiera de su condición etiológica, causa pérdidas de producción de acuerdo a la susceptibilidad y la etapa fenológica del maíz en que se presenta. La enfermedad, en condición de complejo, inicia con la presencia de *P. maydis*, con la producción

CIMMYT, 2004). Currently, the name of “tar spot complex” has been proposed, due to the etiological association of the fungi *Phyllachora maydis* and *Monographella maydis* (Garrido-Ramírez, E. Com. Personal, 2020). The disease, in a simple etiology or as a complex, has spread throughout Mexico and in other countries, in maize-producing areas with warm weather, cultivated in subtropical regions as high as 2600 masl (Hock *et al.*, 1989); yet its main damage is found in maize grown in the coasts of Tabasco, Veracruz, Jalisco, Tamaulipas, Chiapas, Oaxaca, Michoacán and Guerrero, as well as in other non-coastal regions of the Mexican highlands, such as Morelos, the State of Mexico and Hidalgo, although its distribution can be more extensive (Hock, 1991). On the other hand, *Coniothyrium phyllachorae* is also related to the ‘asphalt spot complex,’ considered a hyperparasite of *Phyllachora* (Garrido-Ramírez, E. Com. Personal, 2020). The disease, in any of its etiological conditions, causes yield losses, depending on the susceptibility of the cultivar planted and the phenological stage of the maize plant when the infection occurs. The disease, under the condition of a complex, begins with the presence of *P. maydis*, with the production of a hard, raised, shiny, black spots on the maize leaves, with the appearance of asphalt, followed by the appearance of *M. maydis* around the asphalt spot (Quiroga-Madrigal *et al.*, 2017). The development of the foliar infection spreads from the lower leaves to the higher ones, and in advanced stages of development after flowering, the infection results in a severely blighted foliage (Figure 1A). A severe infection may affect the development and quality of the grain (Figure 1B).

As an alternative to minimize the effects of the tar spot on maize grain yield, attempts were made to generate synthetic, open-pollinated maize varieties with good agronomic characters and

de una manchita negra, brillante, levantada y dura sobre hojas de maíz, con apariencia al asfalto, seguida de la aparición de *M. maydis* alrededor de la mancha de asfalto (Quiroga-Madrigal *et al.*, 2017). El desarrollo de la infección foliar avanza de hojas inferiores hacia las superiores y, en estados avanzados de desarrollo del cultivo después de floración, la infección resulta en un follaje severamente atizado (Figura 1A). Infección severa puede afectar la formación y calidad del grano (Figura 1B).

Como alternativa para minimizar los efectos de la mancha de asfalto en el rendimiento de grano de maíz, se buscó generar variedades sintéticas de polinización libre de maíz con buenas características agronómicas y resistencia genética a la enfermedad. La resistencia genética se considera la forma más eficiente y económica de control de esta y otras enfermedades de los cultivos (Pandey y Gardner, 1992).

El programa de mejoramiento para desarrollar germoplasma de maíz con caracteres agronómicos

genetic resistance to the disease. Genetic resistance is considered the most efficient and inexpensive way to control this and other crop diseases (Pandey and Gardner, 1992).

The breeding program to develop maize germplasm with desirable agronomic traits and genetic resistance to the tar spot complex began with the development of a maize population of white endosperm with a wide genetic base. This base population was formed in 2008, by recombining 37 different white grain maize genotypes with adequate agronomic traits, including commercial hybrids and improved and native varieties collected in Mexican highlands. These materials were recombined in isolated plots for two cycles to achieve genetic stability. The recombination plots were established in a farmer's field located at the *ejido* of Santa Teresa Tiloxtoc, in Valle de Bravo, State of Mexico (19° 43' N, 98° 53' W, 1700 masl). After the second recombination cycle (C_0) an S_1 recurrent selection program was initiated (Pandey



Figura 1. Signos y síntomas del ‘complejo mancha de asfalto’; A) signos y síntomas en hojas de maíz y B) daños en mazorca de maíz (Fotos: C. De León).

Figure 1. Signs and symptoms of the ‘tar spot complex’; A) signs and symptoms on maize leaves and B) damage on maize ear (Photos: C. De León).

deseables y resistencia genética a la mancha de asfalto, se inició con la integración de una población de maíz de amplia base genética de endospermo blanco. Esta población base de grano blanco, se formó en 2008, recombinando 37 diferentes genotipos de maíz de grano blanco con buen comportamiento agronómico incluyendo híbridos comerciales, variedades mejoradas y nativas colectadas en el altiplano de México. Estos materiales se recombinaron en lotes aislados por dos ciclos para lograr su estabilidad genética. Los lotes de recombinación se establecieron en terreno de un agricultor en el ejido de Santa Teresa Tiloxtoc, en Valle de Bravo, Estado de México (19° 43' N, 98° 53' W, 1700 msnm). Después del segundo ciclo de recombinación (C_0) se inició un programa de selección recurrente de familias S_1 (Pandey y Gardner, 1992), autofecundando aproximadamente 400 plantas deseables y generando líneas S_1 en cada ciclo de mejoramiento. En el C_3 de mejoramiento, se sembró semilla de familias S_1 seleccionadas, bajo la modalidad de mazorca por surco, en un vivero establecido en lote de un agricultor en Metztlán, Hidalgo (20° 45' N; 98° 39' W; 900-2700 msnm), en donde la enfermedad mancha de asfalto se presenta en forma severa en condiciones naturales. Así, las líneas se evaluaron y seleccionaron por resistencia a la mancha de asfalto en condiciones de incidencia severa de campo.

En éste vivero, se seleccionaron siete grupos de 10-12 líneas S_1 con sincronía en días a floración masculina y femenina (días a floración femenina – días a floración masculina), altura de planta y mazorca (índice de altura = producto de dividir altura de mazorca entre altura de planta), aspecto de planta, desarrollo fenológico, tiempo a cosecha y resistencia a enfermedades foliares que se midieron con valores de severidad de 1 (no daño) a 5 (daño severo) por severidad de daño en el follaje ocasionado por mancha de asfalto y enfermedades

and Gardner, 1992), self-pollinating approximately 400 desirable plants and generating S_1 lines in each breeding cycle. In the C_3 breeding cycle, seed of selected S_1 families were planted, ear to row, in a breeding nursery established in farmer's field in Metztlán, Hidalgo (20° 45' N; 98° 39' W; 900-2700 masl), where the tar spot disease appears severely under natural infection. In these conditions, the lines were evaluated and selected by resistance to the tar spot complex under severe natural field conditions.

In this nursery, seven groups of 10-12 S_1 lines were selected with synchronized days to male and female flowering (days to female flowering – days to male flowering should be equal to zero), plant and ear height (height index = product of the division between ear height and plant height), plant aspect, phenological development, time until harvest and resistance to foliar diseases measured with severity values of 1 (no damage) to 5 (severe damage) by severity of damage to the foliage caused by asphalt spot and diseases such as common rust, gray spot, *Curvularia*, and others. Each of these seven groups of lines were recombined in a diallel to generate the F_1 of new experimental synthetic varieties which were advanced to F_2 to be included in agronomical trials with other varieties obtained and commercial varieties to measure their agronomic performance, disease resistance and grain yield.

In two yield tests established in 2016 and 2017 in the *ejido* Cinta Larga (CL), in Mixquiahuala, Hidalgo (20° 13' N, 99° 13' W, 2100 masl) with F_2 seed of experimental varieties obtained from lines of the C_3 - S_1 cycle, experimental variety CL16-TSR-2 was chosen for its outstanding traits over other materials included in the same trials (Table 1). In 2017, these varieties were also planted in a trial with randomized blocks with three replications in Metztlán, Hidalgo, to evaluate their resistance to tar spot (Table 1). In late 2017, this variety

incluyendo roya común, mancha gris, *Curvularia*, entre otras. Cada uno de éstos siete grupos de líneas se recombinaron en un dialelo para generar la F_1 de nuevas variedades sintéticas experimentales que se avanzaron a F_2 para ser incluidas en ensayos agroeconómicos con otras variedades obtenidas e híbridos comerciales y medir su comportamiento agronómico y rendimiento de grano.

En dos ensayos de rendimiento establecidos en 2016 y 2017 en el ejido Cinta Larga (CL) en Mixquiahuala, Hidalgo (20° 13' N, 99° 13' W, 2100 msnm) con semilla F_2 de variedades experimentales obtenidas de líneas del ciclo C_3 - S_1 , la variedad experimental CL16-TSR-2 fue seleccionada por sus caracteres sobresalientes sobre otros materiales incluidos en los mismos ensayos (Cuadro 1). En 2017, estas mismas variedades se sembraron en un ensayo en bloques al azar con tres repeticiones en Metztitlán, Hidalgo, para evaluar su resistencia a la mancha de asfalto (Cuadro 1). A fines de 2017, ésta variedad se propuso ante el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semilla (SNICS)

was proposed to the National Seed Inspection and Certification Service (SNICS) for its registration and approval as the new variety CP-Elvia 3, which was given to the Colegio de Postgraduados, which was granted the title of Breeder Num. 2167 for its distribution and commercialization (Figure 2).

The synthetic maize variety CP-Elvia 3 (CL16-TSR-2) (Table 1) has a high grain yield (72% higher than the commercial control), it has a good floral synchrony, medium plant height, and its seed is affordable (approximately half the cost of a hybrid seed), it can be replanted for several years, its seed is easily disseminated between farmers and it is genetically resistant to the tar spot complex.

The impact of this project on society is the increase in the income of farmers, due to the low cost of the seed and the increase in grain yield due to its good behavior and resistance to the disease avoiding its dissemination in maize producing areas.

~~~~~ End of the English version ~~~~~

**Cuadro 1. Comportamiento agronómico de la variedad sintética de maíz blanco CP-Elvia 3 (CL-17). Segundo ensayo para registro en SNICS.**

**Table 1. Agronomic characters of the synthetic white maize variety CP-Elvia 3 (CL-17). Second trial for registration in SNICS.**

| Genealogía | Origen (CL-16) | Sincronía floral    | Índice de altura | Aspecto de planta (1-5 <sup>2</sup> ) | Aspecto de mazorca (1-5) | Rendimiento de grano (t ha <sup>-1</sup> ) | Severidad mancha asfalto (1-5) (Metztitlán, Hidalgo) |
|------------|----------------|---------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| CL16-INS   | 2 #            | 3.0 ab <sup>y</sup> | 0.5 a            | 2 a                                   | 1.8 a                    | 6.9 ab                                     | 2.7 b                                                |
| IBS 1      | 5 #            | 3 ab                | 0.46 a           | 2 a                                   | 1.8 a                    | 7.4 ab                                     | 4.0 bc                                               |
| ITSR 1     | 7 #            | 3.6 b               | 0.46 a           | 2.3 a                                 | 2 a                      | 8.6 ab                                     | 3.3 bc                                               |
| ITSR 2     | 8 #            | 2.6 ab              | 0.46 a           | 1.8 a                                 | 2 a                      | 7.6 ab                                     | 1.5 a                                                |
| CL16-TSR   | 12-2#          | 1.8 a               | 0.69 a           |                                       |                          | 12.4 a                                     | 1.1 a                                                |
| CL16-TSR-2 | 12-1#          | 2.2 a               | 0.71 a           |                                       |                          | 11.6 a                                     | 1.8 a                                                |
| Testigo    | BG1384W        |                     | 0.67 a           |                                       |                          | 8.9 ab                                     | 3.2 bc                                               |
| Promedio   |                | 2.7                 | 0.56             |                                       |                          | 7.78                                       |                                                      |
| DMS (5%)   |                | 1.24                | 0.28             | 1.52                                  | 1.52                     | 4.33                                       |                                                      |
| CV (%)     |                | 0.65                | .009             | 0.28                                  | 0.28                     | 20.3                                       |                                                      |

<sup>y</sup>Separación de medias por Tukey (Valores seguidos por letras similares indican no diferencias entre ellas). <sup>2</sup>1= muy bueno; 5 = muy malo / <sup>y</sup>Mean separation using Tukey (Values followed by same letters indicate no differences between them). <sup>2</sup>1= very good; 5= very bad.



para su registro y aprobación como la nueva variedad CP-Elvia 3, la cual fue entregada al Colegio de Postgraduados al que se le asignó el título de Obtentor No. 2167 para su distribución y comercialización (Figura 2).

La variedad sintética de maíz CP-Elvia 3 (Cuadro 1) es de alto rendimiento de grano (72% mayor que el testigo comercial), tiene buena sincronía floral, tiene planta de altura media y su semilla es de bajo costo (aproximadamente la mitad del costo de semilla híbrida), se puede volver a sembrar por varios años, facilita la disseminación de su semilla entre agricultores y posee resistencia genética al complejo de la mancha de asfalto.

El impacto de éste proyecto hacia la sociedad, es el incremento de ingreso del agricultor debido al bajo costo de la semilla y al incremento de la productividad del maíz por su buen rendimiento y resistencia a la enfermedad que puede evitar su disseminación en áreas productoras de maíz.



**Figura 2. Semilla de la variedad sintética CP-Elvia 3.**  
**Figure 2. Seeds of the synthetic variety CP-Elvia 3.**

## LITERATURA CITADA

- CIMMYT. 2004. Enfermedades de maíz. Una guía para identificación en el campo. 4ª ed. CIMMYT, El Batán, México.
- Hock J, Kranz J y Renfro BL. 1989. El “complejo mancha de asfalto” de maíz, su distribución geográfica, requisitos ambientales e importancia económica en México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 7: 129-135.
- Hock J. 1991. Requisitos ambientales para el desarrollo del “complejo de la mancha de asfalto” que ataca al maíz en México. *Phytopathology* 81: 643-645.
- Quiroga-Madrigal RR, Garrido-Ramírez ER, Rosales-Esquinca MA y Salazar-Pinacho WM. 2017. Manejo integrado del complejo mancha de asfalto del maíz en México. *Manual técnico*. Univeridad Autonónoma de Chiapas, Tuxtla Gutierrez, Chiapas, México. 39 p.
- Maublanc A. 1904. Espèces nouvelles de Champignons inferius. *Bulletin Societe Mycologie Francaise* 20: 72.
- Pandey S. and Gardner CO. 1992. Recurrent selection for population, variety, and hybrid improvement in tropical maize. *Advances Agronomy* 28: 1-87.