

## CIANO-LIN: NUEVA VARIEDAD DE CÁRTAMO LINOLÉICA\*

### CIANO-LIN: A NEW CULTIVAR OF LINOLEIC SAFFLOWER

Alberto Borbón-Gracia<sup>1</sup>, Xochitl Militza Ochoa-Espinoza<sup>2§</sup>, Lope Montoya-Coronado<sup>2</sup>, Jesús Pérez Márquez<sup>1</sup> y María Guadalupe García Camarena<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Valle de Culiacán. INIFAP. Carretera Culiacán-El Dorado, km 17.5. Culiacán, Sinaloa, México. Tel. 01 667 8461014. (perezj.jesus@inifap.gob.mx), (garcia.maria@inifap.gob.mx). <sup>2</sup>Campo Experimental Norman E. Borlaug. INIFAP. Calle Norman E. Borlaug, km 12. Ciudad Obregón, Sonora, México. A. P. 155. C. P. 85000. Tel. 01 644 4145700. (montoya.lope@inifap.gob.mx), ochoa.xochitl@inifap.gob.mx. <sup>§</sup>Autora para correspondencia: borbon.alberto@inifap.gob.mx.

#### RESUMEN

Una nueva variedad de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), fue desarrollada para las áreas productoras de cártamo en México, la cual se le dio el nombre de CIANO-LIN. Esta variedad fue obtenida en el Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB), del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y registrada con el número CAR-011-290909 en el registro nacional de variedades de plantas. CIANO-LIN es una variedad linoléica altamente tolerante a la falsa cenicienta (*Ramularia carthami* Z.), con rendimientos de 3 a 4 t ha<sup>-1</sup> y buena calidad de aceite de tipo linoleico para el mercado nacional y de exportación. CIANO-LIN supera al testigo Bacum'92, tanto en rendimiento, tolerancia a enfermedades, calidad y cantidad de aceite de tipo linoléico. CIANO-LIN se puede sembrar durante el ciclo otoño-invierno en los estados de Tamaulipas, Jalisco, Baja California, Baja California Sur, Sinaloa y Sonora.

**Palabras clave:** *Carthamus tinctorius* L., *Ramularia carthami* Z., alto rendimiento, calidad de aceite, resistencia a enfermedades.

El cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) es una de las fuentes de aceite comestible más apreciadas por los consumidores, debido a la excelente calidad de su aceite; el cual, no se oxida

#### ABSTRACT

A new cultivar of safflower (*Carthamus tinctorius* L.), was developed for safflower-producing areas in Mexico and was named CIANO-LIN. This variety was obtained in the Norman E. Borlaug Experimental Field (CENEB), of the National Research Institute for Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP) and registered with the number CAR-011-290909 on the national register of plant varieties. CIANO-LIN is a linoleic variety highly tolerant to false mildew (*Ramularia carthami* Z.) with yields from 3 to 4 t ha<sup>-1</sup> and good quality of linoleic-type oil for domestic and export market. CIANO-LIN exceeds the control Bacum'92; in yield, disease tolerance, quality and quantity of linoleic oil type. CIANO-LIN can be planted during Autumn-Winter in the states of Tamaulipas, Jalisco, Baja California, Baja California Sur, Sinaloa and Sonora.

**Key words:** *Carthamus tinctorius* L., *Ramularia carthami* Z., disease resistance, high yield, oil quality.

Safflower (*Carthamus tinctorius* L.), is one of the most appreciated sources of edible oil by consumers, due to the excellent quality of its oil; which is not easily oxidized and does not cause cholesterol problems in the blood (Berglund *et al.*, 1998). In addition, the acceptable protein content

\* Recibido: abril de 2011

Aceptado: septiembre de 2011

fácilmente ni causa problemas de colesterol en la sangre (Berglund, *et al.*, 1998). Además, el aceptable contenido de proteína de la pasta residual del cártamo, convierten a ésta en un importante subproducto para la elaboración de alimentos balanceados para el ganado (García, 1998).

La producción estimada de cártamo a nivel mundial para el ciclo agrícola 2008-2009, fue de 650 millones de toneladas (FAO, 2010). Durante los ciclos 2006-2007 y 2007-2008, se sembró un área nacional de cártamo de 92 000 y 86 200 ha respectivamente, con un rendimiento medio nacional de 1.2 t ha<sup>-1</sup>, (SAGARPA, 2008). De los cuales, en el estado de Sonora se sembró 29% del área nacional con un rendimiento medio en los dos ciclos agrícolas de dos toneladas por hectárea, en su mayoría bajo condiciones de riego (SAGARPA, 2008).

En esta región, se siembra cártamo de aceite oleico y linoléico y se cultiva durante el otoño-invierno bajo condiciones de riego. En México, el cártamo se produce principalmente en los estados de Sonora, Sinaloa, Baja California y Baja California Sur, donde a partir del ciclo 2000-2001, se presentó la enfermedad conocida como falsa cenicilla (*Ramularia carthami* Z.) que presentaba una reducción de rendimiento hasta 75% (Borbón *et al.*, 2010).

Bacum'92 fue la variedad linoleica más sembrada hasta el ciclo 2008-2009 (Montoya, 2010); no obstante, la enfermedad falsa cenicilla, afectó la producción durante los ciclos 2000-2001 a 2008-2009. Ésta enfermedad se identificó cerca de Gridley, CA en junio de 2005, reduciendo de manera drástica el rendimiento de grano (Hostert *et al.*, 2006).

El desarrollo de la variedad CIANO-LIN altamente tolerante a falsa cenicilla, permite la siembra de éste cultivo con una mayor certeza de producción y con un menor costo de producción, ya que no requiere aplicaciones de fungicidas para el control de enfermedades.

La falsa cenicilla afectó a todas las variedades comerciales, por lo que fue necesario diversificar las fuentes de resistencia disponibles en el banco de germoplasma del CENEB. Por otra parte, aunque no existían variedades tolerantes a dicha enfermedad, se realizaron evaluaciones de fungicidas; con lo cual, se logró producir cártamo mientras se obtenían variedades tolerantes a falsa cenicilla.

La variedad de cártamo, CIANO-LIN con adaptación al noroeste de México, fue obtenida en el programa de mejoramiento genético de cártamo del CENEB, por

of residual pulp of safflower makes it an important sub-product for the manufacture of balanced food for cattle (García, 1998).

The worldwide estimated production of safflower for the 2008-2009 seasons was 650 million tons (FAO, 2010). During the cycles 2006-2007 and 2007-2008, a national area of 92 000 and 86 200 ha was planted with safflower respectively, with a national average yield of 1.2 t ha<sup>-1</sup> (SAGARPA, 2008). In Sonora State was planted 29% of the national area, with an average yield on the two agricultural cycles, of two tons per hectare, mostly under irrigated conditions (SAGARPA, 2008).

In this region, safflower of oleic and linoleic oil is seeded and cultivated during Autumn-Winter under irrigation. In Mexico, safflower is mainly grown in the States of Sonora, Sinaloa, Baja California and Baja California Sur; where, from the 2000-2001 cycle, the disease known as false mildew (*Ramularia carthami* Z.) was presented, which represented a yield reduction up to 75% (Borbón *et al.*, 2010).

Bacum'92 was the most planted linoleic variety until 2008-2009 cycle (Montoya, 2010); however, the false mildew disease, affected the production during 2000-2001 to 2008-2009 cycles. This disease was identified near Gridley, CA in June 2005, drastically reducing grain yield (Hostert *et al.*, 2006).

The development of CIANO-LIN variety, highly tolerant to false mildew, allows the planting of this crop with greater certainty of production and lower production cost, since it does not requires applications of fungicides for disease control.

False mildew affected all commercial varieties, so it was necessary to diversify the sources of resistance available in the genebank of CENEB. Moreover, although there were no disease-tolerant varieties, fungicide evaluations were conducted; achieving safflower production while false mildew tolerant varieties were obtained.

CIANO-LIN, a safflower variety with adaptation to the northwest of Mexico was obtained in the safflower breeding program of CENEB, by genetic combination and selection. This variety comes from the cross between RC-ORIGINAL/BACUM'92 line and S-555/

combinación genética y selección. Ésta variedad proviene de la cruce entre la línea RC-ORIGINAL/BACUM'92 y la línea S-555/BACUM'92. RC-ORIGINAL/BACUM'92, es una línea del lote de cruzamiento con la característica de tolerancia media a roya y altamente tolerante a falsa cenicienta y tizón de la hoja (*Alternaria carthami*). S-555/BACUM'92, es una línea con alto número de semillas por panícula, alto contenido de aceite y ácido graso linoleico.

Como resultado de lo anterior se obtuvo la línea experimental que se identificó con la genealogía CC12-5-1-0Y; se realizó selección masal en la generación F<sub>1</sub> y en forma individual en F<sub>2</sub> y F<sub>3</sub>. La selección masal para obtener la línea avanzada se realizó en la generación F<sub>4</sub>. A partir de F<sub>5</sub> se evaluó en ensayos de rendimiento. Las selecciones individuales y en masa se llevaron a cabo en el Valle del Yaqui, Sonora (27° 22' 14.39" latitud norte, 109° 55' 52.4" longitud oeste y 40 m de altitud).

En las evaluaciones de rendimiento la variedad CIANO-LIN bajo presión de falsa cenicienta y sin aplicación para su control, ha resultado superior en rendimiento de grano a la variedad comercial testigo BACUM'92. En el Valle del Yaqui, Sonora, en promedio de los ciclos 2004-2005 hasta 2006-2007, registró un rendimiento de 3 200 kg ha<sup>-1</sup> superando a Bacum'92 en 14.3%, la cual registró 2 800 kg ha<sup>-1</sup>. La semilla básica se produce en el CENEB de INIFAP, Sonora y está comercializándose desde 2009, entre los agricultores del noroeste de México.

CIANO-LIN presenta en promedio 140 cm de altura, con hábito de crecimiento determinado y erecto; su ciclo vegetativo es de 114 días a floración y 152 a madurez fisiológica. Las hojas son de color verde claro, de forma ovoide con bordes aserrados. El tallo erecto, sólido y resistente al acame.

Antes de la floración, el capítulo es de forma cónica y completamente cubierto por las brácteas. El número de capítulos por planta es de 26 con un promedio de 40 granos por capítulo. Las flores frescas son de color amarillo y cuando se secan permanecen del mismo color; el polen es de color amarillo.

El grano es de tamaño medio, forma oval y color blanco sucio. La longitud de semilla es de 8.5 mm y 3.5 mm de ancho; la composición estructural del grano es normal con promedio de 36.8% de pericarpio y 63.2% de almendra. El peso promedio de 1 000 granos es 37 g con un peso específico de 51.6 kg hL<sup>-1</sup>. La semilla contiene en promedio 41.5% de aceite y 18% de proteína. El aceite es de tipo linoléico y contiene un promedio 79.6% de ácido linoléico y 11.5% de ácido oleico.

BACUM'92 line. RC-ORIGINAL/BACUM'92, is a line of the crossing lot with the characteristic of medium tolerance to rust and highly tolerant of false mildew and leaf spot (*Alternaria carthami*). S-555/BACUM'92 is a line with a high number of seeds per panicle, high oil content and linoleic fatty acid.

As a result, an experimental line identified with the CC12-5-1-0Y genealogy was obtained; mass selection was performed in the F<sub>1</sub> generation and individually in F<sub>2</sub> and F<sub>3</sub>. Mass selection for obtaining the advanced line was made in the F<sub>4</sub> generation. Starting from F<sub>5</sub>, it was evaluated in yield trials. The individual and mass selections were carried out in the Yaqui Valley, Sonora (27° 22' 14.39" North Latitude, 109° 55' 52.4" west longitude and 40 m altitude).

In yield evaluations, the variety CIANO-LIN, under pressure of false mildew and without application to control it, has proven to be superior in grain yield than the control commercial variety BACUM'92. In the Yaqui Valley, Sonora; an average of 2004-2005 to 2006-2007 cycles, showed yield of 3 200 kg ha<sup>-1</sup> surpassing by 14.3% to Bacum'92, which recorded 2 800 kg ha<sup>-1</sup>. The basic seed is produced in the CENEB of INIFAP, Sonora and is marketed since 2009 among farmers in Northwestern Mexico.

The CIANO-LIN has 140 cm height on average, with determinate and erect-growth habit; its growing season is 114 days to flowering and 152 days to physiological maturity. The leaves are light green, oval-shaped with serrated edges. The stem is erect, robust and resistant to lodging.

Before flowering, the globular flower head has a conical-shape and is completely covered by the bracts. The number of globular flower heads per plant is 26, with an average of 40 grains per head. Fresh flowers are yellow and when dried, they remain the same color, its pollen is yellow.

The grain is medium sized, oval-shaped and opaque-white color. The seed length is 8.5 mm and 3.5 mm wide, the structural composition of the grain is normal with an average of 36.8% of pericarp and 63.2% of almonds. The average weight of 1 000 grains is 37 g with a specific weight of 51.6 kg hL<sup>-1</sup>. The seed contains an average of 41.5% of oil and 18% of protein. The oil is linoleic type and contains an average of 79.6% of linoleic acid and 11.5% of oleic acid.

## CONCLUSIONES

La siembra de CIANO-LIN, por el mayor rendimiento y resistencia a enfermedades, se recomienda para el ciclo de producción otoño-invierno en los estados de Sonora, Sinaloa, Baja California y Baja California Sur.

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Fundación Produce Sonora A. C. y al Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola en el estado de Sonora (PIEAES), por el financiamiento parcial de los trabajos de investigación que condujeron a la obtención de la variedad CIANO-LIN. También a la Fundación Produce Sinaloa A. C. por su apoyo económico para validar esta variedad en el estado de Sinaloa, a través del proyecto Núm. 4067094A.

## LITERATURA CITADA

Borbón, G. A.; Ochoa, E. X. M.; Pérez, M. J.; García, C. M. G.; Hernández, E. L. A.; Moreno, G. T. y Montoya, C. L. 2010. Variedades de cártamo altamente tolerantes a falsa cenicienta (*Ramularia carthami*) para el centro de Sinaloa. III Congreso Internacional de Fitogenética. Nuevo Vallarta, Nayarit, México. 336 p.

## CONCLUSIONS

The planting of CIANO-LIN, due to its increased yield and disease resistance, is recommended for the Autumn-Winter producing cycle in the States of Sonora, Sinaloa, Baja California and Baja California Sur.

*End of the English version*



- Berglund, D. R.; Riveland, N. and Bergman, J. 1998. Safflower production. North Dakota State University Extension Service. URL: [www.ext.nodak.edu/extpubs/plantsci/cops/a870w.htm](http://www.ext.nodak.edu/extpubs/plantsci/cops/a870w.htm).
- García, P. R. D. 1998. Tecnologías llave en mano serie 1998. SAGAR-INIFAP. D. F., México. 189-190 pp.
- Hostert, N. D.; Blomquist, C. L.; Thomas, S. L.; Fogle, D. G. and Davis, R. M. 2006. First report of *Ramularia carthami*, causal agent of ramularia leaf spot of safflower, in California. Published by The American Phytopathological Society. 90(9).
- Montoya, C. L. 2010. El cultivo de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) en México. Editorial SGI. Primera edición. Ciudad. Obregón, Sonora, México. 96 p.
- Organización de las Naciones Unidas Agricultura y Alimentación (FAO) 2010. FAOSTAT.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2008. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). URL: [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=120&Itemid=73](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=120&Itemid=73).