

## ‘Sainero’: nueva variedad de xoconostle para la región centro norte de México\*

### ‘Sainero’: new variety of xoconostle for the northern region of central Mexico

Clemente Gallegos-Vázquez<sup>1§</sup>, Leia Scheinvar<sup>2</sup>, Héctor Silos-Espino<sup>3</sup>, Alma Delia Fuentes-Hernandez<sup>4</sup>, César Ramiro Martínez-González<sup>5</sup>, Gabriel Olalde-Parra<sup>2</sup> y Nicolás Alejandro Gallegos-Luevano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Depositorio Nacional de *Opuntia*, Centro Regional Universitario Centro Norte- Universidad Autónoma Chapingo. Cruz del Sur # 100, El Orito, Zacatecas, México. C. P. 98085. Tel. 01 492 9246147. <sup>2</sup>Jardín Botánico, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, Delegación, Coyoacán, 04510 México, D. F. C. P. 04510. <sup>3</sup>Laboratorio de Biotecnología Aplicada, Instituto Tecnológico El Llano, Aguascalientes, km 18. Carretera Aguascalientes- San Luis Potosí, México. C. P. 20330. <sup>4</sup>Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Av. Universidad km 1, Rancho Universitario, Tulancingo Hidalgo, México. C. P. 43000. <sup>5</sup>Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, Delegación. Coyoacán, 04510 México, D. F. C. P. 04510. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: cgallegosvazquez@gmail.com.

## Resumen

Desde el punto de vista cultural, los xoconostles han sido un factor importante de sustento económico del campesino de las zonas semiáridas de México, que los utiliza en la alimentación y la medicina tradicional. Lamentablemente, las nopaleras silvestres se encuentran sometidas a un proceso de destrucción acelerada e irreversible como consecuencia de la apertura de tierras destinadas al cultivo y al sobrepastoreo, entre otras causas. Se describe una nueva forma hortícola del género *Opuntia* Miller (Cactaceae), considerada como variedad de uso común, que se encuentra en el Municipio Saín alto, Zacatecas, México, conocida como xoconostle ‘Sainero’. Se evaluó de 2008 a 2010 y se encontró que sus cladodios maduros son de forma oboval ancha, con 11 a 13 series de aréolas, con 4 a 6 espinas por areola; florece una vez por año y su madurez comercial la alcanza en el mes de febrero del año siguiente del que ocurre la floración. El fruto de ‘Sainero’ es de tamaño pequeño a mediano (56 cm) y forma oboval ancha, con la cicatriz floral ligeramente hundida, con una coloración externa de coloración uniforme rojo medio, brillante, paredes rojizas a blancuzcas, anchas (11.4 mm, característico de los xoconostles), ácidas (pH

## Abstract

From the cultural point of view, xoconostles have been an important factor of economic livelihood of farmers in semi-arid areas of Mexico, which are used as food and traditional medicine. Unfortunately, wild prickly pear are undergoing a process of rapid and irreversible destruction as a result of the opening of land for cultivation and grazing, among other causes. A new horticultural form of the genus *Opuntia* Miller (Cactaceae), considered as a commonly used variety, found in the municipality of Saín alto, Zacatecas, Mexico, known as xoconostle ‘Sainero’. It was evaluated from 2008 to 2010 and found that its mature cladodes or pads are broad obovate, with 11 to 13 sets of areole, with 4 to 6 spines per areole; blooms once per year and reaches commercial maturity in the month of February of the following year that flowering occurs.

The fruit of ‘Sainero’ is small to medium size (56 cm) and has a broad obovate shape, with the floral scar slightly sunken with an external red color, bright, reddish to whitish walls, broad (11.4 mm, characteristic of xoconostle), acidic (pH 3.1), pink dry to semi-dry and tasteless funiculus, firm,

\* Recibido: diciembre de 2013  
Aceptado: mayo de 2014

3.1), funículos secos a semisecos e insípidos de color rosa, de consistencia firme, bajo contenido de azúcares (6.3 °Brix) y con pocas semillas completamente desarrolladas (137). El rendimiento promedio en tres años de evaluación fue de 19.16 kg ha<sup>-1</sup> y sus frutos permanecen por más de 12 meses en la planta, después de iniciada la maduración, lo que le confiere una ventaja comparativa con relación a otras variedades integradas a la producción comercial, como el Xoconostle Manzano (*O. joconostle* F.A.C. Weber) cultivado en la región central de México. Ésta variedad cuenta con el registro definitivo Número XOC-023-031111 del CNVV-SNICS y está en proceso de validación bajo las condiciones de Calera, Zacatecas, a fin de establecer su adaptabilidad y potencial para incrementar el padrón varietal para la producción comercial de nopal en la región semiárida del centro norte de México.

**Palabras clave:** *Opuntia matudae* Scheinvar subsp. *Purpurea* subsp. Nov., calidad nutrimental, rendimiento, variedad de uso común.

*Opuntia* es un género complejo que incluyen especies usadas para el consumo de cladodios tiernos, conocidos en México como “nopalitos”, obtenidos principalmente de *O. ficus-indica*, o por sus frutos (muchas especies silvestres y domesticadas), llamadas tunas y “xoconostles” (Gallegos-Vázquez *et al.*, 2011). En México se designa xoconostle (del náhuatl: *xoco*= ácido; *noxtle*= tuna) a las tunas ácidas (Bravo-Hollis, 1978), que se distinguen por presentar paredes interiores anchas, ácidas, pared exterior delgada, semillas dispuestas en el centro del fruto, con funículos semisecos e insípidos (Bravo-Hollis, 1978; Colunga-GarcíaMarín *et al.*, 1986; García-Pedraza *et al.*, 2005; Scheinvar *et al.*, 2009; Gallegos-Vázquez *et al.*, 2012), con la característica particular de que sus frutos permanecen sobre los cladodios durante todo el año o más (Scheinvar *et al.*, 2009; Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo, 2011; Gallegos-Vázquez *et al.*, 2012), probablemente por sus bajas tasas de producción de etileno al madurar (Ávalos-Andrade *et al.*, 2006).

Desde el punto de vista cultural, los xoconostles siguen usándose en la cocina tradicional mexicana y en la elaboración de bebidas refrescantes, mermeladas, frutas en almíbar, fruta seca y cristalizada, salsa y licores (Scheinvar *et al.*, 2009). Sin embargo, en los dos últimos lustros ha aumentado el interés en xoconostles debido a sus propiedades nutricionales y funcionales (Guzmán-Maldonado *et al.* (2010).

low sugar content (6.3 °Brix) and with few fully developed seeds (137). The average yield on three-year evaluation was 19.16 kg ha<sup>-1</sup> and its fruits will remain for more than 12 months on the plant, after the onset of ripening, which gives a comparative advantage over other integrated varieties for commercial production, as Xoconostle Manzano (*O. joconostle* F.A.C. Weber) grown in the central region of Mexico. This variety counts with the registration number XOC-023-031111 from CNVV-SNICS and is being validated under the conditions of Calera, Zacatecas, in order to establish its adaptability and potential to increase the population for the commercial production of prickly pear in the semiarid region of north central Mexico.

**Keywords:** *Opuntia matudae* Scheinvar subsp. *Purpurea* subsp. Nov., nutritional quality, yield, variety of common use.

*Opuntia* is a complex genus including species used for the consumption of young cladodes, known in Mexico as “nopalitos”, mainly obtained from *O. ficus-indica*, or by their fruits (many wild and domesticated species), called tunas and “xoconostles” (Gallegos-Vázquez *et al.*, 2011). In Mexico is designated xoconostle (Nahuatl: *xoco*= acid; *noxtle*= tuna) acidic tunas (Bravo-Hollis, 1978), distinguished by having wide interior walls, acidic, thin outer wall, seeds arranged in the center of the fruit, with semi-dry and tasteless funiculus (Bravo-Hollis, 1978; Colunga-GarcíaMarín *et al.*, 1986; García-Pedraza *et al.*, 2005; Scheinvar *et al.*, 2009; Gallegos-Vázquez *et al.*, 2012), with the particular characteristic that their fruits remain on the cladodes all year round or more (Scheinvar *et al.*, 2009; Gallegos-Vázquez and Mondragón-Jacobo, 2011; Gallegos-Vázquez *et al.*, 2012), probably by low rates of ethylene production at maturity (Ávalos-Andrade *et al.*, 2006).

From the cultural point of view, xoconostles are used in traditional Mexican cuisine and in the preparation of soft drinks, jams, fruits in syrup, dried and crystallized fruit, salsa and liquor (Scheinvar *et al.*, 2009). However, in the last two decades the interest in xoconostles has been increasing due to its nutritional and functional properties (Guzmán-Maldonado *et al.* (2010).

To date, although xoconostles are a phyto genetic resource with great potential; there are few studies that allow us to know its diversity or existence, reporting its commercial

A la fecha, a pesar de que los xoconostles son un recurso fitogenético con grandes potencialidades, existen pocos trabajos que nos permitan conocer su diversidad o su existencia misma, reportándose su producción comercial en escasas 600 hectáreas de xoconostle cuaresmeño (*Opuntia matudae* Scheinvar) concentradas en la región central del país (Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo, 2011), y se desconoce la extensión de nopaleras silvestres con xoconostles en el país (García-Pedraza *et al.*, 2005), por lo que resultan decisivas las tareas de exploración, colecta, descripción y evaluación que nos permitan conocer la diversidad existente y desarrollar propuestas de rescate, conservación y utilización sustentable de este importante recurso vegetal nativo de México.

El área de origen de esta especie es la zona del municipio de Sain Alto, Zacatecas, en potreros de nopaleras silvestres y áreas de pastizal, distinguiéndose unas cuantas plantas, por lo que resultaba urgente su rescate y conservación, de manera que se incorporó al acervo genético del Depositorio Nacional de *Opuntia*, ubicado en el Centro Regional Universitario Centro Norte de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), ubicado en Zacatecas, Zacatecas, México (22° 44.7' latitud norte y 102° 36.4' longitud oeste) para futuras referencias.

Un estudio comparativo entre estas plantas con todas las especies mexicanas conocidas, productoras de xoconostles, y en especial con *O. matudae* Scheinvar, a la que pertenece, indicó que se trata de una subespecie distinta y nueva para la ciencia. Se trata de una nueva subespecie, *Opuntia matudae* Scheinvar subsp. *purpurea* subsp. nov, cuyo nombre refiere la tonalidad y uniformidad del color de su fruto, la cual fue observada y colectada por vez primera, en El Sauz, Sain Alto, Zacatecas. Ésta nueva subespecie presenta algunas características distintivas con relación a *O. matudae* sub sp. *matudae* (Cuadro 1). Asimismo, resulta diferente micro-morfológicamente de *O. matudae* por los caracteres de las células epidérmicas lignificadas de la parte apical (Figuras 1A y B) y media (Figuras 1C y D) de la espina, que son una de las estructuras botánicas más distintivas de las cactáceas (Mosco, 2009), así como en la forma de los tricomas y las células de la epidermis (Figuras 1E y F), observando que estos atributos se mantienen constantes. La distribución de *O. matudae* subsp. *matudae* incluye a territorios de los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Estado de México, Hidalgo, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas, en tanto que la distribución de la nueva subsp. *purpurea* se restringe a Sain Alto, Zacatecas.

production in 600 hectares of cuaresmeño xoconostle (*Opuntia matudae* Scheinvar) concentrated in the central region of the country (Gallegos-Vasquez and Mondragón-Jacobo, 2011), and is unknown the extension of wild prickly pear with xonocotle in the country (García-Pedraza *et al.*, 2005), so the tasks of exploration, collection, description and evaluation are critical because it allow us to appreciate the existing diversity and to develop proposals for rescue, conservation and sustainable use of this important wild plant resource of Mexico.

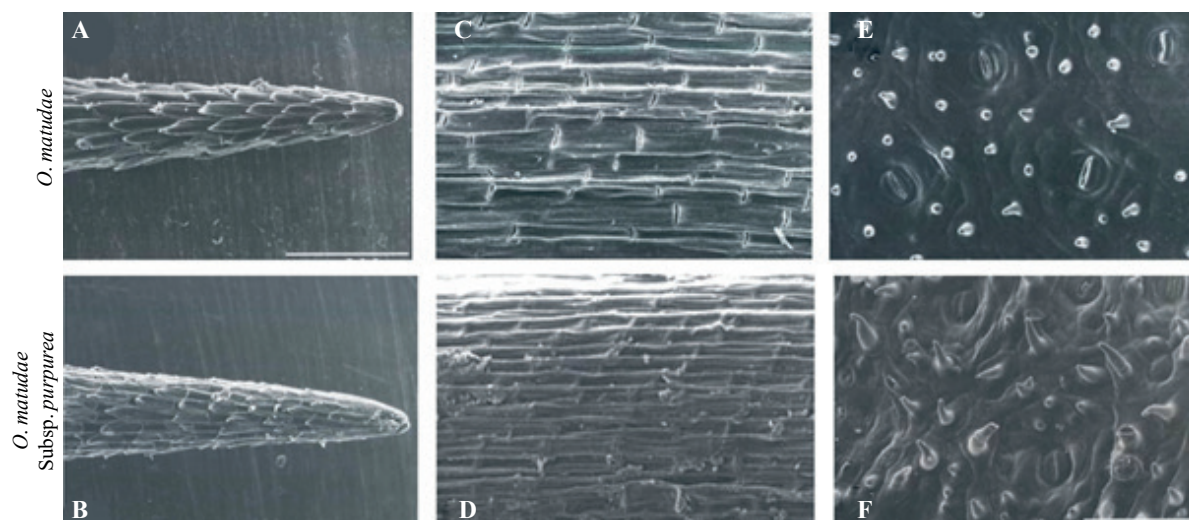
The area of origin of this species is the area from the municipality of Sain Alto, Zacatecas, in wild prickly pear pastures and rangelands, stand out a few plants, so it was urgent its rescue and conservation, was incorporated into the genetic heritage from the National Depository of *Opuntia*, located in the Northern Regional Center of the University of Chapingo (UACH) located in Zacatecas, Zacatecas, Mexico (22° 44.7' north latitude and 102° 36.4' west longitude) for future reference.

A comparative study of these plants with all known Mexican species, producing xoconostles, and especially *O. matudae* Scheinvar, to which it belongs, indicated that is a distinct subspecies and new to science. This is a new subspecies, *Opuntia matudae* Scheinvar subsp. *purpurea* subsp. nov, whose name refers to the hue and color uniformity of the fruit, which was observed and collected for the first time in El Sauz, Sain Alto, Zacatecas. This new subspecies presents distinctive features compared to *O. matudae* sub sp. *matudae* (Table 1). Also, micro-morphologically is different from *O. matudae* by the characters of the lignified epidermal cells from the apical area (Figures 1A and B) (Figures 1C and D) of the spine, which are one of the most distinctive structures of cactus (Mosco, 2009), as well as the shape of trichomes and epidermal cells (Figures 1E and F), these attributes are constant. The distribution of *O. matudae* subsp. *matudae* is present in the states of Aguascalientes, Guanajuato, State of Mexico, Hidalgo, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí and Zacatecas, while the distribution of the new subsp. *purpurea* is restricted to Sain Alto, Zacatecas.

For certification purposes of seeds, the variety of xoconostle 'Sainero' has the final Registration No. XOC-023-031111 and file No. 2097 of the National Catalogue of Plant Variety (CNVV Catálogo Nacional de Variedades Vegetales del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas)

**Cuadro 1. Características distintivas entre *O. matudae* subsp. *matudae* y *O. matudae* subsp. *Purpurea*.  
Table 1. Distinguishing characteristics between *O. matudae* subsp. *matudae* and *O. matudae* subsp. *Purpurea*.**

Características	<i>O. matudae</i> subsp. <i>matudae</i>	<i>O. matudae</i> subsp. <i>purpurea</i>
	Sinonimias: Cuaresmeño, Cuerón	Sinonimias: Sainero
Epidermis	Con tricomas verrucosos vistos al microscopio, unicelulares, estomas paracíticos, elevados sobre un pedestal.	Pubescente, con tricomas cónicos, unicelulares, estomas paracíticos, planos, al nivel de la epidermis.
Cladodios	Angostamente obovados, verde azulado algo grisáceos, con manchas purpúreas alrededor de las aréolas, opacos	Anchamente obovados, de color verde amarillento, con manchas purpúreas alrededor de las aréolas
Aréolas	Dispuestas en 8-9 series, distantes ca. 2 cm entre sí; con fieltro grisáceo negruzco	Dispuestas en 10-12 series, elípticas, de 0.3-0.4 x 0.2-0.3 cm, con fieltro corto grisáceo-negrucoso
Espinas	1-8, generalmente en todas las aréolas, color blanco grisáceo, desiguales, de 0.7-3.5 cm de largo, muy delgada, flexibles, las inferiores reflejas, porrectas, divergentes.	1-6, blancas, desiguales, de 0.7-1.9 cm de largo, flexibles, generalmente reflejas y porrectas, algunas erectas
Color del estilo	Rosa claro	Verde
Color del fruto	Verde con manchas purpúreas	Rojo medio, uniforme



**Figura 1. Parte apical en las células epidérmicas lignificadas:** A) células epidérmicas cortas y angostas; B) células epidérmicas ligeramente largas y angostas. Parte media en las células epidérmicas lignificadas; C) células epidérmicas transversalmente fisuradas; D) células epidérmicas continuas. Forma de los tricomas en epidermis pubescente y las células epidérmicas; E) tricomas y papilas, unicelulares y cónicos, células epidérmicas con paredes anticlinales lisas y estoma paracítico; y F) tricomas unicelulares, cónicos y encorvados, células epidérmicas con paredes anticlinales rugosas y estoma paracítico.

**Figure 1. Lignified epidermal cells in the apical area:** A) short and narrow epidermal cells; B) slightly long and narrow epidermal cells; middle area in lignified epidermal cells; C) Transversely fissured epidermal cells; D) continual epidermal cells. Trichomes in pubescent and epidermis cells; E) papillae and trichomes, unicellular and conical, epidermal cells with straight anticlinal walls and paracytic stomata; and F) unicellular, conical and curved trichomes, epidermal cells with wavy anticlinal walls and paracytic stomata.

Para fines de certificación de semillas, la variedad de xoconostle 'Sainero' cuenta con el registro definitivo Núm. XOC-023-031111 y Núm. de expediente 2097 del

from the National Inspection and Seed Certification, remaining under guard in the National Depository of *Opuntia* with the code number: O-367.

Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, manteniéndose bajo resguardo en el Depositario Nacional de *Opuntia* con la clave: O-367.

Las plantas son de hábito de crecimiento arbustivo. Cladodios cortos, de forma oboval ancho, cortos de 20-29 de largo x 14-22 cm de ancho y 1.98 cm de espesor, de color verde amarillento; aréolas de color gris, dispuestas en 11 a 13 series, y 10 areolas en la serie central; con cuatro a seis espinas en la areola central, cortas, de porte erecto y quebradizas. Este cultivar florece una vez por año y dependiendo de la distribución de las lluvias durante el ciclo, suele llegar a su madurez comercial en el mes de Febrero del año siguiente en que ocurre la floración, permaneciendo en la planta por más de un año. La flor de esta variedad presenta un perianto color amarillo con tonalidades verdes, de forma obovados con el ápice acuminado, filamentos amarillos, anteras blancas con tonos amarillentos, estilo blanco, lóbulos del estigma de color verde.

Las características morfológicas más importantes para la descripción del fruto de la variedad ‘Sainero’, de acuerdo con las pautas de la prueba para la tuna y xoconostles de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV, 2006) se presentan en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Estructura, características y descripción de los componentes fenotípicos de la variedad ‘Sainero’ (*Opuntia matudae* Scheinvar subsp *puerpurea* sub sp nov).**

**Table 2. Structure, characteristics and description of phenotypic components of 'Sainero' variety (*Opuntia matudae* Scheinvar subsp *puerpurea* sub sp nov).**

Estructura	Características	Descripción	Promedio
Fruto	Longitud (cm)	Corta	55.7
Fruto	Diámetro máximo (mm)	Estrecho	46.79
Fruto	Espesor de la cáscara (mm)	Muy grueso	11.4
Fruto	Peso de la cáscara (g)	Medio	54.1
Fruto	Peso de la pulpa (g)	Muy ligero	9.8
Fruto	Contenido total de sólidos solubles (°Brix)	Muy bajo	6.3
Planta	Época de comienzo de la floración	Tardía	Abril
Planta	Época de madurez para la cosecha	Muy tardía	febrero*

\*La madurez comercial se registra 11 meses después de la floración.

Produce frutos de forma oboval ancho, con pedúnculo grande (14.4 mm), una cicatriz del receptáculo moderadamente deprimida (5.3 mm). Las tunas de este cultivar en estado de madurez presentan una coloración externa uniforme, rojo medio, seis series de areolas, paredes rojizas a blancuzcas con tonalidades verdes, anchas (11.4 mm, característico de los xoconostles), ácidas (pH 3.1), funículos rosas, secos e insípidos (6.3 °Brix).

Plants have a bushy growth habit. Cladodes are short, broad obovate shape, short of 20-29 long x 14-22 cm width and 1.98 cm thick, yellowish green; gray areoles, set in 11 to 13 series, and 10 areoles in the central array; with four to six, short, erect and brittle spines in the central areole. This cultivar blooms once per year and depending on rainfall distribution during the cycle, usually reaches commercial maturity in the month of February of the following year when flowering occurs, remaining on the plant for more than a year. The flower of this variety shows a yellow perianth with green hues, obovate shape with acuminate apex, yellow filaments, white anthers with yellowish hues, white style and green stigma lobes.

The most important morphological characteristics to describe the fruit of ‘Sainero’ variety, according to the guidelines for tuna and xoconostles of the International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV, 2006) are presented in Table 2.

Produce fruits of obovate shape, with large stem (14.4 mm), with moderately sunken scar in the receptacle (5.3 mm). Prickly pears in this cultivar at maturity have a medium red color, six series of areoles, reddish to whitish walls with

green hues, broad (11.4 mm, distinctive of xoconostles), acidic (pH 3.1), pink funicules, dry and tasteless (6.3 °Brix).

According to the recorded data, a production of 30.66 kg per plant was estimated and considering a planting density of 625 plants per hectare, will reach a production of 19.16 t ha<sup>-1</sup>. The fruits remain for more than 12 months on the

De acuerdo con los datos registrados, se estimó una producción de 30.66 kg por planta y considerando una densidad de plantación de 625 plantas por hectárea se alcanzaría una producción de 19.16 t ha<sup>-1</sup>. Sus frutos permanecen por más de 12 meses en la planta, después de iniciada la maduración, lo que le confiere una ventaja comparativa con relación a otras variedades integradas a la producción comercial, como el Xoconostle Manzano (*O. joconostle* F.A.C. Weber) cultivado en la región central de México.

Esta nueva variedad presenta excelentes características, destacando sobre el resto de las variantes hasta ahora descritas, pues reúne plenamente las directrices para seleccionar las especies y variantes hortícolas para su incorporación al cultivo. Por otro lado, el interés en compuestos nutraceuticos ha aumentado en el mundo debido a su potencial para prevenir el estrés oxidativo y las enfermedades crónicas (Frankel y Germán, 2006), ello ha generado la tendencia a producir alimentos con calidad nutritiva y funcional, como la tuna y el xoconostle (Cevallos-Cassals y Cisneros-Zeballos, 2004), por lo que se espera que en trabajos futuros se pueda evidenciar la diversidad de posibles atributos nutritivos y funcionales de esta variedad.

## Agradecimientos

Se agradece el financiamiento al Sistema Nacional de Recursos Filogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI-SNICS-SAGARPA); a través de la Red de Nopal (FRU-NOP-09-5) y al Programa de Fruticultura de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) (09230204).

## Literatura citada

- Ávalos-Andrade, A.; Ramírez-Córdova, Y.; Goytia-Jiménez, M. A.; Barrientos-Priego, A. F. y Saucedo-Veloz, C. 2006. Etileno en la abscisión del fruto de tres especies del género *Opuntia*. Rev. Chapingo. Ser. Hort. 12:117-123.
- Bravo-Hollis, H. 1978. Las cactáceas de México. 2ª Edición. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México, D. F. 743 p.
- Cevallos-Casals, B. and Cisneros-Zeballos, L. 2004. Stability of anthocyanin-based aqueous extracts of Andean purple corn and red-fleshed sweet potato compared to synthetic and natural colorants. Food Chem. 86:69.

plant, after the onset of ripening, which gives a comparative advantage over other integrated varieties for commercial production, such as Xoconostle Manzano (*O. joconostle* F.A.C. Weber) grown in the central region of Mexico.

This new variety has excellent characteristics, highlighting over the rest of the varieties described before, it fully meets the guidelines for selecting species and horticultural variants for its incorporation to cultivation. On the other hand, the interest in its nutraceutical compounds has increased in the world due to their potential to prevent oxidative stress and chronic diseases (Frankel and German, 2006), this has led to the tendency to produce foods with nutritional and functional quality, as prickly pear and xoconostle (Cevallos-Casals and Cisneros-Zeballos, 2004), so it is expected that future works can show the diversity of possible nutritional and functional attributes of this variety.

*End of the English version*



- Colunga-GarcíaMarín, P.; Hernández-Xolocotzi, E. y Castillo-Morales, A. 1986. Variación morfológica, manejo agrícola y grado de domesticación de *Opuntia* spp. en el Bajío guanajuatense. Agrociencia 65:7-49.
- Frankel, E. N. and German, J. B. 2006. Antioxidants in foods and health: problems and fallacies in the field. J Sci. Food Agric. 86:1999-2001.
- Gallegos-Vázquez, C.; Barrientos-Priego, A. F.; Reyes-Agüero, J. A.; Núñez-Colín, C. A. and Mondragón-Jacobo, C. 2011. Clusters of commercial varieties of cactus pear and xoconostle using UPOV morphological traits. J. PACD 13:10-23.
- Gallegos-Vázquez, C. y Mondragón-Jacobo, C. 2011. Cultivares selectos de tuna, de México al mundo. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas - Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) - Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Chapingo, Texcoco, Estado de México. 157 p.
- Gallegos-Vázquez, C.; L. Scheinvar; Núñez-Colín, C. A. and Mondragón-Jacobo, C. 2012. Morphological diversity of xoconostles (*Opuntia* spp.) or acidic cactus pears: a Mexican contribution to functional. Foods. Fruits 67(2):109-120.
- García-Pedraza, L. G.; Reyes Agüero, J. A.; Aguire-Rivera, J. R. and Pinos-Rodríguez, J. M. 2005. Preliminary nutritional and organoleptic assessment of xoconostle fruit (*Opuntia* spp.) as a condiment or appetizer. Food Sci. 3(17):333-340.
- Guzmán-Maldonado, S. H; Morales-Montelongo, A. L.; Mondragón-Jacobo, C.; Herrera-Hernández, G.; Guevara-Lara, F. and Reynoso-Camacho, R. 2010. Physicochemical, nutritional, and functional characterization of fruits Xoconostle (*Opuntia matudae*) pears from Central-México Region. J. Food Sci. 75(6):485-492.

International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV). 2006. Cactus pear and Xoconostles (*Opuntia*, Groups 1 & 2), guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. International Union for the Protection of New Varieties of Plants. Geneva, Switzerland. TG/217/2. 36 p.

Mosco, A. 2009. Micro-morphology and anatomy of *Turbinicarpus* (Cactaceae) spines. Rev. Mex. Biod. 80:119-128.

Scheinvar, L.; Filardo-kerstupp, S.; Olalde-Parra, G. y Zavaleta-Beckler, P. 2009. Diez especies mexicanas productoras de xoconostles: *Opuntia* spp. y *Cylindropuntia imbricata* (Cactaceae). Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)- Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAH)- Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). México, D. F. 179 p.