

**Azúcares reductores y azúcares totales en 10 genotipos de nopales productores de Xoconostle  
(*Opuntia* spp.)**

Reducing sugars and total sugars in 10 genotypes producers Xoconostle nopales (*Opuntia* spp.)

**J. M. Pinedo-Espinoza**<sup>1</sup>, C. Gallegos-Vázquez<sup>2</sup>, L. González de la Rosa<sup>3</sup>, C., R. G. Campos-Montiel<sup>3</sup>  
y A. D. Hernández-Fuentes<sup>3</sup>✉

<sup>1</sup>Unidad Académica de Agronomía de la Universidad Autónoma de Zacatecas, km 15.5 Carretera Zacatecas-Guadalajara, C.P. 98170, Zacatecas, México.

<sup>2</sup>Centro Regional Universitario Centro Norte (crucen) Calle del Sur Núm. 100 Col. Constelación, poblado El Orito, Zac. CP 98085. *Univesidad Autónoma Chapingo*

<sup>3</sup>Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Instituto de Ciencias Agropecuarias, UAEH. Km 1 Av. Universidad, Rancho Universitario C.P. 43000, Tulancingo de Bravo Hidalgo, México. E-mail: hfad@hotmail.com ✉ Autor para correspondencia

**Recibido: 3/01/2014**

**Aceptado: 13/07/2014**

## RESUMEN

En este estudio se determinó el contenido de azúcares totales y azúcares reductores de diferentes genotipos de nopales productores de xoconostle (*Opuntia* spp.) colectados en localidades de los estados de Hidalgo, Estado de México y Zacatecas, México. Las variables evaluadas fueron; Sólidos solubles totales, azúcares reductores y azúcares totales. Los resultados mostraron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) en el contenido de azúcares totales en el mesocarpio (pulpa) de los frutos de Xoconostle frutos de 'Manso', 'Cuerón' y 'Invierno' con valores de 0.65, 0.61 y 0.60  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$  y entre los frutos de 'Virgen' y 'Cuaresmeño Zacatecano' con 0.30 y 0.26  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ . El mayor contenido de azúcares totales se observó en los frutos de Xoconostle 'Ulapa' y 'Cambray' con valores de 1.3 y 0.91  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ . En relación al contenido de azúcares reductores en el mesocarpio (pulpa) de xoconostles, no se observaron diferencias estadísticas significativas, con valores que van de 0.13 a 0.18  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ , excepto en el mesocarpio (pulpa) de frutos de Xoconostle Ulapa (*O. Oligacantha* C. F. Först) 1.3  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ . El valor más alto en el contenido de azúcares reductores se observó en el mesocarpio de frutos de Xoconostle 'Ulapa' con valor de 0.84  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ . El mayor contenido de sólidos solubles totales (°Brix) se observó en Xoconostle 'Manzano', El mayor contenido de azúcares totales y azúcares reductores se observó en los frutos de Xoconostle 'Ulapa'.

**Palabras claves;** Azúcares reductores, Azúcares totales, genotipo, xoconostle.

## ABSTRACT

In this study we determined the content of total sugars and reducing sugars of different genotypes producing xoconostle cactus (*Opuntia* spp.) Collected at locations in the states of Hidalgo, State of Mexico and Zacatecas, Mexico. The variables evaluated were: total soluble solids, reducing sugars and total sugars. The results showed statistically significant differences ( $P < 0.05$ ) in the total sugar content in the mesocarp (pulp) of the fruits of Xoconostle fruits of 'Manso', 'Cuernon' and 'Invierno' values of 0.65, 0.61 and 0.60  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$  and from the fruits of 'Virgen' and 'cuaresmeño Zacatecano' with 0.30 and 0.26  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ . The highest content of total sugars was observed in the fruits of Xoconostle 'Ulapa' and 'Cambray' values of 1.3 and 0.91  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ . In relation to reducing sugar content in the mesocarp (pulp) of xoconostles, there were no statistically significant differences, with values ranging from 0.13 to 0.18  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$  except in the mesocarp (pulp) of fruits of Xoconostle Ulapa (*O. Först Oligacantha* CF) 1.3  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ . The highest value in the reducing sugar content was observed in the mesocarp of fruits of Xoconostle 'Ulapa' value of 0.84  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ . The highest content of total soluble solids ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) was observed in Xoconostle 'Manzano' The highest content of total sugars and reducing sugars was observed in the fruits of Xoconostle 'Ulapa'.

**Keywords:** reducing sugars, total sugars, genotype, xoconostle.

## INTRODUCCIÓN

El Xoconostle (*Opuntia joconostle* Web.), conocido comúnmente como tuna ácida, es una cactácea resistente a la sequía. A la fecha se han identificado ocho especies de xoconostle que crecen de forma silvestre, en regiones semiáridas de México, pero otras especies son cultivadas en jardines y plantaciones comerciales (Sheinvar, 1999; Viguera y Portillo, 2001; Casas y Barbera, 2002; Reyes Agüero *et al.*, 2005). Evidencias preliminares obtenidas *in situ* en el Altiplano Potosino-Zacatecano y en estados circunvecinos, permitieron reconocer que la cáscara del fruto del Xoconostle (*O. joconostle* Web.) es empleada frecuentemente para el tratamiento contra DM por los habitantes de las regiones semiáridas de la zona centro de México. Lo anterior fue confirmado por Hernández (1990) y Zavaleta-Beckler *et al.* (2001). Se ha observado que la ingestión de la cáscara causó

en personas sanas una disminución estadísticamente significativa de colesterol y triglicéridos séricos e incremento glucosa e insulina séricas, respecto a la ausencia de consumo. El incremento de insulina y glucosa en personas sanas no parece una consecuencia del contenido de secretagogos en el xoconostle, pues tiene bajo contenido de azúcares y proteínas. En personas con DM2 el consumo de xoconostle disminuyó la concentración de glucosa y aumentó la insulina. Una de las conclusiones más relevantes a las que se ha llegado es que el consumo habitual de la cáscara del fruto de xoconostle puede ser útil para controlar la glucosa sérica en individuos con DM2 (Pimienta-Barrios *et al.*, 2008). Con base en lo anterior en el presente se planteó realizar la determinación de azúcares reductores, azúcares totales y proteínas de variedades de Xoconostle, para potenciar su cultivo, uso y comercialización.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los frutos de Xoconostles de las variedades ‘Cuerón’, ‘Cambray’, ‘Virgen’ y selección ‘Cuaremeño Zacatecano’ fueron cosechados en el estado de Zacatecas, mientras que los de frutos de selecciones ‘Matizado’, ‘Manso’, ‘Invierno’, ‘Borrego’ y ‘Ulapa’ en el estado de Hidalgo y ‘Manzano’ en el estado de México. Las variables de estudio fueron; Azúcares totales y azúcares reductores. Para la determinación de azúcares totales, se empleó el método de antróna reportado por Whittam *et al.* 1971. Para azúcares reductores, se utilizó el Método de Nelson Somogyi 1952. Se realizó análisis de varianza utilizando el procedimiento ANOVA de SAS (Statistics Analysis System); versión 9.0, (SAS; 2002), se utilizó el diseño experimental completamente al azar y la prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey con un nivel de significancia de ( $P \leq 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Se observaron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) en el contenido de azúcares totales en el mesocarpio (pulpa) de los frutos de Xoconostle frutos de ‘Manso’, ‘Cuerón’ y ‘Invierno’ con valores de 0.65, 0.61 y 0.60  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$  y entre los frutos de ‘Virgen’ y ‘Cuaremeño Zacatecano’ con 0.30 y 0.26  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ .

El mayor contenido de azúcares totales se observó en los frutos de Xoconostle ‘‘Ulapa’’ y ‘Cambray’ con valores de 1.3 y 0.91  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$  (Cuadro 1). Al respecto Pimienta-Barrios *et al.* (2008) mencionan que los frutos de Xoconostle poseen una cantidad baja de azúcares (0.85 g por cada 100 g de cáscara), en frutos de Xoconostle *Opuntia joconostle* Web observaron que los frutos presentaban un

contenido en azúcares totales a los dos días de cosechados de 1.20 y de 0.81 a los 35 días de cosechados.

En relación al contenido de azúcares reductores en el mesocarpio (pulpa) de xoconostles, no se observaron diferencias estadísticas significativas, con valores que van de 0.13 a 0.18  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ , excepto en el mesocarpio (pulpa) de frutos de Xoconostle *O. joconostle* F. A. C. Weber selección (Ulapa 1.3  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ )(Cuadro 1). El valor más alto en el contenido de azúcares reductores se observó en el mesocarpio de frutos de Xoconostle ‘‘Guinda’’ con valor de 0.84  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ . Pimienta-Barrios *et al.* (2008), reportaron valores de 0.82  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$  en frutos de *O. joconostle*, similares a lo reportado en el presente estudio.

Con respecto al contenido de proteínas en los frutos de Xoconostle se observaron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ), excepto entre los frutos de *O. oligacantha* Foster selección Borrego y *O. duranguensis* Briton & Rose variedad Cambray con valores de 4.52 y 4.42 % respectivamente y fueron los que presentaron el contenido más alto de proteínas. (Cuadro 1).

Contreras *et al.* (2011) reportaron valores de 0.76 a 1.56 g/100 g para frutos de *O. joconostle*, mientras Pimienta-Barrios *et al.* (2008) reportaron valores en el contenido de proteínas de 17.72  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  en frutos de *Opuntia joconostle* a los dos días cosechados, mientras que a los 35 días de cosecha se observaron un contenido de 13.97  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ .

Guzmán-Maldonado *et al.* (2010) mencionan que el contenido de proteínas más alto se observó en la pulpa de Xoconostle (8.16%), esto sugiere el potencial de utilización para alimentos humanos o animal y es necesario evaluar la calidad de estas proteínas. El contenido de proteínas para pulpa de

Xoconostle cv Cuaresmeño fue más alto que lo reportado por el Kosson *et al.* (1998) para pulpa de tuna (5.13 % peso seco). Por otra parte el contenido de proteínas en cáscara reportado por García-Pedraza *et al.* (2005) para Xoconostle cv Cuaresmeño fue de 3.4 %. García-Pedraza *et al.* (2005) reportaron valores de 14.4 % para cáscara de Xoconostle.

Bensadon *et al.* (2010) mencionan que los frutos de tuna y Xoconostle son relativamente bajos en el contenido de proteínas, reportaron valores de 0.80 g·100 g<sup>-1</sup> de peso fresco para frutos de *Opuntia ficus*

*indica* y 1.00 g/100 g de peso fresco para frutos de tuna. En cladodios y frutas de tuna *Opuntia ficus indica* se observaron 1.13 g·100 g<sup>-1</sup> de peso seco en cladodios de plantas cultivadas en Atlixco puebla y 1.14 g·100 g<sup>-1</sup> de peso seco para cladodios de nopal cultivadas en milpa Alta y en frutos de tuna verde se encontraron trazas de proteínas, al igual que en tuna roja. Guzmán-Maldonado *et al.* (2010) encontraron valores de 1.63 % a 1.78 %, las diferencias podrían explicarse en términos de los diferentes orígenes y años de cosecha.

**Cuadro 1.** Determinación de azúcares totales, azúcares reductores y proteínas de frutos de Xoconostle (*Opuntia* spp).

Especies de Xoconostle ( <i>Opuntias</i> spp)	Azúcares totales mg·g <sup>-1</sup>	Azúcares reductores mg·g <sup>-1</sup>	Proteínas (%)
<i>O. oligacantha</i> (Borrego)	0.20e	0.18b	4.52a
<i>O. joconostle</i> (Manso)	0.65c	0.17b	3.54de
<i>O. duranguensis</i> (Virgen)	0.30de	0.14b	3.08f
<i>O. eliashenveriana</i> (Matizado)	0.42cde	0.14b	3.52e
<i>O. joconostle</i> (Manzano)	0.50cd	0.16b	3.08f
<i>O. duranguensis</i> (Cambray)	0.91b	0.17b	4.42a
<i>O. matudae</i> (Cuaresmeño Blanco)	0.26de	0.13b	4.11bc
<i>O. matudae</i> (Cuerón)	0.61c	0.13b	4.35ab
<i>O. tezontepecana</i> (Invierno)	0.60c	0.16b	3.84cd
<i>O. joconostle</i> (Ulapa)	1.3a	0.84a	3.12f
DMS	0.25	0.52	0.29
CV (%)	15.19	79.64	2.73

<sup>z</sup> Valores con las mismas letras dentro de la columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una P≤0.05. DMS: Diferencia mínima significativa; CV: Coeficiente de variación.

## CONCLUSIONES

Se presenta una caracterización de las especies más importantes de xoconostle que se producen en los estados de Hidalgo, México y Zacatecas.

El mayor contenido de azúcares totales y azúcares reductores se observó en los frutos de Xoconostle 'Ulapa'. El contenido de proteínas más alto se observó en los frutos de xoconostle 'Borrego' y 'Cambray' y requieren ser evaluadas para la posible elaboración de un alimento humano y/o animal.

## AGRADECIMIENTOS

Al Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (SINAREFI), SAGARPA y CONACYT por el apoyo para la realización de este trabajo

## LITERATURA CITADA

- Casas, A. y Barbera, G. 2002. Mesoamerican domestication and diffusion. In P. S. Nobel (Ed), *Cacti, Biology and uses*. Berkeley/Los Angeles/y. London: University of California press. pp 143-162.
- Colunga, G. M. P., Hernández, X. E., Castillo, A. 1986. Variación morfológica, manejo agrícola y grados de domesticación de *Opuntia* spp. en el Bajío guanajuatense. *Agrociencia* 65: 7-49.
- Gallegos-Vazquez, C., Cervantea-Herrera J. y Barrientos-Priego A. F. 2005. ISBN 968-02-0132-5. Manual grafico para la descripción varietal del nopal tunero y xoconostle (*Opuntia* spp).pp 70-109.

Reyes-Agüero, J. A. Aguirre, R. J. R. y Valiente, B. A. 2005. Reproductive biology of *Opuntia*: a review. *J. Arid Environ.*

Vigueras, G. A. y Potrillo, L. 2001. Uses of *Opuntia* species and the potencial impact of *Cactoblastis cactorum* (*Lepidoptera: pyralidae*) in Mexico. *Fla. Entomol.* Pp 84, 493.