

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL FRUTO DE XOCONOSTLE (*Opuntia joconostle*) C.V. BLANCO Y ROSA

Trejo-Trejo, Elia ^a, Trejo-Trejo, Natalia ^a, Zúñiga-Morales, Jonatan ^a, Ocampo-Hernández, Anahí ^a, Ramírez-González, María del Carmen ^a

^a Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital, Procesos Alimentarios. Hidalgo, México. C.P. 42300. etrejo@utvm.edu.mx

Recibido 30 de octubre de 2018; aceptado 08 de febrero de 2019

Palabras clave:

xoconostle,
componentes,
comparativo

RESUMEN. En este artículo se reporta un estudio comparativo del fruto de xoconostle (*Opuntia joconostle*) c.v. blanco y c.v. rosa. Se distinguen los componentes del fruto como piel, cáscara, semilla y pulpa; se evaluaron propiedades físicas del fruto como peso, diámetro, porcentaje de piel, cáscara, pulpa y semilla, relación pulpa cáscara. Se realizó un análisis proximal de los dos tipos de xoconostle. En los dos cultivares analizados, la cáscara es el componente de mayor abundancia (51.13 a 58.63%). En relación con el color de pulpa, la epidermis, la forma y tamaño del fruto se encontró diferencia significativa entre variedades. Los dos cultivares se caracterizaron por su alto contenido de humedad, pH ácido, bajo contenido proteico y alto contenido de fibra cruda. Al analizar por separado los componentes de los frutos se tiene que la semilla es rica en fibra; la piel, epidermis y pulpa tienen un alto contenido de humedad y carbohidratos totales. Tanto el fruto como cada uno de sus componentes presentaron pH ácido que oscila entre 2.69 y 4.25. Con base en lo anterior, se propone la transformación de la piel y semillas en harina, la cáscara en cristalizado, néctar, mermelada, ate, helado, almíbar y salsa; mientras que la pulpa en gomitas y licor.

Key words:

xoconostle, components,
comparative.

ABSTRACT. In this article a comparative study of the fruit of xoconostle (*Opuntia joconostle*) c.v. white and c.v. rosa. The components of the fruit are distinguished as skin, skin, seed and pulp; The physical properties of the fruit were evaluated as weight, diameter, percentage of skin, skin, pulp and seed, shell pulp ratio. A proximal analysis of the two types of xoconostle was performed. In the two crops analyzed, the husk is the component with the highest abundance (51.13 to 58.63%). In relation to the color of the pulp, the epidermis, the shape and the size of the fruit differ significantly between varieties. The two cultivars are characterized by their high moisture content, acid pH, low protein content and high crude fiber content. When analyzing the components of the fruits separately. The skin, epidermis and pulp have a high moisture content and total carbohydrates. Both the fruit and each of its components include acidic pH that ranges between 2.69 and 4.25. Based on the above, it is proposed to change the skin and seeds in the flour, the peel in crystallized, nectar, jam, tie, ice cream, syrup and sauce; While the pulp in gummies and liquor.

INTRODUCCIÓN

Dentro de la flora característica del Valle del Mezquital se encuentra el género *Opuntia*, conocido como tunas donde destacan las tunas agrias conocidas como xoconostles (*Opuntia joconostle* spp). En la gastronomía mexicana es común que las tunas agrias se utilicen en ensaladas, mermeladas, dulces, cristalizados, jugos, refrescos caseros, vinos, entre otros productos alimenticios¹.

El xoconostle (*Opuntia joconostle*) presenta un gran potencial económico debido a sus múltiples usos como verdura, condimento, fruta fresca, dulces cristalizados, mermeladas y bebidas^{2,3}, sus propiedades medicinales y terapéuticas (atribuidas a

la alta cantidad de pigmentos y antioxidantes que posee), hipoglucémicas, control de colesterol y reducción de peso corporal⁴. A pesar de estas cualidades y de los estudios realizados por diversos investigadores, para mejorar la producción y comercialización del xoconostle, su uso aún sigue restringida a determinadas regiones geográficas⁵, algunas especies son poco aprovechadas o no se comercializan por lo cual son poco rentables para los agricultores. Derivado de lo anterior, las investigaciones actuales buscan darle un valor agregado al fruto a fin de que los costos de producción sean rentables.

Desde el punto de vista ecológico, por su resistencia a la sequía se adaptan a condiciones climáticas adversas, y contribuyen fuertemente en la formación del suelo¹. *Opuntia joconostle* está presente en los estados de Jalisco, San Luis Potosí, Estado de México e Hidalgo, desde tiempos prehispánicos constituye una fuente importante para las poblaciones que habitan en esta zona⁶, por los diversos usos relacionados: fuente de alimentación, aplicaciones medicinales y religiosas.

Los frutos de este género se dividen en dos tipos, las llamadas tunas dulces y agrias (Xoconostle). La tuna agria *Opuntia joconostle* cv Burro es el xoconostle más utilizado por los pobladores, mientras que *Opuntia matudae* cv Rosa y cv Blanco son poco comercializados. Muchas investigaciones, desde el punto de vista agronómico, se han realizado en torno al xoconostle⁶, de tal manera que para el estado de Querétaro se reportan 11 colectas de frutos de xoconostle con un peso promedio de 53.36 g, los cuales se comercializan y pueden ser similares a los cv Rosa y Blanco analizados. Respecto a *Opuntia joconostle*, en el estado de Zacatecas el peso promedio del fruto es de 110.7 g⁷. De igual manera, se tienen reportes sobre las diversas alternativas de transformación de las cáscaras provenientes del procesamiento de la tuna. Por ejemplo, la fibra dietética ha recibido una particular atención a nivel mundial por sus propiedades y por la función que cumple en el organismo humano.

Químicamente la fibra dietética está constituida por hidratos de carbono complejos, que no son degradados ni absorbidos en el intestino delgado. Sin embargo, en la pared de la célula vegetal los hidratos de carbono se encuentran asociados a otro tipo de sustancias que comparten la característica común de ser resistentes a las enzimas digestivas del hombre. El interés inicial de médicos, nutriólogos y tecnólogos en alimentos por la fibra, se debe a su importancia como parte de la dieta, ya que puede promover la pérdida de peso y prevenir la constipación y hemorroides, así como algunas enfermedades de tipo coronario, además del cáncer y la obesidad⁸; se tienen evidencias preliminares obtenidas in situ en el Altiplano Potosino-Zacatecano y en estados circunvecinos, que permiten reconocer que la cáscara del fruto del xoconostle (*Opuntia joconostle* Weber) es empleada frecuentemente para el tratamiento de la DM por los habitantes de las

regiones semiáridas de la zona centro de México^{5,9}. Por otro lado, se conoce poco de las semillas de sus frutos, en específico el contenido de carbohidratos, cenizas, fibra cruda, grasa, humedad, proteína y energía, datos que podrían ser importantes para buscarle usos potenciales como alimentos, forrajes, mejoradores de suelo, entre otros. Otros investigadores⁵ reportan que el xoconostle es utilizado principalmente como un producto alimenticio en la cocina mexicana; las pencas tiernas se comen como legumbres y sus frutos ácidos se utilizan como ingredientes esenciales en algunos platillos típicos como salsas, o como condimento y aperitivo, aunque también actúa como planta medicinal e infusión para la tos, migraña y dolor de cabeza⁹.

La región del Mezquital del estado de Hidalgo, es una de las más ricas en producción de tuna. En esta zona se elaboran postres, panes, mermeladas, salsa con chile morita y guisados de animales de campo con chile guajillo o mora de la región, utilizando como ingrediente principal el xoconostle.

Los frutos de xoconostle (*Opuntia joconostle*) constituyen un alimento utilizado en varios estados de la República Mexicana, pero particularmente en el Estado de Hidalgo y específicamente en el Valle del Mezquital. En resumen, a pesar de que el fruto ha sido utilizado en la cocina poco se ha hecho para incentivar su aprovechamiento agroindustrial (aun cuando existen algunas microempresas en la región), razón por la cual surge el interés de innovar en el desarrollo de nuevos productos mediante la caracterización del fruto, como materia prima con la finalidad de tener claro que es lo que se puede producir a partir de la cáscara, epidermis, pulpa y semilla del fruto, en consecuencia reducir las mermas y fomentar microempresas sustentables, comprometidas con el medio ambiente y el desarrollo social de la región respetando su vocación agrícola.

En consecuencia, en esta investigación, se tuvo como objetivo realizar un estudio comparativo del fruto de xoconostle (*Opuntia joconostle*) cultivar blanco y rosa con la finalidad de establecer una propuesta de aprovechamiento agroindustrial.

METODOLOGÍA

Como materia prima, se utilizó el fruto del xoconostle (*Opuntia joconostle*) c.v. rosa y c.v. blanco de la familia botánica Cactaceae. El primero, cultivado en los alrededores del municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo y el segundo en el Dextho, Santiago de Anaya, Hgo.

Selección del fruto: Las tunas de cada uno de los cultivares (rosa y blanco) se seleccionaron de acuerdo a su madurez comercial (firme al tacto), libres de enfermedades y no golpeadas. Del total de frutos cosechados se tomó un lote de 150 frutos del cultivar rosa y el cultivar blanco.

Proceso de separación: Las tunas se seleccionaron de acuerdo a su madurez comercial (firme al tacto), libres de enfermedades y no golpeadas. Se pesaron en las instalaciones del Programa Educativo de Tecnología de Alimentos de la Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital en un tiempo menor a 48 h de cosechadas.

La investigación se llevó a cabo en dos etapas:

a) **Caracterización del fruto de xoconostle y evaluación de rendimiento:** Con los frutos seleccionados, de los dos cultivares blanco y rosa, se efectuaron los estudios relacionados por sus características físicas: peso, diámetro ecuatorial y longitudinal. La determinación del peso se realizó con cada uno de los frutos utilizando balanza granataria (marca OHAUS, 1600 series para 2610 g). Mientras que, el diámetro longitudinal y ecuatorial se midieron utilizando vernier (marca MITUTOYO, modelo 530-10). Las características sobresalientes de *O. joconostle* c.v. rosa y blanco se clasificaron de acuerdo al Manual Gráfico para la Descripción Varietal de Nopal Tunero y Xoconostle (*Opuntia* spp)¹⁰.

Una vez realizadas las mediciones anteriores se procedió a separar cada uno de los componentes del fruto (piel, cáscara, pulpa, semilla) a través de una serie de operaciones (Figura 1). El rendimiento es evaluó como la relación porcentual del peso del componente y el peso total del fruto.

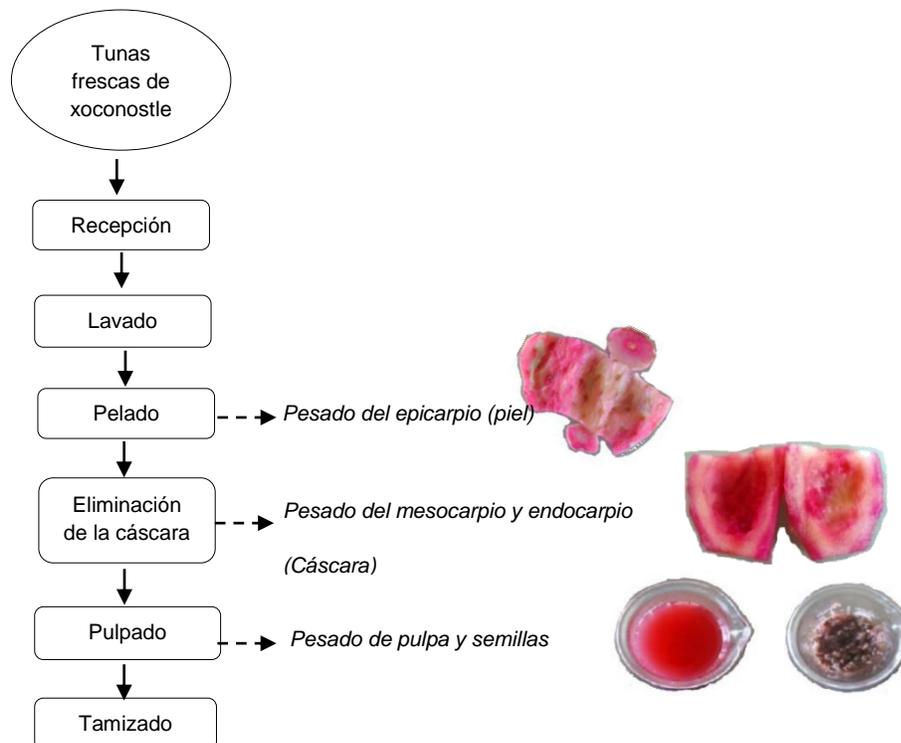


Figura 1. Diagrama de proceso para la obtención de componentes del xoconostle.

b) **Análisis proximal:** Una vez separada la pulpa, la cáscara y la semilla se realizaron los análisis químicos y físicos por triplicado. Las determinaciones se realizaron según lo indica la AOAC¹⁰. Acidez, por titulación con NaOH 0.1 N y expresada como porcentaje de ácido cítrico. Cenizas, por incineración de la muestra a 550 °C en horno de mufla; Marca Vulcan A-55. Extracto etéreo, se determinó mediante extracción con éter de petróleo P.E. 40 – 60 °C en un equipo Soxhlet. Fibra cruda, por el método de la oxidación e hidrólisis ácida. Carbohidratos, se determinaron por diferencia. Humedad, se determinó en estufa; Marca Felisa. pH, potenciométricamente con un pHmetro; Marca OAKTON WD-35801-00 mod. 2000. Proteínas, mediante el método de Kjeldahl con un equipo Marca BÜCHI B-323. Sólidos solubles, con un refractómetro tipo Abbe; Marca Carl-Zeiss. Sólidos insolubles, por diferencia de sólidos totales – sólidos solubles.

La clasificación de los frutos de xoconostle fue determinada por frecuencias porcentuales; el análisis estadístico consistió en calcular la media y desviación estándar para cada tratamiento y así evaluar la diferencia significativa en la caracterización de los dos cultivares (peso, diámetro ecuatorial, longitudinal y porcentaje de cada uno de los componentes). El diseño experimental aplicado fue completamente al azar con 50 repeticiones y un nivel de significancia de 0.01. Todos los resultados de las determinaciones se presentaron en forma de valores medios (\bar{x}) y su correspondiente desviación estándar (s).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Componentes del fruto del xoconostle (*Opuntia joconostle*) y evaluación de su rendimiento. En la Figura 1, se muestran los componentes del fruto de xoconostle (*Opuntia joconostle*) cultivar rosa y blanco. Es preciso referir que, en la investigación, se hace la distinción entre piel (epidermis), cáscara (endocarpio y mesocarpio), pulpa y semilla (Figura 2). Lo anterior se justifica dado que para el procesamiento agroindustrial cada uno de estos componentes puede ser transformado en diferentes productos. Además, para la mayoría de los investigadores, la cáscara es considerada como la

suma de la epidermis, el endocarpio y el mesocarpio¹¹.

Con relación al rendimiento de cada uno de los componentes (Figura 3) se encontró que tanto el xoconostle blanco como rosa, el principal componente del fruto es la cáscara, (58.63 ± 2.18 y $51.13 \pm 1.74\%$, respectivamente). La epidermis o piel es otro componente importante (29.3 ± 1.18 % y $27.65 \pm 2.01\%$, respectivamente), consecuentemente hay una menor presencia de pulpa (9.35 ± 0.12 % y $7.48 \pm 0.27\%$, respectivamente) y semillas ($10.18 \pm 0.45\%$ y $6.22 \pm 0.93\%$, respectivamente). En este contexto, el rendimiento porcentual entre cada uno de los componentes estudiados en el fruto, de los dos cultivares de xoconostle, no mostró diferencias significativas ($p > 0.01$).

Dado que el mayor componente del fruto, es la cáscara, es común que esta sea la más aprovechada desde el punto de vista agroindustrial. La diferencia entre los componentes del fruto de xoconostle y los dos tipos de fruto analizados (blanco y rosa) está relacionada directamente con su peso (tamaño), manejo técnico y cultivar¹¹.

Caracterización del fruto. De acuerdo a la clasificación propuesta por Gallegos¹² (Tabla 2) se tiene que el fruto de xoconostle blanco tiene una forma oblonga, presenta un color externo irregular, su pulpa es rosa, relación directa con su grado de madurez. El xoconostle blanco se caracteriza por su forma elíptica y su coloración amarillo claro uniforme y pulpa verde claro. Al comparar a los dos frutos se tiene que en promedio el fruto blanco (71.23 ± 9.77 g) es de mayor tamaño y peso, con respecto al rosa (42.047 ± 6.80 g), existiendo diferencia significativa ($p < 0.01$). Consecuentemente, con relación a longitud/diámetro máximo, el fruto se clasifica como muy pequeño a medio. Para el parámetro peso de la pulpa, los dos tipos de xoconostle, son clasificados como muy ligeros, esto debido a que estos frutos están mayormente constituidos por cáscara y piel. La especie analizada, se caracteriza por su bajo contenido de sólidos solubles (3.95 - 7.12) y su pH ácido (3.35 - 3.63), coincidiendo con lo reportado en diversas investigaciones^{12,13}.

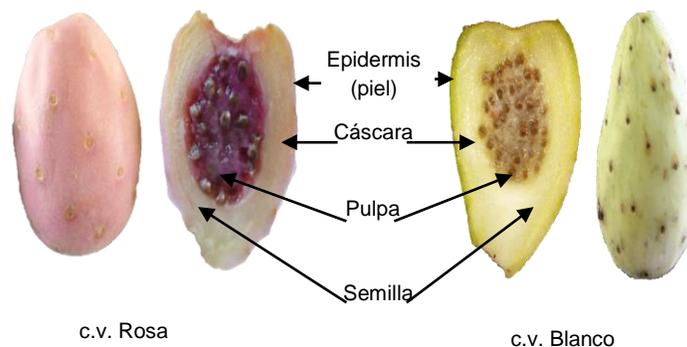


Figura 2. Corte longitudinal del fruto de xoconostle (*Opuntia joconostle*) c.v. rosa y c.v. blanco.

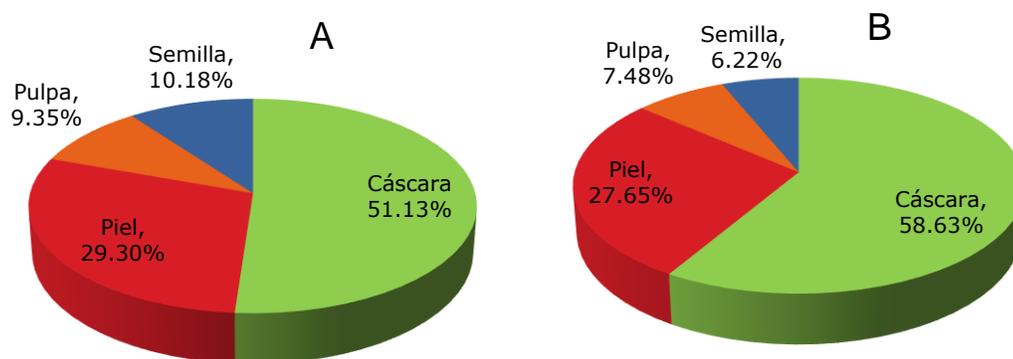


Figura 3. Porcentaje de cada uno de los componentes del fruto de xoconostle (*Opuntia joconostle* c.v. rosa (A) y blanco (B)).

Análisis proximal. El xoconostle rosa (Tabla 3), comparado con el blanco, presenta mayores contenidos de todos los parámetros analizados (sólidos solubles, humedad, acidez titulable, proteínas, cenizas, fibra cruda y grasa). En términos generales tanto el xoconostle rosa como el blanco presentaron un alto contenido de humedad (84.714 % y 73.074%, respectivamente). El contenido de proteínas y grasa fue de 1.380%, 1.014% y 0.483 %, 0.554%, respectivamente, coincidiendo con reportes de investigación¹³. El contenido de estos componentes y la diferencias entre el xoconostle blanco y rosa está en función de las condiciones de cultivo, el estado de madurez del fruto y la variedad¹⁴.

Propuesta de aprovechamiento agroindustrial. El rendimiento de cada uno de los componentes del fruto de xoconostle reviste importancia, en el desarrollo de los productos a elaborar (Figura 5). Es importante destacar que los dos cultivares pueden utilizarse para los productos propuestos, solo habrá de cambiar el color del producto, en mermeladas, cristalizados y almíbar. En consecuencia, la propuesta de aprovechamiento agroindustrial integra:

- Piel de xoconostle: harina
- Cáscara de xoconostle: cristalizado, néctar, mermelada, salsa, ate, helado y almíbar
- Pulpa: gomitas y licor
- Semilla de xoconostle: harina

Para elaborar un kilogramo de cada producto se tienen diferentes necesidades de materia prima, para el caso de la harina con piel de xoconostle se requiere 9.5 Kg de piel de xoconostle. Para harina con semilla se requiere 3.055 Kg de semilla de xoconostle. Con la cáscara se elaboran 6 productos por cada Kg de cada producto, de manera específica se necesita para el cristalizado y el almíbar 1.750 Kg,

para el néctar 0.335 Kg, para la mermelada 0.540 Kg. En la elaboración del ate se requieren 1.176 Kg al igual que para la elaboración de helado. Con la pulpa que se extrae del xoconostle se elaboran 2 productos: gomitas y licor, en el caso de las gomitas se requieren 0.250 Kg y para el licor 0.232 Kg (Figura 5).

Tabla 2. Morfología del fruto de xoconostle (*O. joconostle*) c.v. rosa y blanco

Parámetro	<i>O. joconostle</i> c.v. rosa	Clasificación Gallegos et al. ¹²	<i>O. joconostle</i> c.v. blanco	Clasificación Gallegos et al. ¹²
Peso (g)	42.04 ± 6.80 ^a	-	71.23 ± 9.77 ^b	-
Diámetro longitudinal (cm)	04.53 ± 0.45 ^a	Muy corta	6.59 ± 0.79 ^b	Corta
Diámetro ecuatorial (cm)	04.19 ± 0.28 ^a	Muy estrecho	4.54 ± 0.25 ^b	Estrecho
Relación longitud/diámetro máximo	1.08 ± 0.18 ^a	Muy pequeña	1.45 ± 0.14 ^b	Media
Forma del fruto	Oblonga	Oblonga	Elíptica	Elíptica
Espesor de la cáscara	6.35 ± 0.16 ^a	Medio	7.30 ± 0.21 ^b	Grueso
Peso de la cáscara ¹	61.77 ± 0.13 ^a	Medio	80.43 ± 0.17 ^b	Pesado
Peso de la pulpa ²	13.74 ± 0.09 ^a	Muy ligero	19.53 ± 1.1 ^b	Muy ligero
Relación peso de pulpa/cáscara	0.22 ± 0.11 ^a	Muy pequeña	0.24 ± 0.12 ^b	Muy pequeña
Uniformidad del color de la superficie	Rosa	Irregular	Amarillo verdoso	Uniforme
Color principal de la superficie	Rosa	Rosa	Amarillo verdoso	Verde claro
Color de la pulpa	Rosa	Rosa	Verde	Verde claro
Total de sólidos solubles (°Brix)	7.12 ± 0.18 ^a	Muy bajo	3.95 ± 0.21 ^b	Muy bajo
Acidez	3.35 ± 0.10 ^a	Muy alta	3.63 ± 0.12 ^b	Muy alta

Letras diferentes, para cada parámetro evaluado, indican diferencia significativa (p<0.01)

Tabla 3. Características físicas y químicas de los componentes del fruto de xoconostle (*Opuntia joconostle*) c.v. rosa y blanco.

Determinación	Componente del fruto							
	Piel		Cáscara		Pulpa		Semilla	
	c.v. rosa	c.v. blanco	c.v. rosa	c.v. blanco	c.v. rosa	c.v. blanco	c.v. rosa	c.v. blanco
Sólidos solubles (° Brix)	7.20 ± 1.27 ^a	3.47 ± 1.02 ^b	7.81 ± 1.18	4.733 ± 0.93	5.10 ± 0.14	3.67 ± 0.18	6.42 ± 0.14	3.13±0.18
Humedad (%)	87.09 ± 3.45 ^a	81.51 ± 4.18 ^b	90.11 ± 2.13	78.40 ± 2.45	90.38 ± 2.33	94.70 ± 3.66	45.91 ± 2.73	48.48 ± 3.17
pH	4.21 ± 0.21 ^a	4.25 ± 0.38 ^b	3.60 ± 0.12	3.18 ± 0.18	2.94 ± 0.13	3.30 ± 0.17	2.69 ± 0.18	3.81 ± 0.12
Acidez total titulable (en ácido cítrico) (%)	1.52 ± 0.18 ^a	0.32 ± 0.33 ^b	8.01 ± 0.11	0.96 ± 0.18	2.91 ± 0.14	0.23 ± 0.09	2.72 ± 0.01	0.13 ± 0.01
Proteínas (%)	0.54 ± 0.11 ^a	0.49 ± 0.18 ^b	0.31 ± 0.12	1.54 ± 0.22	0.41 ± 0.02	0.04 ± 0.02	0.31 ± 0.01	1.54 ± 0.13
Cenizas (%)	2.25 ± 0.12 ^a	1.94 ± 0.11 ^b	0.93 ± 0.01	0.81 ± 0.13	0.27 ± 0.01	0.28 ± 0.01	1.29 ± 0.18	1.39 ± 0.17
Fibra cruda (%)	8.78 ± 1.18 ^a	15.44 ± 1.17 ^b	9.84 ± 1.34	12.12 ± 2.18	7.99 ± 1.16	4.03 ± 1.12	41.12 ± 3.18	54.43 ± 3.18
Grasa (%)	1.26 ± 0.11 ^a	1.40 ± 0.15 ^b	1.57 ± 0.14	0.267 ± 0.12	0.11 ± 0.01	0.18 ± 0.03	3.06 ± 0.13	0.163 ± 0.01

Letras diferentes, para cada parámetro evaluado, indican diferencia significativa ($p < 0.01$).

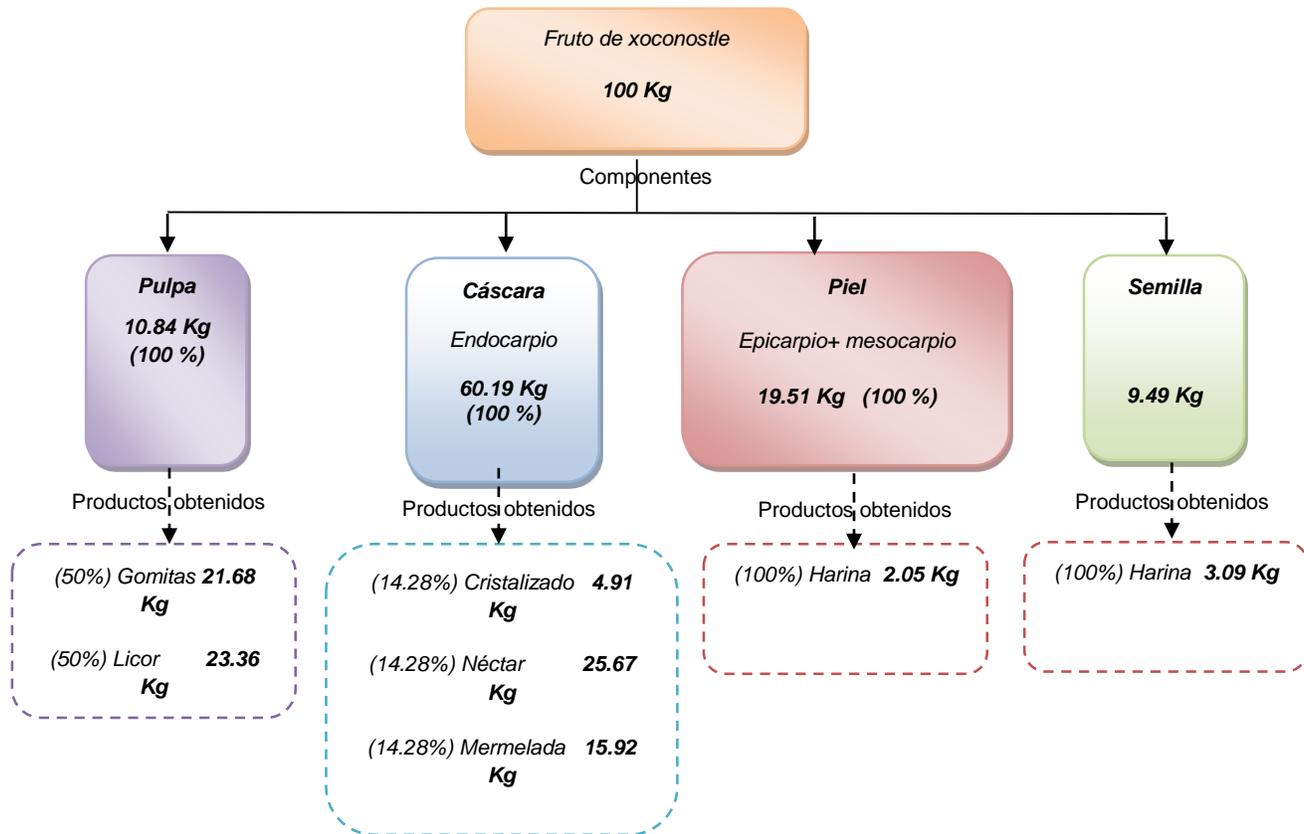


Figura 5. Porcentaje y cantidad en Kg de productos obtenidos de cada uno de los componentes de 100 Kg de fruto de xoconostle (*Opuntia joconostle* Weber).

CONCLUSIONES

A partir de los estudios realizados a los dos cultivares de xoconostle se concluye que, sin importar la variedad, el principal componente del fruto de xoconostle es la cáscara; el fruto de xoconostle c.v. blanco es de mayor peso que el c.v. rosa. Los dos frutos presentan pH ácido, condición característica del fruto de xoconostle. El xoconostle rosa y el blanco presentaron alto contenido de humedad y carbohidratos. El tamaño, forma, peso, diámetro longitudinal y ecuatorial, contenido de sólidos solubles, humedad, acidez titulable, proteínas, cenizas, fibra cruda, grasa y carbohidratos está en función del cultivar analizado.

En términos generales, al procesar el xoconostle, las características físicas y químicas son significativamente iguales ($P < 0.01$), efecto no

diferenciado en el producto final. Sin embargo, se recomienda valorar el color, aunque este es inestable a los tratamientos térmicos utilizados durante el proceso.

REFERENCIAS

1. Filardo, K. S., Peña, R. M., Scheinvar, L. (2006). Validación de una mermelada elaborada con xoconostle (*Opuntia matudae* Scheinvar). *Tecnología*, 18-29.
2. Scheinvar, L. (1999). Biosistemática de los xoconostles mexicanos y su potencial económico. *En: Memoria del VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre el conocimiento y aprovechamiento del nopal*. San Luis Potosí. México. 255-274.
3. Borrego, E. F., Burgos, V. N. (1986). *El Nopal*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo. México. 145.
4. Allegra, M., Futmüller, P. G., Jantschko W., (2005). Mechanism of interaction of betanin and indicaxanthin with human myeloperoxidase and hypochlorous acid. *Biochemical and Biophysical Research Communication*, 332, 837-844.

5. Zavaleta B. P., Olivares, O., Montiel, S. D. Scheinvar, L. (2001). Fertilización orgánica en xoconostle (*O. joconostle* y *O. matudae*). *Agrociencia*, 35 (6), 609-614.
6. Mayorga, V. M. C., M. Urbiola L., G. Suárez R. y H. M. Escamilla S. (1988). Estudio agronómico de xoconostle *Opuntia spp.* En la zona semiárida del Estado de Querétaro. *In: Memoria de la III Reunión Nacional y I Reunión Internacional. El Nopal. 10-14 de octubre. Saltillo, Coah. México. 239-245.*
7. Bravo-Hollis, H. (1978). *Las Cactáceas de México*. Vol. 1. Universidad Nacional. Autónoma de México. México, D.F. 2a. ed. 743.
8. Benavent, J. L. (1996). Procesos de Elaboración de Alimentos. Dpto. de Tecnología de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia. Ed. Servicio de Publicaciones. Valencia España. 477-484.
9. Hernández E., V. R. (1990). Algunas *Opuntias* en los remedios medicinales en los pobladores de San Luis Potosí. México. *In: 3ra. Reunión Nacional y 1ra Reunión Internacional. El nopal: Su conocimiento y aprovechamiento. López J. J., y M. J. S.*
10. AOAC. (1999). Official Methods of Analysis of AOAC International, 16th Ed, CDROM, in website <http://www.aoac.org>.
11. Sánchez, N. (2006) Extracción y caracterización de los principales pigmentos del *Opuntia joconostle* (xoconostle). Estudio en el centro de investigación en ciencia aplicada y tecnología avanzada Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional
12. Gallegos, V. C. J. Cervantes, H. A. F. Barrientos P. (2005). *Manual Gráfico para la descripción varietal del nopal tunero y Xoconostle (Opuntia spp)*. SNICS– SAGARPA. UACH. Chapingo, Mex. 116.
13. Sánchez, V. G., Ortega, D. M. (1996). Componentes químicos durante la maduración del fruto de *Opuntia joconostle* Weber forma cuaresmeño. *Agrociencia*, 30, 541.
14. García, P. L. G.; Reyes, A. J. A.; Aguirre, R. J. R., Pinos, R.J. M. 2005. Preliminary nutritional and organoleptic assessment of xoconostle fruit (*Opuntia spp.*) as a condiment or appetizer. *Food Science*, 3(17), 333-340.