

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE UNA MERMELADA ELABORADA A BASE DE NOPAL (OPUNTIA FICUS-INDICA) UTILIZANDO PECTINA INDUSTRIAL Y NATURAL

Quintero-Lira A.^{a*}, Piloni-Martíni J^{a.}, Guemes-Vera N.^{a.}, Gutierrez-Fernández A. K.^{a.}, Garrido-Islas E.^{a.}, Cruz-Arellano V. S^b

^aUniversidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Avenida Rancho Universitario Km 1, 43600, Tulancingo, Hidalgo, México. ^bUniversidad Politécnica de Huatusco, Avenida 1 No. 728, Colonia Centro, C. P. 94100. Huatusco, Veracruz, México. * auroraql@yahoo.com.mx.

RESUMEN

Los cladodios tienen un interés desde el punto de vista industrial ya que cuando los brotes son tiernos (10-15 cm) se usan para la producción de “nopalitos” y cuando están parcialmente lignificados (cladodios de 2-3 años) para la producción de harinas y otros productos. Sin embargo, también se pueden utilizar para la elaboración de diversos productos como son las salsas, en escabeche, dulces, bebidas, harinas y mermeladas. De éste último se han elaborado con una concentración variable de azúcar, pectina y conservadores, sin embargo, existe poca información científica sobre la utilización de pectina natural en la elaboración de mermeladas, debido a lo anterior se planteó el siguiente trabajo de investigación en el cual se elaboraron dos formulaciones de mermelada teniendo como variable la pectina industrial y natural. Los resultados físico-químicos obtenidos presentaron diferencias entre las dos formulaciones como son: Humedad (44.74% y 36.30%), Extracto seco (55.25% y 63.69%), Grados Brix (57.68% y 51.82%). En todos los medios de cultivo se obtuvo crecimiento bacteriano en todos los medios de cultivo usados en ambas mermeladas a 72 horas de incubación excepto en mermelada con pectina industrial en medio de cultivo Mac Conkey.

ABSTRACT

Cladodes have an interest from the industrial point of view because when shoots are tender (10-15 cm) are used for the production of “nopalitos” and when partially lignified (cladodios 2-3 years) for the production of fishmeal and other products. However, it can also be used to make products such as sauces, pickled, sweets, drinks, flour and jams. Latter have been developed with a variable concentration of sugar, pectin and conservatives, however, there is little scientific information on the use of natural pectin to make jams, due to the above, We posed the following research in which jam two formulations having as variable industrial and natural pectin were prepared. The physicochemical results showed differences between the two formulations such as: humidity (44.74 % and 36.30 %), dry (55.25% and 63.69 %) ABSTRACT Brix (57.68 % and 51.82 %). In all bacterial growth culture media was obtained in all the culture media used in both jams to 72 hours of incubation except pectin jelly industrially MacConkey medium.

Palabras clave: Mermelada, nopal, pectina

Área: Alimentos Funcionales

INTRODUCCIÓN

La familia de las cactáceas comprende unas 2000 especies de plantas distribuidas por lugar de clima desértico o muy seco, principalmente en América Central y América del Sur, aunque han sido introducidas y se han adaptado a otros lugares de clima seco y cálido, como Australia, el Mediterráneo y África oriental. Dentro de las cactáceas el género *Opuntia* es el más diverso y ampliamente distribuido en América, se han reportado entre 191 a 215 especies (Anderson 2001, Hunt 2002, Stuppy 2002, Wallace y Dickie 2002), citados por Sáenz, 2006. En México se consideran 93 especies de *Opuntia* silvestres de las cuales se distribuyen en diferentes tipos de vegetación, pero cuando se asocian con diferentes especies del mismo género, en un área determinada forman el llamado matorral crasicaule mejor conocido como "nopalera" (Miranda y Hernández, 1993). Actualmente, las regiones del país donde se ha desarrollado un cultivo intensivo de los nopales son: para la producción de nopalitas: Milpa Alta y Distrito Federal. Para la producción de tunas y xoconostles: el sureste de Zacatecas y alrededores de Teotihuacán, Estado de México y la porción central del Estado de Hidalgo (Scheinvar, 2010).

La evidencia del uso del nopal por los primeros pobladores mexicanos se encuentra en las excavaciones de Tamaulipas y Tehuacán, Puebla, donde se encontraron semillas y cáscaras de tuna, así como fibras de pencas de nopal fosilizadas cuya antigüedad es de siete mil años (Flores-Valdéz, 2003). Hoy en día existe un amplio potencial de la utilización integral del nopal ya sea por sus frutos o cladodios. Los productos que se han elaborado en base al fruto son: mermeladas, jugos y néctares, productos deshidratados, jugos concentrados, jarabes y licores. En base a los cladodios se encuentran, entre otros, encurtidos, jugos, mermeladas y productos mínimamente procesados. En México se han efectuado pruebas de elaboración de mermelada de nopal con distintas proporciones de tejocote (*Crataegus pubescens*), lográndose con una proporción nopal:tejocote de 4:1 una formulación agradable, con buena gelificación con adición de pectina y 65°Brix. Los autores señalaron que la aceptación del producto fue superior al 95% en aroma, sabor, apariencia y textura (Sánchez *et al.*, 1990) citado por Sáenz, 2006. Sin embargo, existen pocos estudios científicos sobre la utilización de los cladodios para la elaboración de mermelada. En base a lo anterior se planteó el siguiente trabajo de investigación donde se realizaron y caracterizaron dos formulaciones de mermelada de cladodios de nopal utilizando pectina industrial y pectina natural.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Vegetativo: Se utilizó la especie *Opuntia ficus-indica* de tres meses de maduración proveniente de la localidad de Santa Ana Hueytlalpan Hidalgo. Los cladodios se colocaron en bolsas para su transporte y su posterior elaboración de mermelada, análisis físico-químico y microbiológico en el taller de Frutas y Hortalizas y laboratorios del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Formulaciones: La elaboración de las mermeladas se realizó utilizando el siguiente diagrama de flujo:

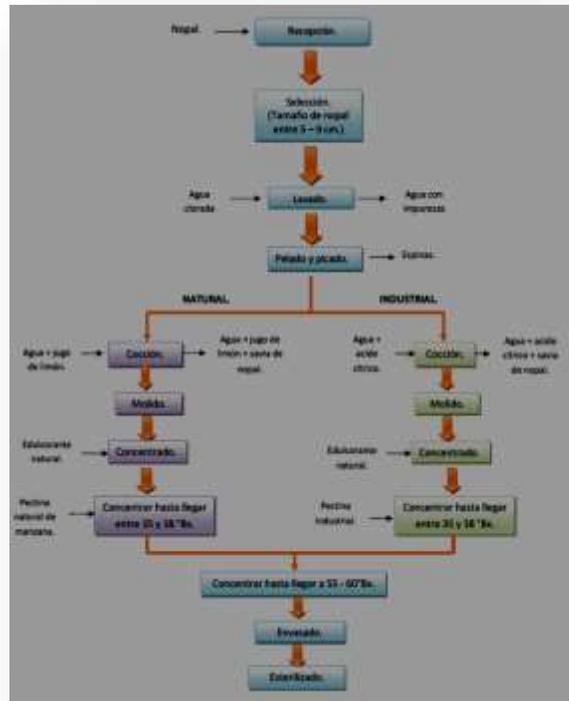


Figura 1. Proceso de elaboración de las mermeladas de cladodios de nopal

Determinaciones Físico-químicas: Se realizaron por triplicado siguiendo los métodos oficiales para determinar acidez total, humedad, extracto seco, cenizas y pH (AOAC, 1984). El contenido de grados brix se determinó utilizando un refractómetro Abbe (AOAC, 2000a), la proteína por el método Kjeldahl (AOAC, 2000b), la fibra cruda por el método de la oxidación e hidrólisis ácida (AOAC, 2000c), la grasa (NOM, 1994) y azúcares reductores por el método DNS (ácido 3,5 dinitrosalicílico) (Miller, 1959)

Determinaciones Microbiológicas: Se usaron diferentes medios de cultivo con la técnica vertido en placa (Mac Conkey, Sal y Manitol, Agar Leche, Dextrosa Papa y agar estándar), en donde se esperaba el crecimiento de los siguientes microorganismos:

Mac Conkey: Bacterias Gram (+) como *Escherichia coli*, *Enterobacter*, y *Klebsiella* que fermentan la lactosa y Gram (-) como *Salmonella* y *Shigella*. Sal y Manitol:

Staphylococcus aureus. Agar Leche: *Lactococcus lactis*, *Enterococcus faecalis* y *Escherichia coli*. Dextrosa Papa: Hongos como: *Aspergillus niger* y levaduras como *Candida albicans*. Agar nutritivo: *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Candida albicans* y *Pseudomonas aeruginosa* (Merck, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Valores medios y desviación estándar (De*) de los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos de la mermelada de cladodios de nopal con pectina industrial (A) y natural (B)

A)			B)		
Variable	Promedio	De*	Variable	Promedio	De*
pH	5.75	0.001	pH	5.47	0.001
Acidez (% ácido cítrico)	6.62	0.114	Acidez (% ácido cítrico)	5.44	0.312
Humedad %	44.74	1.408	Humedad %	36.30	1.456
Extracto seco %	55.25	1.408	Extracto seco %	63.69	1.456
Proteína %	0.19	0.005	Proteína %	0.23	0.001
Grasa %	0.41	0.163	Grasa %	0.56	0.069
Cenizas %	14.69	1.193	Cenizas %	12.76	2.792
Fibra %	5.20	0.225	Fibra %	5.54	0.869
Sólidos solubles (°Brix)	57.68	0.001	Sólidos solubles (°Brix)	51.82	0.001
Azúcares reductores %	28.089	1.282	Azúcares reductores %	28.05	1.170

En la tabla 1, se observan los valores medios obtenidos de los parámetros físico-químicos de las dos formulaciones de las mermeladas elaboradas con cladodios de nopal con pectina industrial (A) y natural (B). Los resultados obtenidos de acidez (% de ácido cítrico) variaron entre 6.62(A) y 5.44 (B), y el pH varió entre 5.75 (A) y 5.47 (B). El contenido de cenizas presentó valores entre 14.69 (A) y 12.76 (B). El porcentaje de proteína varió entre 0.19 (A) y 0.23 (B). Si bien la mermelada no se consume por su elevado contenido de proteínas, resulta que al concentrarse la pulpa durante la cocción, también se concentra la fracción nitrogenada (Marquina, *et al.* 2008). Con respecto a los resultados obtenidos de azúcares reductores no existió diferencia, esto se pudo deber a que la cantidad del edulcorante natural se utilizó en la misma concentración para ambos procesos. La pequeña variación de la cantidad de fibra se puede explicar debido a que en la elaboración de la mermelada con pectina natural se utilizó cáscara de manzana rica en fibra dietética.

En la tabla 2, se puede observar que en ambas mermeladas la concentración de microorganismos se mantuvieron durante las 72 horas excepto en el medio de cultivo agar nutritivo de la mermelada con pectina industrial ya que aumento a las 48 horas, y en el caso de la mermelada con pectina natural fue en los medios Sal y manito, agar papa dextrosa y APT comparando el crecimiento de microorganismos en ambas mermeladas, podemos observar que para el caso del medio de cultivo Mac Conkey no hubo crecimiento en la mermelada con pectina industrial, mientras que el crecimiento de microorganismos en la mermelada con pectina natural no se presentó crecimiento en los medios de PDA y APT a las 24 horas de incubación. En el medio de cultivo Mac Conkey se usó para bacterias entéricas o coliformes, en el medio de sal y manitol para bacterias

estafilococos, PDA para hongos y levaduras, APT para bacterias productoras de ácido láctico y Agar nutritivo para la mayoría de las bacterias presentes en las mermeladas (Merck, 1994).

Tabla 2. Resultados obtenidos del análisis microbiológicos de la mermelada de cladodios de nopal con pectina industrial y natural en diferentes medios de cultivo a 24, 48 y 72 horas.

Medios de cultivo	Mermelada con pectina industrial			Mermelada con pectina natural		
	Tiempo (horas)					
	UFC/200 μ L					
	24	48	72	24	48	72
Agar Mac Conkey	0	0	0	0.5×10^2	1.5×10^2	3.5×10^2
Agar Sal y Manitol	3.0×10^2	4.0×10^2	5.0×10^2	2.0×10^1	6.2×10^2	6.2×10^2
Agar PDA	44.5×10^4	66.0×10^4	68.0×10^4	0	1.0×10^1	1.0×10^1
Agar APT	14.0×10^3	36×10^3	38.5×10^3	0	1.0×10^2	1.3×10^2
Agar Nutritivo	8.5×10^2	39.7×10^3	39.9×10^3	1.5×10^2	3.0×10^2	4.5×10^2

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en este trabajo podemos concluir que la mermelada elaborada con pectina natural presento una menor concentración de microorganismos en los diferentes medios de cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC, 2000a. *Official Methods of Analysis*. Section 932. | 12.14th . Ed. Association of Oficial Analytical Chemist. Washington D.C. USA.
- AOAC, 2000b. *Official Methods of Analysis*. Section 920.52. 14th . Ed. Association of Oficial Analytical Chemist. Washington D.C. USA.
- AOAC, 2000c. *Official Methods of Analysis*. Section 994. 12.14th . Ed. Association of Oficial Analytical Chemist. Washington D.C. USA.
- AOAC. *Official Methods of Analysis*. 14th. 1984. Ed. Arlington (VI): Association of Oficial and Analytical Chemists, INC.
- AOAC. *Official Methods of Analysis*. 14th. Ed. Arlington (VI): Association of Oficial and Analytical Chemists, INC; 1984.
- Flores-Valdez, C. 2003. Importancia del nopal. Nopalitos y tunas, producción, comercialización, pos cosecha e industrialización. 1a Ed. Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM. México. pp. 1-18.
- Hunt, D. & N. Taylor. 2002. *Studies in the Opuntioideae (Cactaceae)*. Succulent Plant Research. Vol 6. Inglaterra.

- Marquita, V. Araujo, L., Ruís, J., Rodríguez-Malaver A. 2008. Composición química y capacidad antioxidante en fruta, pulpa y mermelada de guayaba (*Psidium guajava* L.) Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 58, No. 1. 98-102.
- Merck. 1994. Manual de medios de cultivo. Merck, Darmstadt, Alemania. pp 1-364
- Miller, G. L. 1959. Determination of reducing sugar by DNS method. Analytical chemistry, 31, 426-428.
- Miranda, F. y X. E. Hernández, 1993. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México 28:29–179.
- Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Alimentos y Bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones Nutrimientales.
- Sáenz, Carmen. 2006. Utilización agroindustrial del nopal. Organización de las Naciones Unidas. ISBN 92-5-305518-9. pp 4-22.
- Scheinvar y Sule. 2010. Probable centro de origen y diversidad genética de los xoconostles de la República Mexicana. Congreso Mexicano de Botánica. Simposio Centros de Origen. 24. Noviembre. 2010.
- Wallace R. S. & S. L. Dickie. 2002. Systematic implications of chloroplast DNA sequence variation in the Opuntioideae.