

DESARROLLO DE UNA BARRA DE NOPAL, AVENA, ARÁNDANO Y AMARANTO REDUCIDA EN AZÚCAR COMO ALIMENTO FUNCIONAL PARA LA POBLACIÓN MEXICANA.

Velázquez Pichardo J. A, Trejo Márquez M. A., Pascual Bustamante S., Lira Vargas A. A. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales, Centro de Asimilación Tecnológica, Jiménez Cantú s/n, San Juan Atlamica, C.P. 54729, Cuautitlán Izcalli, Edo. De México, México. *Correo electrónico: andreatrejo@unam.mx

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es desarrollar una barra de cereales adicionada con nopal reducida en azúcar, que contribuya a resolver problemas nutricionales de la población mexicana.

El nopal del género *Opuntia ficus indica* se empleó en estado fresco, el cual se cortó, escaldó o no, y se secó en una estufa con extractor de vapores. El nopal se mezcló en diferentes proporciones de amaranto, avena y arándano utilizando como agente aglomerante mucilago de nopal en polvo y como edulcorante a la sucralosa. Algunos atributos sensoriales se evaluaron para establecer la formulación más aceptada, así como el análisis químico proximal. La vida de anaquel del producto se evaluó tomando como descriptores: parámetros microbiológicos, físicos y sensoriales. El análisis sensorial del producto mostró que existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en la aceptación, siendo la barra elaborada con 27% nopal sin escaldar y 2% mucilago como solución aglomerante la más aceptada, mostrando un alto contenido en fibra dietética. Las barras de cereal con nopal presentaron una vida de anaquel de 67 días. Por lo que el empleo de nopal en el desarrollo de una barra de cereales, es una opción viable ya que aumenta el aporte nutricional del producto.

ABSTRACT:

The objective of this work is to develop a cereal bar added with cactus reduced sugar and helps to solve nutritional problems of the Mexican population. The cactus *Opuntia ficus indica* was used fresh, which was cut, scalded or not, and dried. The cactus was mixed in different proportions amaranth, oats and blueberry using cactus mucilage as binder powder agent, together with sucralose as a sweetener. Some sensory attributes were evaluated to establish the most accepted formulation and proximate analysis. The shelf life of the product was evaluated using as descriptors: microbiological, physical and sensory parameters. The sensory analysis of the product showed that there is significant difference ($p \leq 0.05$) in accepting, the cereal bar being made with 27% cactus unblanched and 2 % mucilage as binder the most accepted solution, showing a high in dietary fiber. Cereal bars with cactus had a shelf life of 67 days. As the use of cactus in the development of cereal bar is a viable option because it increases the nutritional value of the product.

Palabras clave: Nopal, fibra dietética, alimento funcional.

Área: Frutas y Hortalizas

INTRODUCCIÓN

El nopal, fragmento del paisaje y símbolo nacional, el 98% de la producción se destina al consumo en fresco y casi 50 mil toneladas no se comercializan en tiempos de sobreproducción lo que ocasiona los bajos costos de producción de esta cactácea. La composición química del nopal varía dependiendo del género aunque en general se puede encontrar que están compuestos de aproximadamente 0.5% grasas, 9.6% carbohidratos, 0.7% de proteína y 3.6 de fibra dietética (AMSDA, 2003).

En la actualidad se han desarrollado numerosos productos derivados de distintas partes de esta cactácea, uno de los productos más comúnmente encontrados son los productos deshidratados de nopal, debido a sus características tecnológicas se pueden elaborar distintos productos ya sea como sustituto de mezclas o como adición en la harina para la elaboración de productos de panificación, cereales, bebidas, pates, galletas, pastas, tortillas, tostadas, etc. (Sáenz *et al.*, 2006; Sáenz 2000). Uno de los subproductos del nopal que está tomando mayor interés es el mucilago de nopal, el cual es un carbohidrato complejo con gran capacidad para absorber el agua y puede ser encontrado en las pencas y tallos del nopal (Sáenz *et al.*, 2004; Del Valle *et al.*, 2005).

Dentro de los productos desarrollados con mayor crecimiento registrado en los últimos años son las llamadas “barritas de cereal”. Estas son básicamente, una “masa” moldeada en forma de barra, compuesta por cereales de distintos tipos. Los principales componentes de las barritas de cereal, son hidratos de carbono y fibra alimentaria. Aportan entre 100 y 150 calorías, con un peso de alrededor de 30 gramos (INTI, 2011). Por lo que el objetivo de este trabajo es desarrollar una barra de cereales adicionada con nopal reducida en azúcar que contribuya a resolver problemas nutricionales en la población mexicana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico. Se empleó nopal del género *Opuntia ficus indica* en estado fresco con espinas, adquirido en la Central de Abastos de la Ciudad de México. La semilla de amaranto de género *Amarhantus*, avena de especie sativa y arándano rojo *Vaccinium macrocarpon* que fue empleado en forma deshidratada.

Elaboración de las barras. Los cladodios previamente seleccionados fueron separados en dos partes, una de ellas solo fue cortada en tiras y la otra fue escaldada con agua a 90°C durante 3 minutos, se secó a 65°C durante 24 h. Las formulaciones propuestas se muestran en la Tabla 1. La solución aglomerante fue a base de mucilago de nopal deshidratado (2, 5 y 8%) con sucralosa como edulcorante en una concentración del 10%.

Tabla 1. Formulaciones para el desarrollo de barras.

Componente	F 1 (%)	F 2 (%)	F 3 (%)
Solución aglomerante	34.4	28.4	34.4

Avena	12.5	24.5	25.0
Nopal	37.5	27.5	17.5
Amaranto	7.3	7.3	15.0
Arándano	8.1	12.2	8.0

Evaluación sensorial, químico y vida de anaquel de la barra. Las barras se evaluaron sensorialmente utilizando panelistas semi-entrenados mediante pruebas de aceptabilidad con una escala hedónica de 5 puntos y aceptación general. Los parámetros químicos evaluados fueron: humedad, cenizas y proteínas, así como grasa, carbohidratos y determinación de fibra dietética (NOM-086-SSA1-1994). Un estudio de vida de anaquel acelerada se llevó a cabo a 45°C y manteniendo el control a 25°C durante un mes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis sensorial realizado para las tres concentraciones de mucilago de nopal en la solución aglomerante, y los cambios que generan en sus atributos con diferentes concentraciones de nopal deshidratado se muestran en la Figura 1.

En cuanto a apariencia se muestra que la barra elaborada con una solución aglomerante de concentración del 5% mucilago de nopal (Figura 1A) causó mayor agrado en apariencia con respecto a las barras elaboradas con una solución aglomerante del 8 o 2%, existiendo diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en cada una de estas formulaciones. En cuanto a la barra que fue elaborada con una concentración del 27% nopal, tuvo mayor agrado visual con respecto a las barra elaboradas con un 17 y 37% nopal deshidratado, siendo la concentración de nopal del 27% la más aceptada.

En el sabor no se encontró diferencia significativa al variar la concentración de mucilago pero sí en la cantidad de nopal deshidratado siendo la concentración de 27% la que obtuvo mejor calificación con respecto a las concentraciones de 17 y 37%. Finalmente se encontró que ninguna de las concentraciones de mucilago de nopal en la solución aglomerante empleada en las barras causó diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en la aceptación de las mismas, pero sí el contenido de nopal deshidratado, siendo la concentración de 27% nopal la que presentó una mayor aceptación presentando diferencia significativa ($P \leq 0.05$) con las otras dos concentraciones.

En la Tabla 2 se muestra la caracterización química de la barra de nopal deshidratado escaldado y sin escaldar. Existe una disminución en el contenido de cenizas en las barras elaboradas con nopal escaldado debido al daño estructural del tejido de nopal lo que facilito que estos minerales fueran arrastrados hacia el agua de escalde.

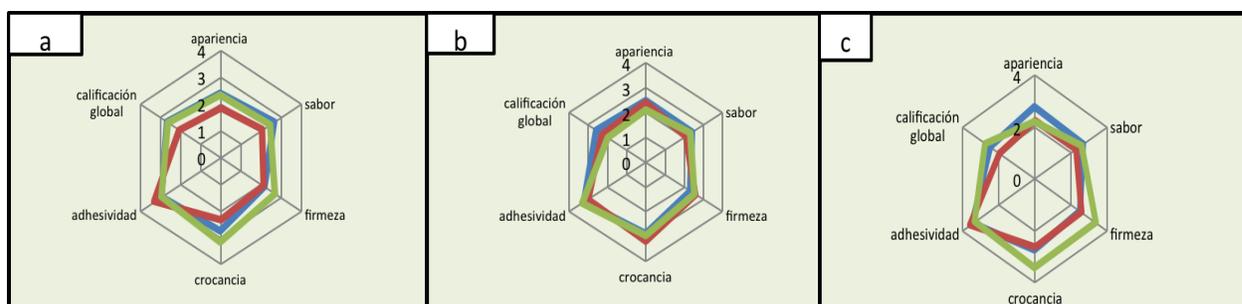


Figura 1. Evaluación sensorial de las barras elaboradas con diferentes concentraciones de nopal y diferente solución aglomerante a base de mucilago: a) 5%, b) 8%, c) 2%.

Tabla 2. Análisis químico proximal de las barras elaboradas con nopal deshidratado escaldado y sin escaldar.

Parámetro	Barra de nopal escaldado (%)	Barra nopal sin escaldar (%)
Humedad	6.7 ± 0.24 ^a	8.5 ± 0.16 ^{ab}
Proteína*	7.2 ± 1.29 ^a	6.8 ± 0.65 ^a
Azúcares	11.8 ± 0.70 ^a	10.2 ± 0.86 ^a
Grasas	3.5 ± 0.29 ^a	3.0 ± 0.59 ^a
Cenizas	3.9 ± 0.24 ^a	6.2 ± 0.52 ^b
Fibra dietética	21.3 ± 0.02 ^a	28.0 ± 5.06 ^a

*(Valor Fc=6.25). Los valores representan la media de las determinaciones ± desviación estándar. Los valores seguidos de diferente letra en cada fila, difieren significativamente ($p \leq 0.05$).

El contenido de fibra dietética de la barra escaldada también reportó una disminución, lo que pudo ser ocasionado por que la cantidad de fibra dietética que aporta el nopal y su fracción de fibra soluble fue lixiviada en el proceso de escaldado. El contenido de humedad fue mayor en las barras de nopal deshidratado sin escaldar que el nopal escaldado por lo que existió diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre ellas.

Al realizar el estudio de vida de anaquel se observó que los descriptores microbiológicos no muestran ningún cambio a lo largo del tiempo, por lo que se puede asegurar que el producto es inocuo en 32 días de almacenamiento a 25 como a 45°C. El consumo de la barra de nopal y cereales es seguro y fue elaborada con buenas condiciones higiénicas y de sanidad. La Figura 2 muestra la tendencia de cambio de color (A) y de croma (B) en las barras almacenadas a distintas temperaturas, por lo que al día cero no existe diferencia de color, aunque se puede apreciar que al día 8 del estudio, en la mayoría de los casos, el cambio de color y de croma presenta su máximo valor, esto en las distintas temperaturas de almacenamiento. Después de este punto los valores de cambio de color (ΔE), y

cambio de croma (ΔC), disminuyen a lo largo del tiempo, ya que su deterioro se hace menos evidente después del octavo día de almacenamiento.

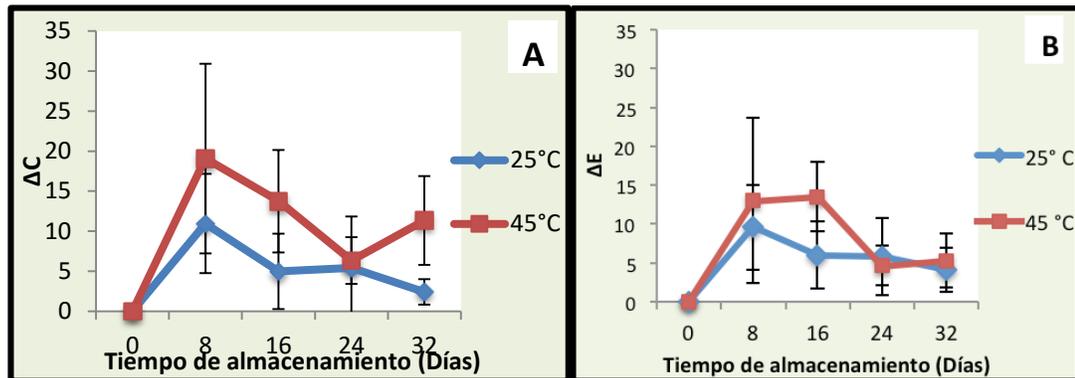


Figura 2. Índices de color de las barras de cereal almacenadas a 25 y 45°C: (A) diferencial total de color y (B) diferencia de croma.

La barra de nopal y cereales muestra una variación del color y croma con respecto al tiempo, la cual puede ser descrita por un modelo cinético de primer orden, tal y como lo muestra el coeficiente de correlación (R^2) de 0.9421 ajustándose a un modelo lineal.

Las constantes de velocidad de reacción del cambio de color a lo largo del tiempo incrementan conforme aumenta la temperatura de almacenamiento, tanto para ΔE como para ΔC . Los valores de las constantes de velocidad K_0 y K_1 fueron negativos indicando una disminución en el cambio de color y cambio de croma con respecto al tiempo. Los coeficientes de correlación indican si se ajustan los datos obtenidos a los modelos seleccionados, por lo que el diferencial de color ΔE es el que mejor se ajusta a una reacción de orden uno.

Debido a que la ecuación de Arrhenius relaciona la dependencia de la temperatura con respecto a la velocidad de reacción, se calcula la energía de activación E_a que relaciona estas dos temperaturas, graficando el \ln de k_1 a 25 y 45°C contra el inverso de la temperatura en grados Kelvin. Para que comience la degradación del color y del croma se necesita 29043.78 para el ΔE y 8288.3 J/mol K para ΔC . Ya que se conoce la energía de activación para la degradación del color a estas temperaturas se establece una relación entre la vida útil de la barra con respecto a la temperatura usual (25°C) y la temperatura acelerada (45°C) con ayuda de la ley de Arrhenius, por lo que se obtienen un tiempo de vida de 67 días.

La aceptación de la barra al inicio del almacenamiento fue del 100%, después de este punto, se aprecia un crecimiento en el rechazo del producto a lo largo de los días de almacenamiento. La barra almacenada a 25°C al día 32, redujo un 62% su aceptación, por lo que a este día existió diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en comparación con la aceptación del producto fresco, por lo que la vida sensorial de la barra se redujo a 32 días.

CONCLUSIONES

El nopal puede ser utilizado para la elaboración de una barra funcional, ya que el contenido de fibra dietética y bajo contenido de azúcares lo hace un alimento de rápido consumo y con propiedades sensoriales agradables. El producto presentó parámetros microbiológicos aceptables con una vida útil de 32 días.

REFERENCIAS

- AMSDA. (2003). Asociación Mexicana de Secretarios de Desarrollo agropecuario A,C, 2004. Recuperado el Septiembre de 2013, de <http://www.amsda.com.mx/>
- Del Valle, D., Hernández, P., Guarda, A., & Galotto, M. (2005). Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. *Food Chemistry*, (91) 751–756.
- INTI. (2011). Programa pruebas de desempeño de productos barras de cereal. Ministerio de la Industria Secretaría de Industria y Comercio.
- NOM-086-SSA1-1994. (s.f.). NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-086-SSA1-1994, Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.
- Sáenz, C. (2000). Processing technologies: an alternative for cactus pear (*Opuntia* spp.) fruits and cladodes. *Journal of Arid Environments*, (46) 209–225.
- Sáenz, C., Sepúlveda, E., Matsuhira, B. (2004). *Opuntia* spp mucilage's: a functional component with industrial perspectives. *Journal of Arid Environments*, (57) 275-290.
- Sáenz, C., Horst, B., Corrales García, J., Galletti, L., García de Cortázar, V., Higuera, I., Mondragón C., Rodríguez-Feliz A., Sepulveda E., Varnero M. T. (2006). Utilización agroindustrial del nopal. Italia, Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO.