



Elaboración de productos deshidratados de nopal verdura

Verónica Pérez Rubio



RESULTADOS DE PROYECTOS



Elaboración de productos deshidratados de nopales verdes

Verónica Pérez Rubio¹

¹ Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), A. C., unidad Culiacán.

Índice

INTRODUCCIÓN.....	7
Producción de nopal verdura en México y Sinaloa.....	7
Deshidratación, una opción para aumentar la comercialización del nopal verdura.....	8
Métodos de conservación de nopal verdura.....	8
Tendencias de consumo y comercialización de nopal verdura.....	10
Importancia del consumo de nopal verdura.....	10
METODOLOGÍA APLICADA.....	11
Contenido nutricional de los productos elaborados.....	12
RESULTADOS.....	17
Contenido nutricional de los productos deshidratados y nopalitos frescos.....	17
CONCLUSIONES.....	21
Tabla nutrimental de productos elaborados.....	23
Agradecimientos.....	23
BIBLIOGRAFÍA.....	24

INTRODUCCIÓN

Este documento presenta información sobre la elaboración de dos productos deshidratados de nopal verdura nutritivos a través de dos soluciones osmóticas²: una de 30 °Brix³ de miel de abeja, y otra de 40 °Brix de azúcar.

Con la aplicación del método osmótico se pretende dar valor agregado al nopal verdura que se cultiva en el sur de Sinaloa, ampliar su vida de anaquel, incrementar su potencial de comercialización y que el producto esté disponible a lo largo del año.

La información que se presentará a continuación pertenece a los resultados que arrojó el proyecto *Elaboración de productos de nopal verdura nutritivos, obtenidos de plantas cultivadas en el sur de Sinaloa*, apoyado por Fundación Produce Sinaloa, A. C., en 2008-2009 a través de su Consejo Consultivo zona sur.

Producción de nopal verdura en México y Sinaloa

En México la mayor producción de nopal verdura o nopalitos (*Opuntia* sp.) se concentra en el Distrito Federal (Milpa Alta), donde en 2008 se reportó una superficie sembrada de 11 mil 583 hectáreas, con un rendimiento de 59 toneladas por hectárea.

En lo que se refiere a Sinaloa, de 2001 a 2008 la superficie establecida con nopal verdura aumentó de 3 a 9 hectáreas, con una producción de 14 toneladas por hectárea.

Desde 2005, agricultores de Rosario, en conjunto con el Consejo

² De osmosis: proceso mediante el que un disolvente pasa de una solución menos concentrada a otra más concentrada, a través de una membrana semipermeable.

³ Medida alimentaria que mide el total de azúcar disuelta en un líquido.

para el Desarrollo Económico de Sinaloa (CODESIN), empezaron a cultivar nopal por ser una especie que se cosecha todo el año y por las propiedades nutricionales que posee, como vitamina A y C, calcio, hierro, zinc, potasio y fibra dietaria, características que lo hacen atractivo al consumidor.

Es por estas propiedades que la demanda de nopal verdura ha aumentado en países como Estados Unidos, Japón y en algunas naciones europeas.

A pesar de que México es el principal exportador de nopal, solamente el 1% de su producción se utiliza para este mercado; esto se debe a que el nopal es un producto perecedero, por la elevada actividad fisiológica que tiene después de ser cosechado, lo que disminuye su vida de anaquel y aumenta las pérdidas; además de que por sus características físicas, como el alto contenido de espinas y mucílago⁴, es muy difícil su manejo durante la comercialización.

Deshidratación, una opción para aumentar la comercialización del nopal verdura

Una alternativa para reducir las pérdidas en nopal y para que su comercialización sea fácil es elaborar productos de nopal verdura con propiedades nutritivas para el consumidor, en donde se utilice el método de deshidratación osmótica, que consiste en sumergir los nopalitos (en trozos o enteros) en una solución concentrada de azúcares o miel de abeja que genere una presión osmótica alta que permita la vida útil del producto y mejore sus características sensoriales.

En el proceso de deshidratación osmótica ocurre una doble transferencia de masa: desde el producto hacia la solución pasa un gran contenido de agua y, en menor concentración, sustancias naturales (azúcares, vitaminas y pigmentos); mientras que, en sentido opuesto, los solutos⁵ de la solución van hacia la fruta o vegetal.

En consecuencia a este proceso el producto pierde hasta 50 y 60% de agua, gana sólidos solubles y reduce su volumen.

Al final, para prolongar la vida de anaquel de los productos elaborados, éstos deben pasar por un deshidratado con aire caliente.

Métodos de conservación de nopal verdura

Las principales razones que motivan la industrialización de la producción agropecuaria es dar mayor valor agregado a los productos hortofrutícolas, incrementar su potencial de comercialización, ampliar su vida de anaquel, que el producto esté disponible a lo largo del año, regular los precios en caso de sobreoferta en el mercado del producto en fresco, así como generar empleos.

⁴ Sustancia viscosa, de mayor o menor transparencia, que se halla en ciertas partes de algunos vegetales.

⁵ Sustancias minoritarias o sustancias de interés en una disolución. Son sustancias disueltas en un determinado disolvente.



Figura 1. Hasta 2008 Sinaloa contaba con 9 hectáreas sembradas con nopal verdura.

Para la industrialización de los productos hortofrutícolas se emplean métodos de conservación que consisten en la inhibición del crecimiento y/o la muerte de microorganismos, así como en la prevención de su establecimiento; con esto se prolonga la vida del alimento, de forma que mantenga aceptable su calidad (color, textura y aroma). Los métodos de industrialización pueden ser enlatado, congelación, deshidratación, encurtidos⁶ o en salmuera.

Los principales productos de la industria alimentaria asociada al nopal en el sur de Estados Unidos y México son los nopalitos preparados en salmuera o escabeche, salsas de nopalito, harina de nopal, bebidas y mermeladas.

Los nopalitos en escabeche son escaldados⁷ y conservados en vinagre, aromatizados con especias (con un máximo de 2% de ácido cítrico), solos o combinados con verduras; para salmuera, el nopal verdura se escalda y conserva en solución salina (a un máximo de 2% de cloruro de sodio).

La mermelada de nopalitos se elabora con nopal verdura molido y cocido, con una concentración variable de azúcar, pectinas⁸ y conservadores. Por su parte, el jugo de nopal es el extracto obtenido de la molienda y prensado de los nopalitos, más agua, azúcar y conservadores. Por último, la harina de nopal se obtiene al deshidratar nopalitos a 60 °C, que después se muelen.

⁶ Fruta o verdura conservada en vinagre.

⁷ De escaldar: introducir nopal en agua hirviendo.

⁸ Sustancias orgánicas que tienen numerosos usos en la industria de alimentos, cosméticos y en la industria farmacéutica.

Tendencias de consumo y comercialización de nopal verdura

Debido a las propiedades nutraceuticas de frutas y hortalizas, desde 2002 la Organización Mundial de la Salud recomienda que para que las personas estén saludables deben consumir 400 gramos de estos productos al día.

En México, el consumo anual per cápita de nopalitos es de 6 kilogramos, con lo que el producto ocupa el sexto lugar entre las hortalizas consumidas en el país.

Los nopalitos, por sus propiedades nutricionales, han tenido aceptación en otras naciones, por lo que se exportan procesados en salmuera y en escabeche a Europa, Canadá, Estados Unidos y a países de la Cuenca del Pacífico. Para este mercado también se debería considerar la industria de suplementos alimenticios, cápsulas, tabletas y polvos a base de nopal, así como productos deshidratados.

Uno de los canales de comercialización de estos productos podrían ser los centros de abastos (Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey y Veracruz), clubes (Cosco y SAM's), hoteles y restaurantes; en este último mercado se mueven aproximadamente 14.5 mil millones de dólares para alimentos, debido a que México es la tercera potencia gastronómica del mundo.

Por otro lado, existen exposiciones y ferias internacionales en México para promover productos alimenticios, por ejemplo la expo ANTAD, que se realiza cada año en Guadalajara, donde participan más de 600 empresas de 24 países, y es visitada por 6 mil personas al día.

Importancia del consumo de nopal verdura

Los compuestos funcionales o nutraceuticos son aquellos que tienen efectos benéficos para la salud; los nopalitos son fuente de estos componentes, entre los que destacan la fibra, minerales (calcio, hierro y zinc), así como las vitaminas A y C.

Se ha observado que el consumo de extractos y deshidratado de frutas y verduras (por su contenido de vitaminas A y C) aumenta los niveles de antioxidantes en la sangre, lo que reduce los riesgos de enfermedades (arteriosclerosis⁹, cáncer de colon y de próstata).

Por otro lado, estos productos también contienen hierro (mineral imprescindible para la formación de hemoglobina¹⁰ y transporte de oxígeno al cuerpo, el cual es indispensable para el desarrollo del cerebro). Los efectos producidos por la deficiencia de este mineral son la anemia y trastornos de crecimiento.

El consumo de extractos y deshidratado de frutas y verduras también aporta fibra dietaria soluble e insoluble; la primera la conforman

⁹ Endurecimiento de las paredes arteriales, que conlleva un engrosamiento y pérdida de elasticidad de ellas.

¹⁰ Sustancia química de la sangre contenida en los glóbulos rojos y encargada del transporte del oxígeno desde los pulmones a todos los tejidos del organismo.

mucílagos, gomas, pectinas y hemicelulosas; mientras que la insoluble es principalmente celulosa, lignina y una gran fracción de hemicelulosa.

La fibra soluble se asocia con la reducción de los niveles de azúcar y de colesterol, así como con la estabilización del vaciamiento gástrico¹¹; por su parte, la fibra insoluble está ligada a la capacidad de retención de agua (aumento del peso de las heces), al intercambio iónico, la absorción de ácidos biliares, minerales, vitaminas y su interacción con la flora microbiana.

En lo que respecta al consumo de nopal verdura fresco, 100 gramos de este vegetal aportan 93 miligramos de calcio, 1.6 miligramos de hierro, 41 microgramos de vitamina A (como retinol¹²), 8 miligramos de vitamina C, así como 8% de fibra dietaria.

METODOLOGÍA APLICADA

A continuación se describe el método que se sigue para la obtención de productos deshidratados de nopal verdura con azúcar y miel.

Cosecha. El nopal verdura se recolecta en su estado de madurez. Se recolectaron 50 kilogramos de nopal.

Lavado. Los nopalitos se lavan con agua clorada de 200 partes por millón (aproximadamente 120 mililitros de cloro comercial en 30 litros de agua), con el fin de reducir la carga microbiana y eliminar impurezas (polvo o fragmentos de insectos). Después de esta labor se procede a lavarlos con agua potable para erradicar cualquier residuo de cloro.

Retiro de espinas y cortado. Las espinas se retiran con navajas de acero inoxidable, posteriormente se procede a obtener trozos de 1.95 a 2.05 centímetros por 4.95 ó 5.05 centímetros. De una tonelada de nopal se consiguen 682.8 kilogramos de nopalitos en trozos, 79.69 kilogramos de espinas y 237.5 kilogramos de nopal en tiras (que puede ser empleado para su venta en fresco).

Preparación del jarabe de deshidratado osmótico. En cubetas de 6 litros se elaboran dos jarabes, uno de azúcar a 40 °Brix y otro de miel a 30 °Brix. Para ambas soluciones se emplean conservadores de grado alimenticio, con una concentración de benzoato de sodio al 0.15% (6 gramos), ácido cítrico al 1.05% (42 gramos) y metabisulfito de sodio al 0.015% (1.2 gramos).

Para obtener 2 kilogramos de nopal deshidratado osmóticamente con azúcar a 40 °Brix se diluyen mil 800 gramos de azúcar en 2 mil 200 mililitros de agua; posteriormente se agregan los conservadores; mientras que para obtener 2 kilogramos de nopal deshidratado osmóticamente con miel a 30 °Brix se disuelven mil 555.2 gramos de miel en 2 mil 444.8 mililitros de agua, para después añadir los conservadores.

¹¹ Vaciado de material sólido y líquido del estómago.

¹² Forma más pura de vitamina A que previene arrugas superficiales de la piel y ayuda a eliminar manchas.

Escaldado. Con el objeto de inhibir reacciones de deterioro enzimático¹³, reducir el número de microorganismos presentes, así como remover aromas y sabores indeseables, los trozos de nopal se colocan en cestas de acero inoxidable perforadas y se sumergen en agua (a 90 °C) por 2 minutos, para posteriormente introducirlos en agua fría (a 4 °C) por un minuto.

Deshidratado osmótico. Los trozos de nopal se sumergen en el jarabe osmótico (con miel o azúcar) por 20 días; éste es el tiempo que se requiere para que la mezcla jarabe-nopal llegue al equilibrio (ver Figuras 3 y 4).

Deshidratado con aire caliente. Después del deshidratado osmótico los trozos de nopal se retiran de la solución y se lavan con agua potable para disminuir la concentración de azúcar o miel adherida, posteriormente se escurren para eliminar el exceso de agua.

Una vez escurridos, los trozos de nopal se colocan en un deshidratador con aire caliente (a 60 °C), por cinco horas para los nopalitos de la solución osmótica de miel (ver Figura 4) y por cuatro horas para el nopal verdura de la solución osmótica de azúcar (Ver Figura 6).

Contenido nutricional de los productos elaborados

Para conocer el contenido nutricional de los productos elaborados se realizaron distintos análisis de laboratorio, los cuales se describen a continuación.

Análisis sensorial. Se efectuó análisis sensorial para saber cuál de los productos elaborados poseía mayor aceptabilidad en el mercado. Para esto se realizó una degustación con ocho panelistas semientrenados.

Análisis microbiológico. Otro análisis efectuado fue el microbiológico, mediante el que se determinó la presencia de bacterias, hongos y levaduras en nopal deshidratado y nopalitos frescos. Para esta labor se utilizó el método de recuento de colonias en placa: se tomó un gramo de producto elaborado y se homogeneizó en 9 mililitros de agua estéril, posteriormente se realizaron diluciones de 0.01 a 0.0001.

Para continuar con este análisis, en cajas Petri esterilizadas se colocaron 0.5 mililitros de medios de cultivo (para levaduras se utilizó NYDA; para bacterias, PDA; y para hongos, PDA con pH ajustado a 3 mediante ácido láctico, en una relación de 1.4 mililitros por cada 100 mililitros de medio).

Una vez que los 0.5 mililitros de los medios de cultivo estuvieron en las cajas Petri se homogeneizaron, para finalmente incubarlos para el desarrollo de los microorganismos a 26 °C, de 48 a 72 horas.

13 De enzima; proteína fabricada por un organismo vivo, que permite acelerar reacciones químicas del metabolismo; por ejemplo, las enzimas producidas en el intestino y que colaboran en la digestión.

Precisión de color. Para determinar el color del nopal fresco y de los productos deshidratados se utilizó un espectrofotómetro¹⁴, marca Minolta.

Actividad del agua. Este parámetro se determinó con un higrómetro¹⁵ electrónico (CX-2 Agualab). Para la determinación de acidez titulable¹⁶, pH y sólidos solubles totales se pesaron 10 gramos de muestra de producto de nopal y se homogeneizaron con 50 mililitros de agua libre de carbonatos. Para la cuantificación de pH y acidez titulable se utilizó un titulador automático DL50 Graphix; mientras que los sólidos solubles totales se determinaron con un Brix-refractómetro RE40D. Para la determinación de estos parámetros se empleó el método descrito por la Asociación Oficial de Químicos Analistas (o AOAC Internacional) 1998 No. 920.149, 942.15 y 932.14.

Análisis proximal. El análisis de humedad, cenizas, grasa, fibra cruda, proteína y carbohidratos se efectuó de acuerdo con la AOAC Internacional 1998: se pesaron 5 gramos de muestra de nopal deshidratado y nopalitos frescos en charolas de aluminio previamente taradas¹⁷, y se colocaron en una estufa de aire forzado, para posteriormente determinar la humedad con el método No.920.39.

Para obtener el porcentaje de cenizas se pesaron 5 gramos de muestra en un crisol¹⁸ de porcelana y se colocaron en una mufla¹⁹ (Thermolyne 6000). Se empleó el método No. 942.05.

La determinación de grasa se realizó mediante el método No. 920.39, para lo que se pesaron 5 gramos de muestra y se colocaron por cuatro horas en un Goldfish²⁰ (3500, marca Labconco) con el solvente éter de petróleo. Después de que la muestra se desengrasó se empleó el método No. 962.09: se pesaron 3 gramos de la muestra y se colocaron a digestión con ácido sulfúrico e hidróxido de sodio al 0.25%.

Para obtener el contenido de fibra cruda, de la muestra desengrasada se pesó un gramo, al cual para la incubación se le agregaron 50 mililitros de buffer²¹ de fosfatos, 50 microlitros de alfa-amilasa termolabile, hidróxido de sodio y 100 microlitros de proteasa; después de que la mezcla se enfrió, se añadió cloruro de hidrógeno, 200 microlitros de amyloglucosidasa, etanol al 95%, y por último se filtró en un equipo Fibertec (modelo 1023).

14 Aparato para comparar la intensidad de los colores.

15 Instrumento que se usa para medir el grado de humedad del aire, suelo o de las plantas.

16 Medida de la acidez.

17 De tara: peso sin calibrar que se coloca en un platillo de la balanza para calibrarla, o para realizar determinadas pesadas.

18 Recipiente hecho de material refractario, que se emplea para fundir alguna materia a temperatura muy elevada.

19 Hornillo semicilíndrico o en forma de copa, que se coloca dentro de un horno para reconcentrar el calor y conseguir la fusión de diversos cuerpos.

20 Aparato utilizado para extraer grasa de los alimentos, en este caso del nopal.

21 Cualquier sustancia que se utilice para mantener estable el pH de una solución.

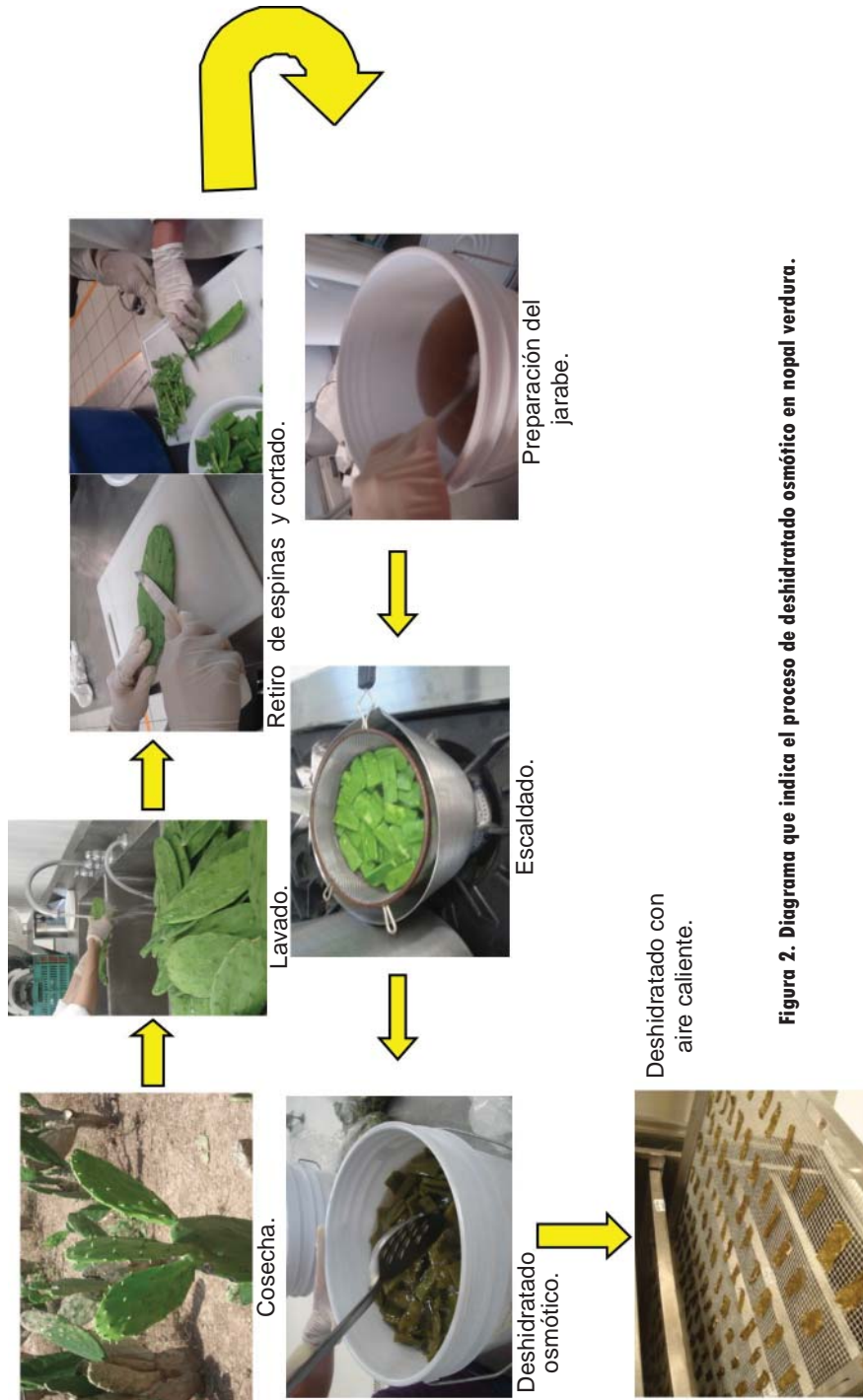


Figura 2. Diagrama que indica el proceso de deshidratado osmótico en nopal verdura.

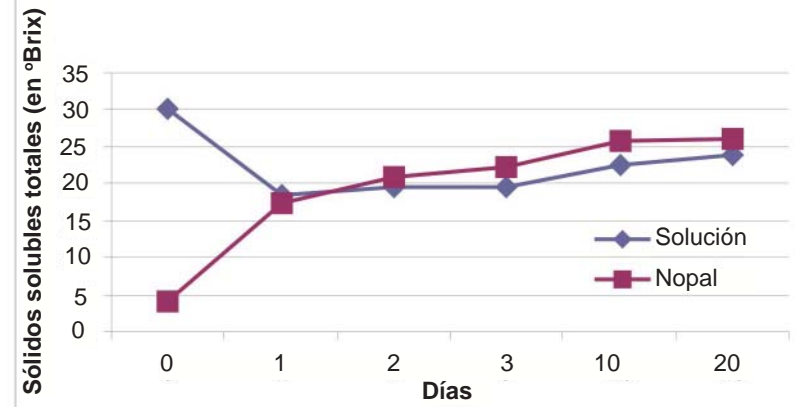


Figura 3. Deshidratado osmótico de nopal verdura en solución deshidratante de miel.

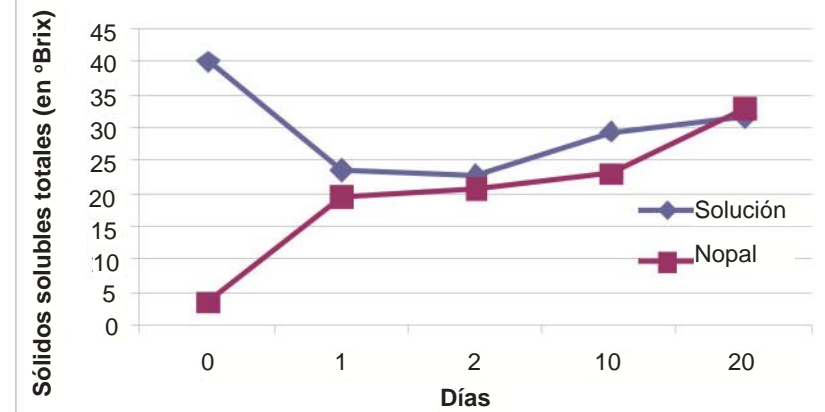


Figura 4. Deshidratación osmótica de nopal verdura en solución deshidratante de azúcar.

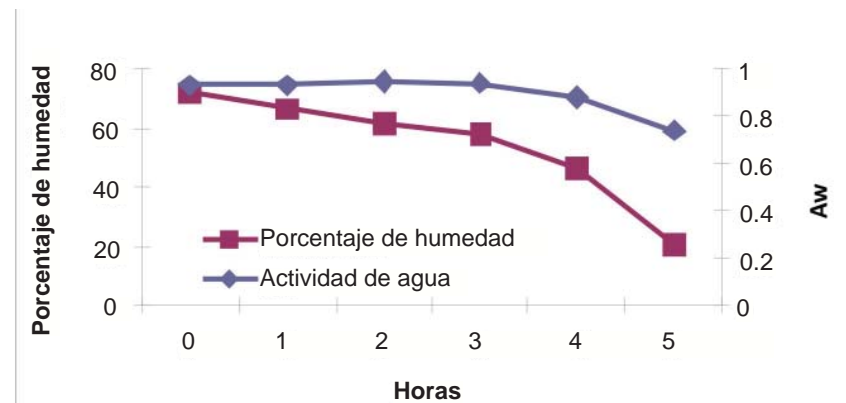


Figura 5. Deshidratado con aire caliente (a 60 °C) de trozos de nopal verdura con solución osmótica de miel.

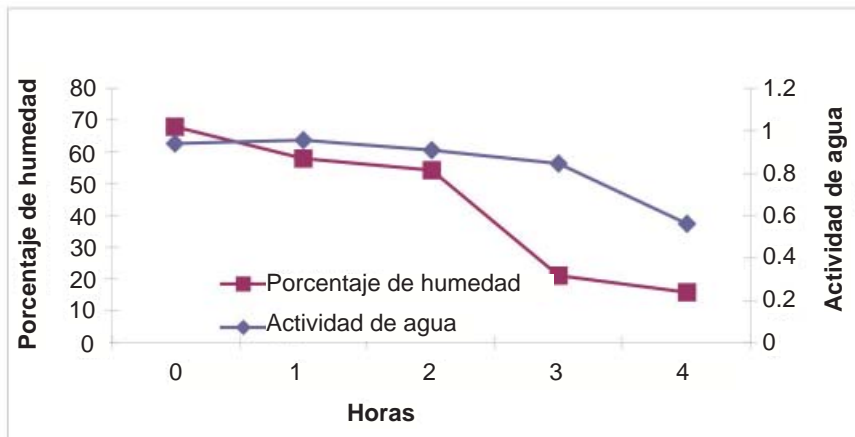


Figura 6. Deshidratado con aire caliente (a 60 °C) de trozos de nopal verdura con solución osmótica de azúcar.

La determinación de proteína se realizó por el método No. 988.05: en un digestor²² (6500 Labconco) se colocaron 0.1 gramos de muestra con ácido sulfúrico, catalizador de sulfato de cobre y fosfato diácido de potasio, posteriormente la muestra se destiló con hidróxido de sodio al 40% y ácido bórico al 4%, con un indicador modificado de rojo de metilo y azul de metileno en un destilador Microkjeldah (6500, marca Labconco).

La determinación de minerales se efectuó por el método No. 955.06. A la muestra que se le determinaron cenizas se le agregó cloruro de hidrógeno y se aforó a 100 mililitros. La determinación del contenido de minerales (como calcio, potasio, sodio, hierro y zinc) se realizó con un espectrofotómetro de absorción atómica (SPECTRAA220, marca Varian); mientras que el fósforo se cuantificó por el método No. 931.01, en un espectrofotómetro de luz UV-Vis, marca Jenway.

Para la detección y cuantificación de vitamina C y β -caroteno²³ se utilizó un cromatógrafo de líquidos de alta resolución con arreglos de diodos (9050, marca Varian). Para obtener el contenido de vitamina C se pesaron 10 gramos de muestra y se homogeneizaron con agua y di-titritol, posteriormente se pasaron por una columna C18 150 por 4.6 milímetros, con una fase móvil de solución buffer de fosfato monopotásico 0.2M (con pH ajustado a 2.3 con ácido fosfórico); la velocidad de flujo fue de 0.5 mililitros por minuto, y la detección: 254 nanómetros.

El β -caroteno se cuantificó con un cromatógrafo de líquidos de alta resolución con arreglos de diodos (9050, marca Varian): se pesaron 5 gramos de muestra de nopal deshidratado y nopalitos frescos y se homogeneizaron con sulfato de sodio, carbonato de magnesio, solución

²² Recipiente en el que se desarrolla una fermentación.

²³ Compuesto químico que puede reducir las probabilidades de ataques cardíacos, previene el envejecimiento y aumenta la eficacia del sistema inmunológico.

extractora de metanol:tetrahidrofurano (50:50) y 0.01% de butilhidroxitolueno, se hizo pasar por una columna C18 150 por 4.6 milímetros, con una fase móvil de acetonitrilo:metanol:tetrahidrofurano. La velocidad de flujo fue de 1.5 mililitros por minuto, a una longitud de onda de 460 nanómetros.

RESULTADOS

Contenido nutricional de los productos deshidratados y nopalitos frescos

El producto de nopal deshidratado con 40 °Brix de azúcar fue el de mayor aceptabilidad por el panel sensorial.

Se obtuvieron productos inocuos²⁴ de deshidratado osmótico de 30 °Brix con miel y de 40 Brix de azúcar. El primero presentó una actividad de agua de 0.7, mientras que el segundo: 0.6, como se muestra en las Figuras 4 y 5.

El color de nopal fresco con respecto al escaldado presentó un cambio visible, como se muestra en las Figuras 7 y 8; mientras que las muestras tratadas con soluciones de azúcar y miel no manifestaron cambio de color significativo entre ellas (Figura 9). Ver Cuadro 1.

Por el proceso de deshidratado (eliminación de agua) al que se sometió el nopal verdura (nopalitos), el contenido de sólidos solubles totales promedio aumentó con respecto al nopal fresco (de 3.73 en nopal fresco a un promedio de 57.05 °Brix en nopal deshidratado con azúcar y miel). De la misma manera, el comportamiento de la acidez titulable pasó de 0.74 en nopal fresco a un promedio de 2.3 en nopal deshidratado con azúcar y miel. Por su parte, el pH presentó una disminución en nopal deshidratado. Ver Cuadro 2.

Cuadro 1. Resultados de color de productos deshidratados y nopalitos frescos.

Método de deshidratación	L	a	b	Croma	°Hue
40 °Brix de azúcar	30.22	3.63	4.34	5.78	48.25
30 °Brix de miel de abeja	26.75	3.91	8.38	9.32	64.58
Nopal fresco	46.65	-11.65	29.08	31.34	111.97

Donde L: de color oscuro a claro, a: de color rojo a color verde, b: de amarillo a azul, croma: grado de pureza del color, y °Hue: color verdadero del producto, en este caso del nopal.

²⁴ Todos aquellos alimentos que su consumo habitual no implique riesgos para la salud.

Cuadro 2. Contenido de acidez titulable, pH y sólidos solubles totales de los productos deshidratados y nopalitos frescos.

Método de deshidratación	Acidez titulable (porcentaje de ácido cítrico)	pH	Sólidos solubles totales (°Brix)
40 °Brix de azúcar	2.01	3.49	61.83
30 °Brix de miel de abeja	2.59	3.37	52.27
Nopal fresco	0.74	4.43	3.73

En cuanto al contenido de humedad, éste disminuyó en nopal deshidratado con respecto al nopal fresco; el parámetro inclusive fue menor en el producto deshidratado a 40 °Brix de azúcar (9.65%), lo que originó mayor nivel de sólidos totales (90.35%). Por su parte, el porcentaje de proteína (3.18%) y cenizas (2%) fue mayor en el producto de nopal deshidratado a 30 °Brix de miel. Ver Cuadro 3.

Cuadro 3. Contenido proximal en productos deshidratados y nopalitos frescos.

Método de deshidratación	Humedad	Cenizas	Sólidos totales	Proteína	Fibra cruda	Carbohidratos
40 °Brix de azúcar	9.65%	1.37%	90.35%	2.34%	1.40%	85.23%
30 °Brix de miel de abeja	15.30%	2%	84.70%	3.18%	1.53%	77.99%
Nopal fresco	91.93%	1.57%	8.07%	1.33%	0.97%	4.21%

El contenido de minerales fue mayor en los productos deshidratados con respecto al nopal fresco. El producto deshidratado que mayor concentración de minerales observó con respecto al nopal fresco fue el de miel de abeja, con 13.57 miligramos de zinc, 359.10 miligramos de calcio, 169.36 miligramos de potasio y 32.90 miligramos de fósforo. Ver Cuadro 4.

Cuadro 4. Contenido de minerales en 100 gramos de producto deshidratado y nopal verdura fresco.

Método de deshidratación	Hierro (en miligramos)	Zinc (en miligramos)	Calcio (en miligramos)	Potasio (en miligramos)	Fósforo (en miligramos)	Sodio (en miligramos)
40 °Brix de azúcar	1.35	6.94	257.98	106.38	22.10	51.47
30 °Brix de miel de abeja	1.25	13.57	359.10	169.36	32.90	74.33
Nopal fresco	0.34	0.25	97.87	94.88	9.37	4.81



Figura 7. Nopal fresco.



Figura 8. Nopal escaldado.



Figura 9. Producto final de nopal deshidratado con miel y azúcar.

Por el proceso de deshidratación con aire caliente al que se sometieron los productos de nopal verdura, el contenido de vitamina C disminuyó de 2.58 a 0.41 miligramos por cada 100 gramos de nopalitos deshidratados (valor promedio). En cuanto al contenido de vitamina A, éste fue mayor en el producto de nopal deshidratado a 40 °Brix de azúcar, con 573.06 microgramos. Ver Cuadro 5.

Cuadro 5. Contenido de vitamina A y C en 100 gramos de producto deshidratado y nopal verdura fresco.

Método de deshidratación	Vitamina C (en miligramos)	Vitamina A* (en microgramos)
40 °Brix de azúcar	0.13	573.06
30 °Brix de miel de abeja	0.70	394.44
Nopal fresco	2.58	376.25

El contenido de fibra dietaria fue mayor en los productos deshidratados de nopal verdura: el porcentaje más alto se observó en el de concentración de miel de abeja, con 9.38%, de la cual el 8.42% es fibra insoluble y el 0.96%, fibra soluble. Ver Cuadro 6.

El porcentaje de hierro, zinc, vitamina A y C que proporciona el nopal deshidratado lo convierte en un producto alimenticio muy nutritivo para el ser humano, especialmente para los niños, debido a que estos minerales son esenciales para el desarrollo físico y mental.

La Ingesta Diaria Recomendada de los productos de nopal deshidratado se indica en el Cuadro 7. El producto que más zinc aporta es el de miel de abeja (90.47% de la Ingesta Diaria Recomendada); mientras que el que proporciona más vitamina A es el de azúcar: 57.30% de la Ingesta Diaria Recomendada. Ver Cuadro 7.

Cuadro 6. Contenido de fibra dietaria (soluble e insoluble) en productos deshidratados y nopalitos frescos.

Método de deshidratación	Fibra insoluble	Fibra soluble	Fibra dietaria
40 °Brix de azúcar	7.03%	0.71%	7.74%
30 °Brix de miel de abeja	8.42%	0.96%	9.38%
Nopal fresco	2.13%	1.02%	3.15%

Cuadro 7. Porcentaje de calcio, hierro, zinc, vitamina A y C de la Ingesta Diaria Recomendada que aportan los productos deshidratados de nopal verdura y los nopalitos frescos.

Método de deshidratación	Calcio	Hierro	Zinc	Vitamina C	Vitamina A
40 °Brix de azúcar	32.24%	8.66%	46.26%	0.22%	57.30%
30 °Brix de miel de abeja	44.88%	8.33%	90.47%	1.16%	39.44%
Nopal fresco	12.23%	2.27%	1.67%	4.30%	37.62%



Figura 10. El nopal verdura deshidratado con miel de abeja aporta el 90.47% del zinc de la Ingesta Diaria Recomendada.

CONCLUSIONES

1. El método de deshidratado osmótico es un desarrollo tecnológico para darle valor agregado al nopal verdura que se cultiva en el sur de Sinaloa. Con esta técnica se obtienen dos productos deshidratados inocuos de nopal verdura, con características sensoriales, de fácil manejo para su comercialización y con propiedades nutricionales.

2. Una porción de 100 gramos de nopal verdura deshidratado con solución osmótica de 30 °Brix de miel proporciona, en una dieta de 2 mil calorías, el 44.88% del calcio requerido, 37.52% de fibra dietaria, 8.33% de hierro y 90.47% de zinc.

3. Una porción de 100 gramos de nopal verdura deshidratado en solución osmótica de 40 °Brix de azúcar proporciona, en una dieta de 2 mil calorías, el 32.24% del calcio requerido, 30.96% de fibra dietaria, 8.66% de hierro y 46.26% de zinc.

INFORMACIÓN NUTRIMENTAL

Tamaño de la porción	100 gramos
Número de porciones	1
Información por porción	
Contenido energético	350 kilocalorías*
Proteína	2.3 gramos
Grasa	0
Carbohidratos	85.2 gramos
Sodio	51.5 miligramos
Fibra dietaria	7.7 gramos
Ingesta Diaria Recomendada**	
Proteína 31%	Zinc 57.3%
Calcio 32%	Vitamina C 0.2%
Hierro 8.7%	Vitamina A 57.3%
*Equivalen a 1,489 kilojoules.	
**Basado en la NOM-051-SCFI-1994, para un consumo de 2,000 calorías diarias.	

Figura 11. Etiqueta nutricional de producto deshidratado a 40 °Brix de azúcar.

INFORMACIÓN NUTRIMENTAL

Tamaño de la porción	100 gramos
Número de porciones	1
Información por porción	
Contenido energético	325 kilocalorías*
Proteína	3.2 gramos
Grasa	0
Carbohidratos	78 gramos
Sodio	74.3 miligramos
Fibra dietaria	9.4 gramos
Ingesta Diaria Recomendada**	
Proteína 4.2%	Zinc 90.5%
Calcio 44.9%	Vitamina C 1.2%
Hierro 8.3%	Vitamina A 39.4%
*Equivalen a 380 kilojoules.	
**Basado en la NOM-051-SCFI-1994, para un consumo de 2,000 calorías diarias.	

Figura 12. Etiqueta nutricional de producto deshidratado a 30 °Brix con miel.

Tabla nutricional de productos elaborados

El consumidor debe disponer de datos veraces y comprobados, exentos de artificios que lo engañen sobre las propiedades de los ingredientes de los alimentos; por tal motivo es responsabilidad de los industriales que los alimentos que produzcan sean seguros y correspondan a las características con las que se comercialicen, además de que deben contener declaraciones nutrimentales. Estas declaraciones se rigen a nivel internacional por el *Codex Alimentarius*, y en el ámbito nacional por la NOM-051-SCFI-1994.

Ante esta situación, para la comercialización a nivel nacional de los productos deshidratados a base de nopal verdura se determinaron las etiquetas nutricionales que se muestran en las Figuras 11 y 12.

Agradecimientos

Agradezco al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), A. C., unidad Culiacán, por facilitar equipo e infraestructura; a Marco Antonio Echeagaray por aportar el nopal verdura que se empleó para este estudio; a Sara Elena Castro Ruiz, Mónica Morales Angulo, Eduardo Sánchez Valdez, Rosabel Velez de la Rocha, Laura Contreras Angulo, Werner Rubio Carrasco y a Rosalba Contreras Martínez por el apoyo técnico de laboratorio; y al Consejo Consultivo zona sur de Fundación Produce Sinaloa, A. C., por el apoyo financiero para llevar a cabo esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Association of Official Analytical Chemists. 1998. *Official methods of Analysis. 16th Association of Official Analytical Chemists*. Wasington, USA.

Bushway, R. S. and A. M. Wilson. 1982. "Determination of alfa y beta-carotene in fruit and vegetables by high performance liquid chromatography", *Can. Inst. Food Sci. Technol.* 15:165-168.

Boddy, L. and J. W. T. Wimpenny. 1992. "Ecological concepts in food microbiology", en *Temas en Tecnología de Alimentos*. Volumen 1.

Edwards, J. S. A. and H. H. Hartwell. 2002. "Fruit and vegetables- attitudes and knowledge of primary school children", *J. Hum. Nutr Dietet.* 15:365-374.

Hernández Uresti, Adriana. 2000. "Nopal Sabroso, benéfico y barato. Alimentación y nutrición", *Revista del consumidor*. 61-63 pp.

Leeds, A. R.; E. A. E. Ferris; J. Staley; J. Ayeshe and Ross. 2000. "Availability of micronutrients from dried, encapsulated fruit and vegetable preparations: a study in healthy volunteers", *Journal Hum. Nutr. Dietet.* 13:21-27.

NOM-051-SCFI-1994. Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasadas.

ProChile C. 2006. <www.chilealimentos.com>.

Sáenz H., Carmen. 1997. *Cladodes: a Source of Dietary Fiber*. J.PACD. 117-123 pp.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2008. <www.sagarpa.gob.mx>.

Spiazzi, Edgardo A. y Rodolfo H. Mascheroni. 2001. "Modelo de deshidratación osmótica de alimentos vegetales", *MAT-Serie. 4.* 23-32 pp.

Viral, Gökmen; Nermin Kahraman; Nilay Demir and Jale Acar. 2000. "Enzymatically validated liquied chromatografic method for the determination of ascorbic and dehydroascorbic acids in fruti and vegetables", *Journal of Chromatography.* 881:309-316.