

## **Características del xoconostle: alimento con gran potencial**

by Rodolfo Garcia Samano et al - Tuesday, June 30, 2009

[https://vinculando.org/mercado/xoconostle\\_un\\_alimento\\_con\\_gran\\_potencial.html](https://vinculando.org/mercado/xoconostle_un_alimento_con_gran_potencial.html)

Entre todas las cactáceas se destaca el Xoconostle porque además de ser un ingrediente indispensable en la cocina mexicana, puede servir como alimento para las comunidades pobres de África, como lo ha sido siempre para los pueblos de los valles centrales de Anáhuac.

### **Introducción:**

En este artículo se discuten las propiedades de esta planta tan importante para los pueblos del centro de México. La historia nos muestra que son muchos los usos que se pueden dar a *Opuntia xoconostle*. Esta planta tiene las características para ser considerada un alimento valioso del siglo XXI.

Las nuevas técnicas de procesamiento de fluidos biológicos ofrecen un futuro promisorio al Xoconostle. La determinación de las propiedades eléctricas de los alimentos es una línea de investigación reciente. La tecnología de separación por membrana y procesos que utilizan la energía eléctrica como medio de conservación deberán cobrar más importancia al corto y mediano plazos. Aquí se plantea el empleo de electro-diálisis con membranas bipolares de intercambio iónico como un método de estabilización de las propiedades sensoriales del jugo concentrado de Xoconostle.

Tratando estos jugos con un electro-dializador, de la misma manera que se podría haber hecho con un pasteurizador o con un esterilizador, es posible conservar el color, la viscosidad, la acidez y hasta el aroma de este elemento esencial de la cocina mexicana.

En pleno siglo XXI la vieja industria contaminante, consistente en enormes calderas que queman petróleo a manos llenas y que desperdician grandes cantidades de energía con una muy alta contaminación del medio ambiente es poco a poco desplazada por la tecnología de tratamiento no-térmico de los alimentos.

### **Localización:**

En la región más sureña de Norteamérica se encuentra una zona árida muy peculiar. Ahí la relación entre el clima, el suelo y la diversidad vegetal ha producido unos organismos vegetales que tienen la propiedad de evitar la pérdida de agua durante los calurosos días en el desierto.

Estas plantas pertenecen a la familia de las Cactáceas. Los Sagüaros son cactus gigantes que definen el paisaje de las zonas áridas del norte de México en tanto que, en la selva tropical del sur de México viven las Pitahayas, esas lianas con grandes frutos, rojos por fuera y blancos por dentro con semillas de una negrura contrastante. En medio de estos dos extremos se encuentran las mamilarias, esos cactus pequeñitos que exponen sus cuerpos al sol al pie de las montañas del centro de México.

El nopal y su fruta pertenecen a esta familia. En el sur de mar Mediterráneo el nopal va ganando terreno al colonizar las dunas del norte del Sahara. Este nopal se recomienda en el Sahel, y en Sudán donde la falta de alimento hace que el ganado perezca. Todos los frutos de las cactáceas pueden tener importancia comercial. En este pequeño artículo se pretende exponer los xoconostles.

### **Aridez y nutrición:**

Además de ser cactus con multiplicidad de formas, las cactáceas son organismos vegetales dispuestos de tal manera que pueden reservar toda el agua que necesitan para crecer y medrar en condiciones extremas. Su metabolismo gira en torno a la necesidad de vivir en climas donde otras plantas, como el maíz, no podrían permanecer. Ante las altas temperaturas del desierto, las cactáceas se ven obligadas a cerrar sus poros para no transpirar ya que una excesiva pérdida de agua les provocaría la muerte.

Las cactáceas se aíslan del entorno por medio de una gruesa piel. Durante el día, la fotosíntesis acumula inulina, un valioso polisacárido. De noche los poros de las cactáceas se abren y absorben el oxígeno que tanto necesitan para respirar al mismo tiempo que liberan el bióxido de carbono que se ha acumulado durante el día. Este dióxido de carbono disuelto en el agua está ionizado en forma de ácido carbónico. Al haber disuelto un ácido en el medio interno del nopal se forma un complejo químico inulina-ácido-carbónico que tiene grandes consecuencias para el uso alimenticio de estas plantas.

La inulina es un polisacárido que el cuerpo humano no asimila. La inulina únicamente puede ser digerida por ciertos microorganismos (probióticos) presentes en el tracto inferior del intestino y que son preponderantes en los rumiantes. La acidez de los nopales refuerza la imposibilidad de digerir la inulina. [Es por esta razón que los Nopales ayudan a bajar de peso.](#) Aunque se trata de una buena ventaja para los adultos obesos, en los niños que están creciendo y que consumen muchas tunas, nopales y xoconostles sin cocinar el resultado final es una baja talla corporal.

Todo este complicado juego de acidez y basicidad deja en claro que no es conveniente basar una dieta de crecimiento humano exclusivamente en nopales, tunas y xoconostles. Pero también abre la vía para toda una serie de posibilidades de utilización de los cactus y de sus frutos en la alimentación por diferentes formas de cocimiento no térmico que regulen la acidez y que disuelvan la inulina. También queda la posibilidad para estas plantas ser empleadas para la alimentación animal.

## Historia:

El Xoconostle de la prehistoria era alimento para las aves, los insectos y los pequeños mamíferos que habitaban los altiplanos. Cuando el hombre se ubicó en la región degustó los frutos y los apreció aprovechándolos para su consumo. En el siglo XIII los Chichimecas fueron dirigidos por el rey Nopaltzin, señor de Tenayuca y gran patrón de la cultura indígena. Su influencia se extendió a todo el imperio Azteca.

Según Clavijero (Historia De Las Cosas De La Nueva España) Nopaltzin fue el primer rey chichimeca que tuvo una educación pulida y fundó una dinastía que incluye a Netzhuacoyotl. Por otro lado, Nopaltzin también fue el primer señor azteca que habló de la conservación de recursos naturales. Para él las nopaleras eran comunidades vegetales muy valiosas y preconizó su empleo como cercas vivientes.

Para los españoles que descubrieron el Nopal en el siglo XVI, el Xoconostle era el higo de barbarie, y ese es el nombre científico *figus indica* (higo) *indica* (de india o de las tierras bárbaras) en oposición a la por entonces civilizada España. Durante la colonia, la tuna dulce era muy preferida y se dejaba de lado al xoconostle pero con la independencia esto empezó a cambiar; los humildes platos de la cocina indígena se dieron a conocer ante el mundo entero y el Mole de Olla, con su ingrediente esencial, el Xoconostle, llegó a asumir el nivel de importancia que cuenta en la actualidad.

## Calidades de los frutos del Nopal.



Los nopales son el sustento de la cultura amerindia. De los nopales lo más apetitoso es la Tuna que se consume sobre todo de junio a septiembre, porque en ese momento llega a su grado óptimo de maduración. Como muchas otras frutas, la tuna sigue un proceso de crecimiento que inicia desde la polinización de la flor. La flor del nopal fecundada va modificándose hasta llegar a un pico o periodo llamado Climaterio. En este punto su textura, su contenido de azúcar y su color alcanzan la condición óptima. Después la fruta comienza a declinar, es la senescencia. En principio las frutas inmaduras o demasiado maduras no son apropiadas para el consumo fresco, aquel fruto del nopal que resulta inapropiado para el consumo fresco se denomina Xoconostle. Este nombre proviene del Nahuatl: Xocotl = Fruto verde o inmaduro y Nochtli = Cactus

Independientemente de la calidad sensorial también existe una clasificación en cuanto a la calidad sanitaria, no deben aceptarse frutos enfermos, dañados ni defectuosos.

### **Xoconostle:**

Dentro de las riquezas naturales del país, y más particularmente en la región que comprende a Guanajuato se encuentra el Xoconostle que los taxónomos modernos han decidido denominar como *Opuntia matudae* e inclusive *Opuntia xoconostle* mejor conocido como tuna agria. Esta variedad de tuna reviste importancia desde diversos puntos de vista además del cultural, pues el Xoconostle ha sido un importante factor de sustento económico del campesino mexicano quien los utiliza en su alimentación y como medicina alternativa y desde el punto de vista ecológico por su resistencia a la sequía debido a su enorme adaptación a los cambios climáticos y su contribución a la formación del suelo. Dadas las características fisiológicas que posee esta planta en cuanto a su facilidad de reproducción, a la adaptación a la acidez del suelo y a la gran diversidad de especies de la región así como al bajo manejo agronómico que requiere, le aportan cualidades que la hacen ser una excelente alternativa para enfrentar algunos problemas que tienen en la zona Suroeste de Guanajuato, como son la erosión del suelo, un deficiente aprovechamiento en zonas con serranía, la escasez de agua, las bajas oportunidades de empleo y de desarrollo en algunas comunidades, es el objetivo del proyecto que es de identificar las variedades de Xoconostle presentes en algunos municipios de la región del suroeste de Guanajuato.

Otros proyectos de utilización de esta materia prima abundante están considerando la posibilidad de emplear la pulpa de Xoconostle como biofiltros y como membranas para empaque.

### **Xoconostle y biotecnología:**

Muchas son las técnicas que se aplican en la actualidad para procesar los frutos de *Opuntia matudae*. No es extraño encontrar concentrados de xoconostle para saborizar los alimentos al estilo mexicano. Estos jugos y concentrados se preparan pasteurizando o esterilizando el jugo en equipos térmicos que emplean combustibles fósiles como el petróleo o el gas y que calientan el agua de una caldera generadora de vapor que se destina a calentar el jugo en un equipo conocido como pasteurizador (a 70 grados centígrados aproximadamente) o como esterilizador (100 grados aproximadamente). Esta pasteurización consigue una reducción significativa del contenido de bacterias vivas y la inactivación momentánea de la actividad enzimática en el jugo causante de la pérdida de viscosidad y de la pérdida de color, mientras que la esterilización consigue una reducción significativa del contenido de esporas y una inactivación definitiva de la actividad enzimática en el jugo.

También es común comprar quesos de tuna. Existen otros productos como el xoconostle en polvo que resulta un poco caro dado que hay que calentar enormes cantidades de aire para secarlo, con la consecuente pérdida de energía.

Tal vez el caso más sonado fue el de aquel investigador que proyectó tratar al xoconostle con electrones acelerados. Algo así como los rayos gamma, pero de baja energía. Es un modo como cualquier otro para estabilizar el sabor de los alimentos. Este pasteurizador nuclear no ha dejado el estado de prototipo, pero ha dado pie a otros procesos que pueden ser prometedores.

La referencia más reciente que se tiene es la del jugo de Xoconostle electro-dializado con membranas bipolares. Este campo de investigación está de moda en estos días. Los grandes grupos industriales como Dupont, Mitsubishi y Solvay han creado y comercializan membranas sintéticas de intercambio iónico. La electro diálisis con membranas de este tipo se emplea en la fabricación de sal de mesa. También se ha usado desde hace ya mucho tiempo para producir agua (electro-pura o e-pura) y para producir ácidos orgánicos.

Es posible realizar reacciones de neutralización por medio de electro-diálisis. Así es muy fácil y cómodo ajustar el pH de los alimentos. La electro-diálisis se basa en la electro-migración selectiva de iones a través de membranas de intercambio de cationes y de aniones. Las membranas de intercambio catiónico están cargadas negativamente y permiten el paso de cationes cargados positivamente. Las membranas de intercambio aniónico están positivamente cargadas y dejan pasar iones cargados negativamente. En un sistema de electro-diálisis se instalan en paralelo más de 400 a 500 membranas de intercambio catiónico y aniónico para formar un arreglo de electro-diálisis. En la actualidad existen membranas de bipolares de intercambio iónico que son en realidad la unión de una membrana de intercambio catiónico con una membrana de intercambio aniónico en una sola. Estas membranas bipolares son muy útiles para llevar a cabo la disociación del agua y pueden servir para ajustar el pH de un jugo de frutas al nivel deseado.

La electro-diálisis es un proceso altamente eficiente desde el punto de vista de consumo de energía. Su desempeño depende de la energía disipada por el sistema. En comparación con los procesos térmicos tradicionales cuya eficiencia no va mucho más allá del 70 % estos sistemas pueden alcanzar una eficiencia energética del 98 %.

Las aplicaciones de la electro-diálisis a la industria de los alimentos va más allá de la purificación del agua. Cuando se trata de comercializar jugos no clarificados se presentan el problema del oscurecimiento y el problema de la caída de viscosidad. El jugo no clarificado que se ha seleccionado para llevar a cabo los primeros experimentos es el de manzana aunque también se han planteado protocolos para el jugo de pera. Este jugo fresco es sensorialmente inestable porque contiene cantidades sustanciales de enzimas y de sustratos (polifenoles y polifenoloxidasas, causantes de oscurecimiento enzimático; inulina y polifruktaninas causantes de la caída de viscosidad) pero en el laboratorio se ha demostrado que la actividad enzimática de la polifenoloxidasas y de la polifruktaninas puede inhibirse irreversiblemente con una disminución temporal del pH hasta 2. Después el pH es regresado a su valor inicial. Si esta operación sobre el jugo se realiza con ácidos y con bases químicas como el ácido clorhídrico o como el hidróxido de sodio el efecto de dilución por la adición del ácido y de la base afecta de manera importante el

sabor del jugo, haciéndolo inaceptable. En la práctica tradicional para preparar esos jugos de frutas turbios se empleaban grandes cantidades de antioxidantes como el ácido ascórbico o sus derivados.



Esto puede evitarse con electro-diálisis que disminuye el pH por disociación del agua en la membrana bipolar de intercambio iónico inactivando la polifenoloxidasas y la polifruktanasa. Los jugos turbios de manzana y muchas otras frutas reducen su oscurecimiento enzimático si se aplica una densidad de corriente de cuarenta miliamperios sobre centímetro cuadrado en una unidad de electro-diálisis que alterna membranas de intercambio catiónico y membranas de intercambio de iones bipolares.

Este dispositivo acidifica el medio por la disociación del agua lo que consigue disminuir la actividad de la polifenoloxidasas hasta en un ochenta por ciento. Del mismo modo es posible restaurar el pH inicial del jugo empleando electro-diálisis con membranas bipolares. Es suficiente sustituir los compartimentos para que la membrana bipolar neutralice el jugo ácido. Este procedimiento también puede utilizarse para evitar la caída de viscosidad y el oscurecimiento del jugo de xoconostle.

El método consistiría en lo siguiente: Los Xoconostles se lavan con agua fría y se seleccionan para rechazar los frutos de baja calidad. Luego se procede a fraccionar los frutos y a extraerles el jugo. Estos jugos se tamizan en un cedazo y se inician las operaciones de inhibición tan pronto como sea posible. Una vez realizada la acidificación en el electro-dializador el jugo se transfiere al tubo de sostenimiento (de modo idéntico a lo que se realizaría en un pasteurizador o en un esterilizador térmico) donde transcurre el tiempo necesario para realizar la reducción de la actividad enzimática.

La pila de electro-diálisis para acidificar el jugo consiste en dos tipos de celdas, un compartimento para jugo y una solución de medio conductor. Una membrana bipolar separa los compartimentos de la solución de medio conductor y del jugo. El jugo circula del lado catiónico de la membrana y recibe los protones, mientras que la solución conductora en el lado aniónico recibe los iones hidroxilo provenientes de la disociación de las moléculas de agua. El sistema está equipado con membranas convencionales de intercambio catiónico a cada lado de las membranas bipolares. El voltaje específico está alrededor de dos a cuatro voltios.

Después del tratamiento, los jugos de Xoconostle acidificados y sus controles se almacenan a la temperatura de sostenimiento durante el tiempo necesario para lograr la inhibición de la actividad enzimática que es testigo de la reducción de la vida microbiana y esporulada. Una vez que el pH del jugo de Xoconostle haya bajado más allá de 2 y se retiene el valor el tiempo suficiente para desactivar toda actividad enzimática y crecimiento microbiano se intenta remontar el pH hasta su valor inicial.

## **Conclusión:**

Además de los ahuates (espinas) los frutos del nopal tienen un inconveniente que los hace poco apreciables para los consumidores. Su carne está llena de semillas que se atorán en los dientes y que liberan gomas que entorpecen la digestión. Esto se ha evitado produciendo variedades mejoradas híbridas que están libres de semillas. La genómica puede darnos muchas sorpresas en los próximos años en este campo.

Otro método para hacer más digestibles a los frutos de nopal es cocinándolos. Esto es lo que se hace con el Xoconostle. Pero cocinar Xoconostle no quiere decir procesamiento contaminante como se hacía antes en las cocinas industriales a base de petróleo y de gas. La electo-diálisis puede ofrecer jugo de Xoconostle más natural y con mejores propiedades sensoriales. Esta técnica innovadora puede abrir nuevos arreglos para intentar otra manera de preparar el jugo de Xoconostle útil en las recetas de la cocina mexicana como el mole de olla, o en la nueva cocina de fusión que propone cosas tan deliciosas como un cabrito con xoconostle y cerveza belga o como un champurrado con Xoconostle, por solo iniciar la lista de sorpresas culinarias.

## **Nota sobre los autores:**

I. González-Ramos, J. M. Ortega-Figueroa, S. Mendoza-González, A. R. Martínez-Peniche, (Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato), R. García-Sámamo (París Tech. – Agro). Foto de [Víctor Hugo](#), vía Flickr.