

Evaluación de la aplicabilidad del mucílago de tuna para reducir la dureza del agua de grifo.

Samantha Paola Carreño Lara, sexto semestre de la licenciatura de Ingeniería Industrial¹; Iván Hernández González, sexto semestre de la licenciatura de Ingeniería Industrial²; Yahel Romero Silva, quinto semestre de la licenciatura de Ingeniería Industrial³
Universidad Iberoamericana Puebla, México, sam.c.9.sco@gmail.com;²Universidad Iberoamericana Puebla, México, ivan.hernandezgonz@gmail.com;³Universidad Iberoamericana Puebla, México, yahel.romero04@gmail.com

Abstract

En México, las piruletas de nopal se llegan a utilizar para: la pérdida de peso, tratar la obesidad y el sobrepeso, curar heridas de la piel, hinchazón de estómago, problemas digestivos e infecciones del tracto urinario. A partir de los desechos de la cáscara de tuna que se generan en México, el proyecto tiene como objetivo evaluar la aplicabilidad del mucílago de tuna para reducir la dureza del agua de grifo, considerando las normas oficiales, como una alternativa para aprovechar esta sustancia orgánica viscosa que posee una amplia gama de características y propiedades entre las que se encuentra la adsorción de sales. Por consiguiente, se utilizará el mucílago de tuna para reducir la presencia de sales en el agua de la llave, o dicho de otra forma, para reducir la dureza del agua. Para realizar los estudios se acataron los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana PROY NOM-250-SSA1-2014 en donde se determinan las especificaciones con las que debe de llevarse a cabo la metodología al igual que se establecen las formas de interpretación y presentación de los resultados obtenidos.

Palabras clave: nopal, mucílago, tuna, cáscara de tuna, dureza del agua.

Introducción

La tuna es un producto mexicano que se da con mucha facilidad en los campos, además que el proceso para su cultivo no requiere de muchos recursos.

Existe poco análisis dedicado específicamente a la caracterización de las propiedades de la cáscara de la tuna, sin embargo, se considera una fuente importante de fibras, nutrientes y otros productos que pueden servir a modo materias primas para la manufactura de otros productos con aplicaciones más benéficas. Actualmente sólo se utiliza a manera de alimento para animales o como abono para la tierra; no se descarta que se pueda seguir utilizando de esta manera, pero se busca la

posibilidad de potencializar y obtener una mayor utilización de la misma [1].

Por otro lado, haciendo una comparación entre el peso de la pulpa de la tuna y la cáscara, la última representa el 50% de la tuna completa, por lo tanto, las empresas que la utilizan están desaprovechando la cáscara porque se piensa que es un desecho, pero la realidad es que contiene distintas propiedades que pueden ser aprovechadas para distintos usos.

De la cáscara de tuna se obtiene mucílago, dicha sustancia tiene la propiedad de adsorber metales y sales del agua, no obstante, estudios realizados no especifican cuáles son los elementos o sustancias que éste puede adsorber o reducir cuando están presentes en el agua. Lo que se pretende es responder a la pregunta ¿qué sales logra adsorber el mucílago del agua de grifo? y proponer un método para la reducción de la dureza del agua que suministran los sistemas de abastecimientos de agua públicos y privados.

Objetivo general

Evaluar el comportamiento del mucílago de tuna en la reducción de la dureza del agua de grifo.

Objetivos específicos

Caracterizar las propiedades que ofrece el mucílago de tuna llevando a cabo los estudios de dureza en los laboratorios de Instituto de Diseño e Innovación Tecnológica IDIT.

Comprobar la reducción de la dureza en el agua a partir del mucílago de tuna.

Clasificar las alternativas de utilización del mucílago de tuna en base a su aprovechamiento para estudios futuros

Justificación

México es considerado uno de los países de mayor producción mundial de tuna y su consumo interno generalmente es en fresco, ocasionando grandes acumulaciones de cáscara como desperdicio. Por lo cual, se busca proponer una alternativa de uso para reducir la merma de la cáscara de tuna.

De acuerdo a la investigación realizada del mucílago, se sabe que éste posee una amplia gama de características y propiedades entre las que se encuentra la adsorción de sales. Debido a lo anterior, y al creciente escepticismo de muchos mexicanos que habitan en las grandes ciudades del país; sobre la calidad del agua que les es suministrada por las distintas organizaciones gubernamentales, por el olor o sabor particular que ésta posee [2]; se decidió utilizar las propiedades anteriormente mencionados del mucílago de tuna, para reducir la presencia de sales en el agua de la llave, o dicho de otra forma, para reducir la dureza del agua.

Alcances

El alcance del proyecto será un análisis basado en un diseño de experimentos tomando en cuenta variables como: el agua de la llave tomada de la universidad, la cantidad de mucílago agregada al agua de la llave y el tiempo.

Limitaciones

Las limitaciones presentadas fueron: la disponibilidad del equipo de los laboratorios del IDIT, tiempo reducido para el dominio del manejo del equipo y el agua del grifo ya tratada.

Marco teórico

En base al proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY NOM-250-SSA1-2014, agua para uso y consumo humano, que tiene como objeto establecer los límites máximos permisibles de la calidad del agua y requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados, su control y vigilancia; junto con el procedimiento sanitario de muestreo, se decidió elegir entre los parámetros aquel que tuviera un límite máximo permisible muy pequeño con el objetivo de realizar una serie de experimentos enfocados en la medición de dureza del agua; la dureza del agua se refiere a la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio [3]. Esto, para analizar la propiedad que posee el mucílago de inflarse con el agua y formar disoluciones coloidales o geles [4], reduciendo así la presencia del parámetro elegido y evaluar sus efectos en el agua de la llave. Primeramente, se realizará la medición de la dureza del agua de grifo usando las tiras de dureza para la medición de la calidad del agua (HACH), una vez obtenidos los resultados, se agregó mucílago en relación a la cantidad de agua de la llave en la cual se analizará nuevamente la dureza, siguiendo la relación que encontraron investigadores del Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos de Hidalgo (CECyTE) al desarrollar un método para purificar agua residual a partir de la baba del nopal

utilizando 0.4 gramos de mucílago por cada litro de agua [5]. Una vez agregada la cantidad de mucílago apropiada, se mide la dureza del agua de grifo con las tiras de dureza; para así evaluar la capacidad del mucílago de actuar como gel al estar en el agua para reducir la cantidad de sales (dureza) que se encuentran en el agua de grifo.

Metodología

Para llevar a cabo la evaluación de la aplicabilidad del mucílago de tuna para reducir la dureza del agua de grifo; se adquirió 1 kilo de tuna en el mercado y se lavó con una solución concentrada de hipoclorito de sodio; marca comercial, posteriormente se obtuvieron las cáscaras de tuna. Las cáscaras se pesaron en una balanza analítica marca Ohaus, posteriormente se molió en la licuadora. La mezcla obtenida se calentó a 80°C durante 2 minutos con agitación constante en una parrilla eléctrica con un agitador magnético. Se le agregó agua de grifo en relación 1:3 con respecto al peso de la tuna hasta alcanzar los 80°C se mantuvo durante 30 minutos. Posteriormente, se colocó la mezcla en un matraz de 2000 ml y se dejó reposar durante 24 horas a temperatura ambiente. Pasadas las 24 horas, se coló la mezcla y se realizó la relación 1:3 con la mezcla de tuna y acetona, 5 ml de agua de tuna con 15 ml de acetona, la cual se colocó en tubos de ensayo. Se vertieron 10 ml de la muestra en tubos Falcon de 12 ml y se centrifugó en la centrifugadora universal de laboratorio C-40 a 3000 rpm durante 3 minutos posteriormente se decantó la acetona y se extrajo la muestra colocándola en una placa de Petri. Se congeló la muestra obtenida durante 3 días a -2°C en un refrigerador convencional y después se colocó en la liofilizadora marca LABCONCO; la cual, fue programada a .135 mili Pascales; 3 días después se retiró la placa de Petri y se obtuvo el mucílago en su forma más pura. Con el mucílago liofilizado; se realizó una prueba que consistió en la medición de dureza en CaCO₃ (bicarbonato de calcio) en el agua de grifo con las tiras HACH para analizarla antes de agregarle mucílago de tuna después se calibró el potenciómetro utilizando los buffers con pH 7 y pH 4 y se midió el pH del agua de grifo sin mucílago. En un vidrio de reloj se pesó 0.04 gr de mucílago en una balanza analítica, el cual se colocó en un vaso de precipitado con 100 ml de agua de grifo y posteriormente, se realizaron la prueba de pH y de dureza antes mencionada; en las que se analizó la capacidad del mucílago de tuna para reducir la presencia del compuesto antes mencionado.

Resultados y discusión

El resultado de las pruebas refutó la hipótesis evaluada: el mucílago de tuna no parece tener el efecto esperado, ya que los niveles de dureza del agua de grifo se mantuvieron en 425 ppm; que en base a la escala establecida de las tiras HACH en la prueba de dureza total para CaCO₃, es considerada agua muy dura. Sin embargo, existe una modificación en el pH del agua de grifo, debido a que éste aumenta en relación al tiempo en que el mucílago se encuentra en contacto con el agua; logrando la alcalinización de la misma.

Considerando la modificación del pH del agua de grifo mencionada anteriormente; se realizó una primera prueba en la que se midió el pH en 100 ml de agua de grifo sin mucílago haciendo uso del medidor de pH 120; arrojando un resultado de 7.10. Después, se repitió el paso anterior pero ahora añadiendo al agua de grifo 0.04 gr de mucílago; y al cabo de 30 minutos, la medición del pH del agua de grifo había aumentado hasta 8.15. Teniendo en cuenta el desempeño del mucílago; se decidió hacer una segunda prueba en la que se involucraron diferentes cantidades de agua y mucílago para analizar su comportamiento con respecto al tiempo; además de identificar la relación entre dichas variables.

En la recolección de datos se tomaron en cuenta las siguientes variables, tiempo (min), mucílago(gr), agua (ml) y pH.

Mucílago (gr)	Agua (ml)	Tiempo (min)	pH
0	0.05	0	7.06
0.01	0.05	5	7.3
0.01	0.05	10	7.4
0.01	0.05	15	7.56
0.01	0.05	20	7.83
0.01	0.05	25	7.91
0	0.05	0	7
0.02	0.05	5	7.38
0.02	0.05	10	7.46
0.02	0.05	15	7.6

0.02	0.05	20	7.77
0.02	0.05	25	7.9
0	0.1	0	6.86
0.03	0.1	5	7.41
0.03	0.1	10	7.52
0.03	0.1	15	7.59
0.03	0.1	20	7.66
0.03	0.1	25	7.82
0	0.1	0	7.05
0.04	0.1	5	7.4
0.04	0.1	10	7.57
0.04	0.1	15	7.68
0.04	0.1	20	7.82
0.04	0.1	25	8.1
0	0.125	0	7.08
0.05	0.125	5	7.48
0.05	0.125	10	7.6
0.05	0.125	15	7.88

0.05	0.125	20	8.01
0.05	0.125	25	8.2
0.06	0.125	0	7.1
0.06	0.125	5	7.38
0.06	0.125	10	7.52
0.06	0.125	15	7.73
0.06	0.125	20	7.89
0.06	0.125	25	8

Tabla 1. Datos para la experimentación.

Muestras	Mucílago (gr)	pH
1	0	7.06
2	0	7
3	0	6.86
4	0	7.05
5	0	7.08
6	0	7.1
7	0.01	7.3
8	0.01	7.4
9	0.01	7.56
10	0.01	7.83
11	0.01	7.91
12	0.02	7.38
13	0.02	7.46
14	0.02	7.6
15	0.02	7.77
16	0.02	7.9
17	0.03	7.41
18	0.03	7.52
19	0.03	7.59
20	0.03	7.66

21	0.03	7.82
22	0.04	7.4
23	0.04	7.57
24	0.04	7.68
25	0.04	7.82
26	0.04	8.1
27	0.05	7.48
28	0.05	7.6
29	0.05	7.88
30	0.05	8.01
31	0.05	8.2
32	0.06	7.38
33	0.06	7.52
34	0.06	7.73
35	0.06	7.89
36	0.06	8

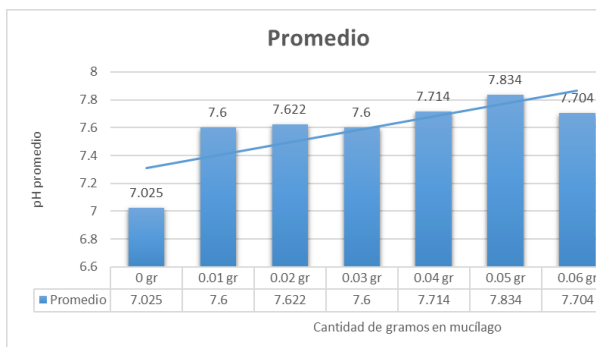
Tabla 2. Promedio pH para la experimentación.

	Promedio
0 gr	7.025
0.01 gr	7.6
0.02 gr	7.622
0.03 gr	7.6
0.04 gr	7.714
0.05 gr	7.834
0.06 gr	7.704

Tabla 3. Promedio pH de la experimentación.

Varianza	Desv std
0.00767	0.087578536
0.07015	0.264858453
0.04612	0.214755675
0.02365	0.153785565
0.07018	0.264915081
0.08678	0.294584453
0.06543	0.255792885

Tabla 4. Varianza y Desviación estándar de la experimentación.



Histograma de promedios mucilago vs pH

Por lo cual, se realizó un diseño de experimentos para conocer cómo interactúa el mucilago de tuna con el agua del grifo; al hacer el análisis de los resultados que se obtuvieron haciendo uso de *Minitab*; se encontró que la mejor relación entre mucilago y agua de grifo fue de 0.04 gr con 100 ml. Cabe recalcar que de esta manera se obtuvo el mejor rendimiento del producto como se muestra en la Figura 1.

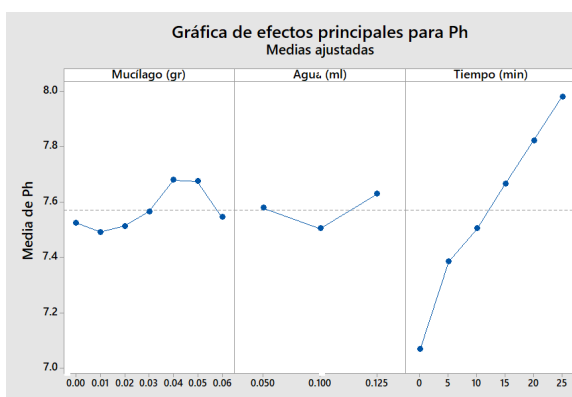


Figura 1. Gráfica de efectos principales.

En base al proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY NOM-250-SSA1-2014 el agua del grifo debe contar con un pH entre 6.5 a 8.5. El agua de grifo tomada de distintas zonas de la ciudad de Puebla; San Manuel, Cuautlancingo, San Antonio Abad y San Andrés Cholula, mostró que todas contaban con un pH entre 7 y 7.5. Por lo tanto, cumple con la norma, pero para efectos demostrativos de las propiedades del mucilago, se realizó un experimento en donde se agregó ácido nítrico al agua del grifo de la Universidad Iberoamericana Puebla, IDIT, para volverla más ácida (pH = 5.90). Al agregar mucilago, el pH del agua empezó a aumentar; y después de 30 minutos, el pH ya se encontraba en 7.01, lo que indicó que el agua se volvió neutra eliminando el componente ácido.

Conclusiones

A pesar de que el mucilago de tuna no se comportó de la manera esperada en relación a la reducción de la dureza del agua de grifo planteada en los objetivos, fue

posible caracterizar una propiedad desconocida de dicha sustancia orgánica.

El conocimiento adquirido amplía las áreas de oportunidad para el desarrollo de técnicas para la estandarización del pH en el agua para uso y consumo humano, mejorando la calidad del agua que es suministrada por los sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados.

Se concluye que el mucilago es capaz de actuar como un agente reductor de la acidez del agua de grifo en presencia de reactivos como el ácido nítrico mientras que su presencia en el agua de grifo, hace que aumente su pH volviéndola neutra o incluso alcalina.

Recomendaciones

Para una mayor profundidad en el tema se necesita una mejor preparación en el ámbito químico para un mayor aprovechamiento de los recursos con los que cuenta la universidad.

Se recomienda probar con una acidificación de agua de grifo con otros reactivos presentes en las tuberías de los sistemas de abastecimiento de agua y evaluar el comportamiento del mucilago con los rendimientos hallados en este proyecto.

Referencias

- [1]Ocampo. R. Delgado. E, Gutiérrez. J.A (2015), Harina de cáscara de tuna como fuente de fibra y su efecto sobre las características físico-químicas y sensoriales de salchichas bajas en sodio y grasa, NACAMEH. [En línea]. [citado el 21 de abril de 2018.] http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/v9n2/Nacameh_v9n2_054_Ocampo_et al.pdf
- [2]Nauí, C., (2015). ¿POR QUÉ EN MÉXICO NO SE BEBE AGUA DE LA LLAVE? [En línea] 28 de agosto de 2015. [citado el 21 de abril de 2018.]<https://twenergy.com/mx/a/por-que-en-mexico-no-se-bebe-agua-de-la-llave-1842>
- [3]FACSA. (2017). La dureza del agua. [En línea]. [citado el 7 de mayo de 2018], de FACSA ciclo integral del agua Sitio web: <https://www.facsa.com/la-dureza-del-agua/>
- [4]Eko. (2010), MUCILAGOS. [En línea]. [citado el 04 de octubre de 2016.] <http://saludablenaturaleza.blogspot.mx/2010/02/mucilagos.html>
- [5] otech. (2016). Con 0.4 gr de mucilago de nopal, investigadores logran purificar agua residual. [En línea]. [citado el 24 de abril de 2018.] <http://otech.uaeh.edu.mx/noti/index.php/biotecnologia/mucilago-de-nopal/>