

Elaboración de bebida carbonatada de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) aplicando ozono y sonicación como métodos alternativos a la pasteurización

Capetillo Rubio; A. A. Lira Vargas; S. Pascual Bustamante; M.A. Trejo Márquez*
Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales, Centro de Asimilación y Tecnología. Jiménez Cantú, San Juan Atlámica C.P. 54729, Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, México. *email: andreatrejo@unam.mx

RESUMEN: El garambullo es un fruto que cuenta con una alta calidad nutricional; es poco conocido y aprovechado en México ya que no se cuenta con muchos productos de él. Por lo que, el objetivo del proyecto fue elaborar una bebida carbonatada endulzada con dos edulcorantes (azúcar y miel) y sometida a ozono y sonicación como una alternativa a la pasteurización para ofrecer una alternativa de consumo de este fruto. El garambullo se caracterizó mediante parámetros químicos. La bebida se elaboró con un concentrado de garambullo [20% pulpa, dos edulcorante y estabilizante (goma xantana 0.5%)] y se sometió a pasteurización (85°C por 5min) y se comparó con ozono (3,6 y 9 min) y sonicación (15, 25 y 35 min); y se le evaluó una prueba sensorial de aceptación y pruebas microbiológicas. El garambullo presentó un alto contenido de nutrientes; 42.43% capacidad antioxidante y 35.65% vitamina C. La bebida de garambullo sometida a 25 min de sonicación, gasificada y endulzada con 40% azúcar fue la que presentó menor carga microbiológica, un porcentaje de 25.55% de capacidad antioxidante y mayor aceptación sensorial. Por lo que se concluye que el fruto de garambullo presenta un potencial tecnológico importante para su aprovechamiento.

Palabras clave: Capacidad antioxidante, microbiología, tecnologías emergentes.

ABSTRACT: The garambullo is a fruit that has a high nutritional quality; It is little known and used in Mexico since there are not many products of it. Therefore, the objective of the project was to elaborate a carbonated beverage sweetened with two sweeteners (sugar and honey) and subjected to ozone and sonication as an alternative to pasteurization to offer an alternative consumption of this fruit. The garambullo was characterized by chemical parameters. The drink was elaborated with a garambullo concentrate [20% pulp, two sweeteners and stabilizer (xanthan gum 0.5%)] and subjected to pasteurization (85°C for 5min) and compared with ozone (3.6 and 9 min) and sonication (15, 25 and 35 min); and a sensory test of acceptance and microbiological tests was evaluated. The garambullo presented a high content of nutrients; 42.43% antioxidant capacity and 35.65% vitamin C. The garambullo drink, subjected to 25 min of sonication, gasified and sweetened with 40% sugar, presented the lowest microbiological load, a percentage of 25.55% of antioxidant capacity and greater sensory acceptance. So, it is concluded that the fruit of garambullo presents an important technological potential for its use.

Keywords: Antioxidant capacity, emerging technologies, microbiology

Área: Desarrollo de nuevos productos

INTRODUCCIÓN

El garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) es un cactus que crece en zonas áridas y semiáridas de México (García y Reynoso, 1998). La planta posee un fruto de baya redonda de color púrpura con un sabor dulce y agradable. Cabe mencionar que se localiza principalmente en los estados de Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y San Luis Potosí (Monter, 2002).

Es un fruto con alto contenido en proteínas, betalainas, vitamina C y con una alta capacidad antioxidante, pero lamentablemente poco conocido e industrializado, con un consumo ya procesado de forma artesanal del 30% y con un consumo directo del 70%, dando como resultado pérdidas considerables debido a la falta de condiciones de almacenamiento postcosecha, ya que este fruto sufre una fermentación relativamente rápida (2 días en condiciones normales). Este fruto además de consumirse de forma directa también es procesado de manera artesanal en mermeladas, refrescos y pasas (Topete, 2006).

Se sabe que México es líder latinoamericano en consumo de refrescos. A pesar que dichas bebidas incrementan el riesgo de padecer obesidad, diabetes mellitus, síndrome metabólico, algunos tipos de cáncer y osteoporosis (Silva y Duran, 2014). La industria refresquera aporta a la economía el 0.5% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional y representa el 2.8% del PIB manufacturero (Secretaría de Economía, 2014).

El promedio de consumo de bebidas carbonatadas alcanza los 163 litros por persona al año (Fundación UNAM, 2017). En todo proceso de elaboración de bebidas se debe tener un especial cuidado al momento de la desinfección de manera que se garantice la inocuidad de los productos, los tratamientos térmicos son los métodos más utilizados, la pasteurización es uno de los principales por la capacidad que tiene de destruir microorganismos e inactivar enzimas, sin embargo, este método disminuye o elimina algunos de los nutrientes que el producto contiene al igual que interviene en las propiedades sensoriales del producto.

Para evitar el tipo de daños que ocasiona la pasteurización se desarrollaron las tecnologías emergentes, que son métodos no térmicos de conservación de alimentos, dos de estos métodos empleados son el ozono (O₃) y la sonicación (Villareal *et al.*, 2013).

Debido a la problemática de consumo de gaseosas y a la poca industrialización del garambullo se decidió elaborar una bebida carbonatada a base de garambullo como alternativa de consumo a las bebidas gaseosas tradicionales para darle un uso tecnológico potencial a dicho fruto y para garantizar la inocuidad y la calidad organoléptica del producto se evaluarán dos métodos alternativos a la pasteurización como lo es el ozono y el ultrasonido.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Frutos de garambullo, de la región de Toluca, Querétaro, se lavaron y colocaron en bolsas de polietileno y se almacenaron en congelación a -25° C hasta el día que se utilizaron.

Caracterización del fruto

La cuantificación de las betalaínas se realizó siguiendo el método descrito por Castellanos y Yahia (2008); la acidez titulable, pH y sólidos solubles de acuerdo a la NMX-FF-011-1982, la capacidad antioxidante se realizó por el método de ABTS (RE *et al.*, 1999); fenoles totales por el método espectrofotométrico por Folin Ciocalteu; carbohidratos por el método de Lane & Eynon (NMX-F-312-1978), cenizas por incineración directa (NMX-F-066-1978); fibra cruda por el método de Kennedy-Wendy (NMX-F-090-S-1978); humedad por estufa (NMX-F-083-1986); extracto etéreo por el método de Soxhlet (NMX-F-089-S-1978); proteínas por Lowry; vitamina C por titulación (AOAC, 1999) y el color fue medido con un colorímetro (Konica Minolta CR-410C) con el sistema Hunter Lab (*L, *a y *b).

Selección de formulación

Primeramente, se elaboró un concentrado que contenía ácido cítrico (0.35%), agua (39.11%), garambullo (20%), citrato de sodio (0.02%), sorbato de potasio (0.02%), xantana (0.5%) como estabilizante. En este punto se establecieron dos edulcorantes a diferentes concentraciones; miel de agave (10, 20 y 30%) y azúcar de caña (30, 40 y 50%). Para gasificar el agua se utilizó un gasificador (SodaStream) y la relación que se estableció concentrado-agua gasificada fue de 1:4 (25% concentrado, 100% agua gasificada). En este punto se aplicaron pruebas sensoriales a 70 panelistas de la comunidad universitaria utilizando una escala hedónica de 7 puntos (1 me disgusta muchísimo, 2, me disgusta mucho, 3 me disgusta, 4 me es indiferente, 5 me gusta, 6 me gusta mucho y 7 me gusta muchísimo) dentro de la escala se evaluó el color, olor, sabor y textura de la bebida con los diferentes porcentajes de edulcorante para determinar la mejor formulación en cuanto a aceptación de los panelistas.

Métodos alternativos a la pasteurización

La pasteurización se realizó al concentrado y al agua en donde se disolvió el concentrado a 85° C durante 5 minutos. Para aplicar los métodos alternativos se utilizó un baño sónico (Cole-Parmer, 8891) con una potencia de 42 kHz y una temperatura fija de 30° C, en donde se colocó el concentrado a diferentes tiempos: 15, 25 y 35 minutos (lo mismo se hizo para el agua) mientras que el ozono se aplicó empleando un potabilizador de agua (Biozo³n, 2000) a 3, 6 y 9 minutos de exposición. Para llevar a cabo el monitoreo microbiológico de la bebida se realizaron pruebas de coliformes totales, mesófilos aerobios, mohos y levaduras (NOM-113-SSA1-1994, NOM-092-SSA1-1994, NOM-111-SSA1-1994) de cada uno de los métodos alternativos a la pasteurización y los tiempos mencionados anteriormente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del fruto

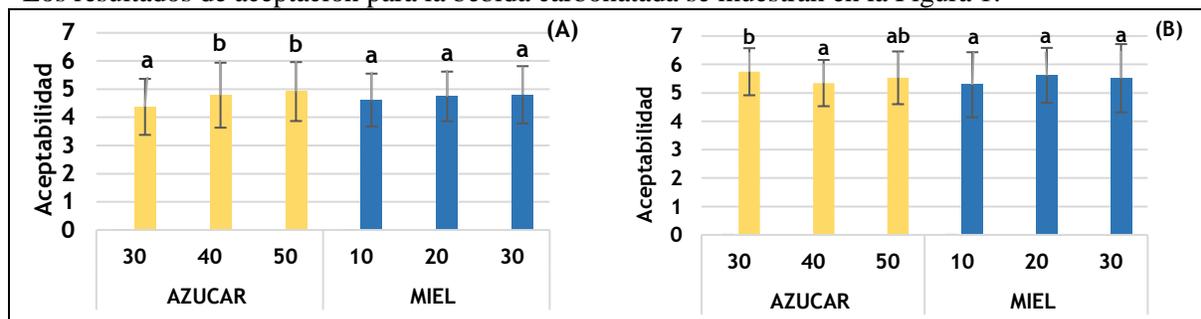
En la tabla I y II se muestran los resultados de los parámetros de calidad y químicos del garambullo, los que indican que su mayor contenido es agua seguido de carbohidratos y que comparando con el trabajo de González (2010), que en su estudio con este fruto muestra resultados similares en pH, betalaínas, cenizas, humedad, lípidos y proteínas. Así mismo los demás parámetros evaluados se asemejan a los valores de tuna roja, que a pesar de no ser el mismo fruto pertenece también a un cactus (Kuskoski *et al.*, 2005).

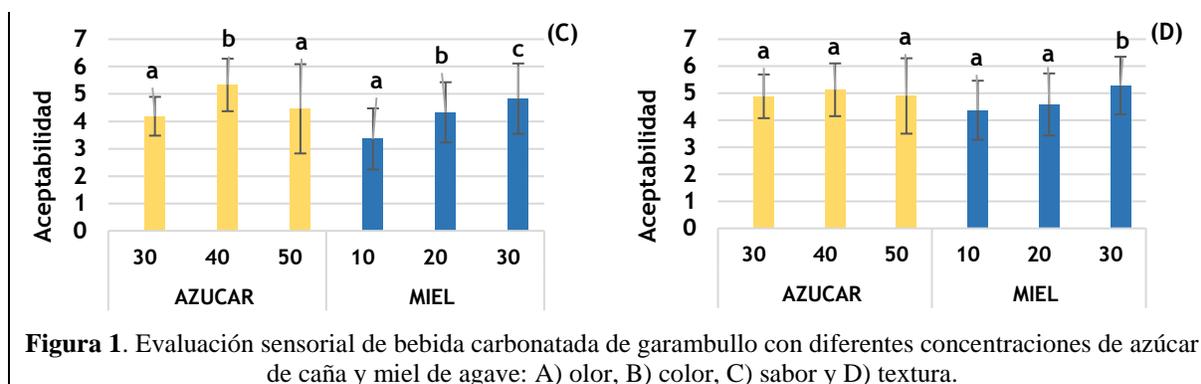
Parámetro	Valor
Acidez (%)	0.024 ± 0.003
pH	5.63
Sólidos solubles (°Brix)	3.32±0.14

Componente	Valor
Carbohidratos (%)	18.66 ± 0.64
Cenizas (%)	2.02 ±0.22
Fibra cruda (%)	2.67
Humedad (%)	72.39 ± 0.76
Lípidos (%)	0.37 ± 0.016
Proteínas (%)	3.49
Betalaínas (mg/100g de muestra)	25.12 ± 1.8
Fenoles totales (mg equivalentes Acido Gálico/100 g muestra)	45.8

Selección de la formulación

Los resultados de aceptación para la bebida carbonatada se muestran en la Figura 1.





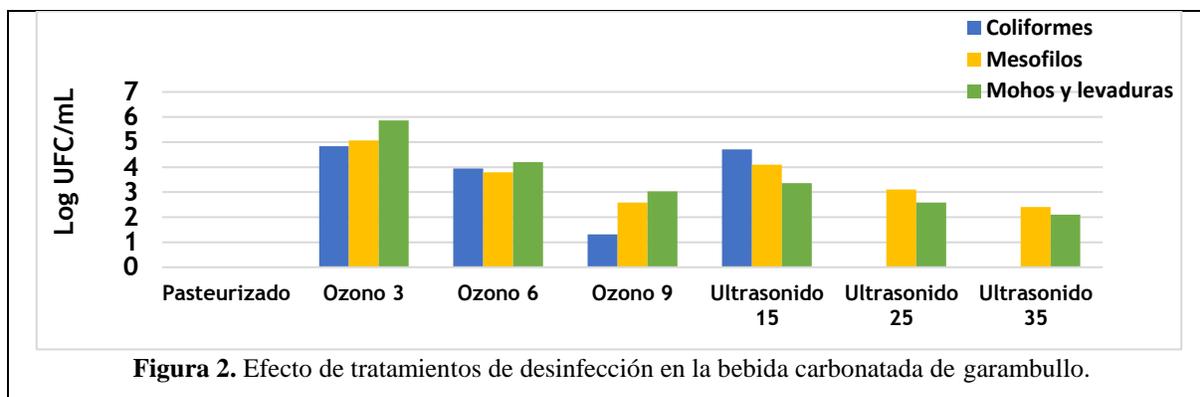
La respuesta de los panelistas favoreció a la bebida endulzada con azúcar de caña en un porcentaje de 40% en todos los atributos evaluados debido a que los panelistas argumentaron que gustan más de alimentos con un alto dulzor, a pesar de que el edulcorante miel de agave tiene indicado en la etiqueta que endulza un 25% más que el azúcar de caña (motivo por el cual se establecieron las formulaciones) esta bebida era más ligera en cuanto a su dulzor y textura, en cuanto a color los panelistas no percibieron cambios. Por lo mencionado anteriormente dicha formulación (40% azúcar de caña) fue la que se elaboró para ser sometida a los diferentes tratamientos de desinfección.

Métodos alternativos a la pasteurización

Como se puede en la Figura 2 observar el mejor tratamiento para la eliminación de microorganismos fue la pasteurización, sin embargo, este método elimina una parte de los nutrientes y altera las propiedades sensoriales del producto (Tabla III). Por lo que, los métodos consiguientes efectivos para la eliminación de microorganismos fueron la sonicación durante 25 y 35 minutos ya que en ambos hubo una inhibición de crecimiento de coliformes totales y los mesófilos, mohos y levaduras se vieron disminuidos, debido a la cavitación que genera este método causando rompimiento inducido de las paredes celulares y daña el ADN de los microorganismos (Franco-Vega *et al.*, 2012).

Tabla III. Capacidad antioxidante y fenoles totales en la bebida carbonatada de garambullo sometida a diferentes métodos de desinfección.

Tratamiento	Capacidad antioxidante (μ moles equivalentes a Trolox/g fruto fresco)	Fenoles totales ác. gálico (mg/g)
Pasteurización	6.59	18.56
Ozono 3	5.94	23.62
Ozono 6	4.86	22.68
Ozono 9	9.48	20.42
Sonicación 15	9.16	17.15
Sonicación 25	11.92	25.55
Sonicación 35	10.53	17.05



Se concluye que el fruto de garambullo puede ser utilizado para la elaboración de diversos productos alimenticios y favorecer a la salud del consumidor debido al aporte nutrimental con el que cuenta. Asimismo, las tecnologías emergentes de ozono y sonicación se preservan en mayor cantidad la calidad sensorial y nutrimental del producto y de esta manera se ofrecer un alimento más nutritivo y que sea de fácil consumo y que a su vez se propague el consumo de este tipo de frutos endémicos de México.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue financiado por el proyecto IT202419 Aplicación de tratamientos de ultrasonido, campos eléctricos y cocción solar en el procesamiento de productos hortofrutícolas típicos de México.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 1990. Association Of Official Analytical Chemists. 15ta ed.
- Castellanos, S.E. & Yahia, E. 2008. Identification and quantification of betalains from the fruits of 10 Mexican prickly pear cultivars by high-performance liquid chromatography and electrospray ionization mass spectrometry. *J. Agric. Food Chem*, 56(1), 5758-5764.
- Folin, C., & Ciocalteu, V. 1927. Tyrosine and tryptophan determination in proteins. (1927). *J. Biol. Chem.* 73, 627-650.
- Franco-Vega, A. & López-Malo, P. 2012. Combinación de ultrasonido de baja frecuencia con factores convencionales y/o emergentes como métodos de inactivación de microorganismos en alimentos. *Temas selectos de ingeniería en Alimento*, 6(1), 73-83.
- Fundación UNAM. 2017. Bebidas carbonatadas. Recuperado de <http://www.fundacionunam.org.mx/unam-al-dia/en-mexico-se-consume-163-litros-de-bebidas-carbonatadas-por-persona-al-ano/> Fecha de consulta: 12/02/2019
- García, B.F.A & Reynoso, C.R. 1998. Estabilidad de las betalaínas extraídas del garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*). Stability of betalains extracted from garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*). *SAGE journals*, 4(2), 115-120.
- García-Cruz, L., Salinas-Moreno, Y. & Valle-Guadarrama, S. 2012. Betalaínas, compuestos fenólicos y actividad antioxidante en Pitaya de mayo (*Stenocereus griseus* h.). *Nota científica*, 35(5), 1-5
- Gonzales, C. 2010. Caracterización fisicoquímica del fruto de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*). Maestro en ciencias-recursos bióticos. Universidad Autónoma de Querétaro. Santiago.
- Kuskoski, M., Asuero, A., Troncoso, M., Mancini-Filho, J. & Fett, R. 2005. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciencia y tecnología de alimentos*, 25(4).
- Lowry, O., Rosebrough, N., Farr, A. & Randall. J. 1951. *Biol. Chem.* 193, 265-275
- Monter, C. A. 2002. http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/publicaciones/publi_reinos/flora/garambullo/garam.htm. Consultado octubre de 2018
- NOM-092-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.
- NOM-111-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.
- NOM-113-SSA1-1995. Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.

- NMX-F-066-1978. Determinación de cenizas en alimentos.
- NMX-F-083-1986. Determinación de humedad en productos alimenticios.
- NMX-F-089-S-1978. Determinación de extracto etéreo (método Soxhlet) en alimentos.
- NMX-F-090-S-1978. Determinación de fibra cruda en alimentos.
- NMX-FF-011-1982. Productos alimenticios no industrializados, para uso humano. Fruta fresca. Método de titulación.
- NMX-F-312-1978. Determinación de reductores directos y totales en alimentos.
- Re, R., Pellegrini, N., Proggente, A., Pan-Nala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.* 26(9), 1231-1237.
- Secretaría de Economía. 2014. *Industria refresquera en México*. Recuperado de <https://www.gob.mx/se/articulos/industria-refresquera-en-mexico>
- Silva P., & Duran S. 2014. Bebidas azucaradas, más que un simple refresco. *Revista chilena de nutrición*, 41(1).
- Topete, R. 2006. Caracterización química y evaluación del efecto hipoglucemiante y antioxidante del fruto de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*). Maestro en ciencia y tecnología de los alimentos. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro.
- Villareal, Y., Mejia, D., Osorio, O., & Ceron, A. 2013. Efecto de pasteurización sobre características sensoriales y contenido de vitamina C en jugos de frutas. *Ciencia y tecnología de alimentos*. 11(2), 66-75.