

Uso de agentes espesantes en el desarrollo de nieve funcional baja en calorías adicionada con inulina y antioxidantes obtenidos de maíz azul (*Zea mays l.*)

B. A. Treviño-Sixtos*¹, M. M. Gallegos-Garza¹, J. G. Báez-Gonzalez¹, K. G. Garcia-Alanis¹, G. Alanís-Guzmán¹

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Alimentos, Av. Universidad s/n, Col. Cd. Universitaria, C.P. 66451, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.

[*brenda.aidee1@hotmail.com](mailto:brenda.aidee1@hotmail.com)

RESUMEN:

El exceso de tejido adiposo en el organismo de niños representa un problema grave en México, por lo que se busca formular alimentos funcionales altos en fibra, y antioxidantes, es por esto que para el presente proyecto se incorpora el prebiótico inulina a un producto congelado, la cual es una fibra vegetal soluble contenida principalmente en la raíz de la achicoria (*Cichorium intybus*), así mismo, es adicionado extracto acuoso de maíz azul, lo que le da capacidad antioxidante al mismo, debido al compuesto cianidina 3-glucosido, el ensayo llevado a cabo fue ABTS obteniendo un resultado de 40948 ± 0.003 $\mu\text{mol eq. Trolox/g}$ de muestra y 286 ± 0.002 mg eq. Ácido Gálico/100g de muestra para el análisis de fenoles totales.

La formulación de la nieve fue elaborada usando diferentes concentraciones de goma guar, xanthana, harina de algarrobo y glicerina como espesante, incorporándose por un tiempo total de 40 minutos en una propela IKA ® Eurostar 60 digital modelo S001 a 900 rpm. para generar una micro cristalización lo que dará una textura suave, más agradable al consumidor.

Palabras clave: antioxidante, maíz azul, inulina, nieve, espesante.

Área: Alimentos funcionales

ABSTRACT:

The excess of adipose tissue in the body of children represents a serious problem in Mexico, so it is sought to formulate functional foods high in fiber, and antioxidants, for the present project prebiotic inulin is incorporated into a frozen product, inulin is a soluble vegetable fiber mainly contained in the root of the chicory (*Cichorium intybus*), in the formula is also added aqueous extract of blue corn, which gives it antioxidant capacity due to the compound cyanidin 3-glucoside, ABTS test was carried out obtaining a result of 40948 ± 0.003 $\mu\text{mol eq. Trolox /g sample}$ and 286 ± 0.002 mg eq. Gallic acid / 100 g of sample of total phenols analysis

The sorbet formulation was made using different concentrations of guar gum, xanthan, locust bean and glycerin as thickener, mixing it together for a total time of 40 minutes on an IKA ® Eurostar 60 digital model S001 propeller at 900 rpm. It will generate a micro crystallization which will give a soft texture, more pleasing to the consumer.

Keywords: antioxidant, blue corn, inulin, sorbet, Thickener.

INTRODUCCIÓN

El exceso de tejido adiposo en el organismo de niños representa un problema grave en México (National research council, 1989) de acuerdo a la OMS, el número de lactantes y niños pequeños aumento de 32 millones en 1990 a 42 millones en 2013. La preocupación por una mejor alimentación, impulsa a formular nuevos alimentos y en especial golosinas o snacks para la población infantil, puesto que estas contienen una alta concentración de azúcares, sin proporcionar nutrientes que pudieran ser fundamentales para su correcto desarrollo, se abarcara este mercado desarrollando un producto que contiene fibra, antioxidante y stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*), el cual es un sustituto del azúcar que es 300 veces más dulce y además, no contiene calorías, la Stevia reduce los niveles de glucosa en la sangre hasta en un 35% y posee alta demanda internacional por parte de Japón, China, Corea, Taiwán, Israel, Paraguay, Uruguay y Brasil (Álvarez, 2004).

El consumo de fibra en la dieta diaria ha sido asociado con propiedades de alimentos funcionales, que además de nutrir, mejoraran la salud intestinal, previniendo enfermedades tales como obesidad, cáncer colon rectal, y enfermedades cardiovasculares. (Roman *et.al.*, 2006) En el presente trabajo se incorpora el prebiótico inulina a un producto congelado, la cual es una fibra vegetal soluble contenida principalmente en la raíz de la achicoria (*Cichorium intybus*).

El Maíz (*Zea mays L.*) es un cereal consumido en México y Centro América, pero el maíz azul se consume más comúnmente en la región central de México en forma de tortillas, tamales y totopos. (Abdel, 1999). Los maíces pigmentados (rojo, morado, azul) presentan gran actividad antioxidante, bioactiva y anti carcinogénica de compuestos fenólicos como ácido ferúlico, cumárico y sus derivados (Brand-Willians,1995), Las antocianinas simples reportadas para maíz son: cianidina 3- glucósido, pelargonidina 3-glucósido y peonidina 3-glucósido (Styles y Ceska, 1972), la cianidina 3-glucosido es común encontrarla en el maíz azul y morado (Nakatani *et al.*, 1979; Bustillos, 1997) por lo que será utilizado para dar capacidad antioxidante a la nieve elaborada.

Siccha (1992), menciona que los hidrocoloides o gomas han tenido un campo de gran aplicación en la industria alimentaria, ya que son usados como estabilizante, emulsionante o espesante. Aunque no contribuyen al aroma, sabor o poder nutritivo de los alimentos, pueden incidir en su aceptabilidad mejorando su textura o consistencia. Las gomas son agregadas para evitar el paso en que la nieve es madurada, la maduración evita la formación de cristales de agua durante la fase de congelación, produciendo una microcristalización (Goff, 1997), cabe mencionar que la glicerina utilizada como espesante en la nieve tiene una toxicidad oral DL₅₀ en ratas de 12.600mg/kg, sin embargo, no se ha realizado una evaluación de la seguridad química para esta sustancia, de igual manera gracias a las gomas y espesantes se tendrá una textura más agradable al consumidor, sin necesidad de llevarse a cabo el paso de elaboración de la nieve mencionado anteriormente, otra propiedad apreciada en los hidrocoloides además de su acción coagulante, lubricante y formadora de películas, es que con bajas concentraciones se obtienen buenos resultados.

La glicerina utilizada como espesante en la nieve tiene una toxicidad oral DL₅₀ en ratas de 12.600mg/kg, sin embargo, no se ha realizado una evaluación de la seguridad química para esta sustancia.

La textura es una propiedad reológica y brinda una sensación subjetiva provocada por el comportamiento mecánico, durante la masticación y la deglución, es de gran importancia, puesto que al ser un producto congelado es común que en caso de tener cristales de agua muy grandes presente una dureza que incluso no permita la mordida del mismo (De hombre, 1996).

El objetivo de este trabajo es la elaboración de una nieve con alta capacidad antioxidante, lo cual la hará destacar de entre los demás productos respecto a productos similares del mercado, además de la adición de fibra soluble, aunado a esto, el producto tendrá una buena textura, lo cual brindará una masticabilidad más agradable al consumidor.

MATERIALES Y MÉTODOS

Extracto de maíz azul

Preparar extracto acuoso de maíz azul pesando 5 gramos de harina de maíz azul, triturando antes el grano en un molino (Tomas Wiley Laboratory mill model 4), mezclar la harina con 25 mL de agua destilada y homogeneizar con agitación constante en una plancha (Thermo scientific) a 500 rpm con una temperatura de 50 °C durante 10 min. Los homogeneizados fueron filtrados al vacío usando un matraz kitosato y una bomba de vacío (Marca Precisión) a través de papel filtro Whatman No. 4 y el residuo fue reextraído con 15 ml de agua destilada por 10 min más.

Formulación

Se realizaron seis formulaciones modificando las concentraciones de goma y glicerina entre cada una, tal como se observa en la Tabla I y II, las soluciones de gomas fueron hidratadas por 40 minutos en una propela IKA ® Eurostar 60 digital modelo S001 a 900 rpm.

Tabla I. formulación de nieve, modificando concentración de glicerina

Formula 1					
Formula 1 a		Formula 1 b		Formula 1 c	
Inulina	3%	Inulina	3%	Inulina	3%
Xanthana	0.2%	Xanthana	0.2%	Xanthana	0.2%
Guar	0.2%	Guar	0.2%	Guar	0.2%
Ac. cítrico	0.3%	Ac. cítrico	0.3%	Ac. cítrico	0.3%
Saborizante	0.15%	Saborizante	0.15%	Saborizante	0.15%
Agua	95%	Agua	94%	Agua	93%
Glicerina	1%	Glicerina	2%	Glicerina	3%

Tabla II. Formulación de nieve, modificando concentración de Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*), gomas, saborizante y extracto.

Formula 2					
Formula 2 a		Formula 2 b		Formula 2 c	
Inulina	3%	Inulina	3%	Inulina	
Stevia	0.1%	Stevia	0.2%	Stevia	0.5%
Xanthana	0.15%	Xanthana	0.15%	Xanthana	0.15%
Guar	0.15%	Guar	0.15%	Guar	0.15%
Harina de algarrobo	-----	Harina de algarrobo	-----	Harina de algarrobo	-----
Ac. Cítrico	0.3%	Ac. Cítrico	0.1%	Ac. Cítrico	0.1%

Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Agua + extracto	93%	Agua + extracto	92%	Agua + extracto	91.45%
Glicerina	3%	Glicerina	3%	Glicerina	3%
Saborizante	0.15%	Saborizante	0.35%	Saborizante	1.5%

Se trabajó finalmente con la formula 2c, al extracto de maíz azul previamente elaborado, se agregó stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*), ácido cítrico y esencia sabor cereza marca Deiman® a la mezcla para posteriormente, se le determino el pH utilizando un potenciómetro (Microprocessor pH meter pH211) y se ajustó hasta alcanzar un pH de 4 utilizando NaOH, calentar la mezcla a 60°C y agregar harina de algarrobo, se llevó a un agitador de propela (IKA ® Eurostar 60 digital modelo S001) y se mezcló la solución a 900 rpm por 20 minutos, una vez hidratada la goma, se añadió goma xantana a la misma velocidad por 10 min, posteriormente la goma guar por 10 minutos más. Una vez hidratadas las gomas se añadió glicerina marca Deiman® y se mezcló por 5 minutos, por último se incorporó inulina y se aumentó la velocidad de agitación a 950 rpm por 10 minutos. La solución final se colocó en recipientes de silicón para su posterior congelación.

Extracción de los compuestos fenólicos

En tubos de centrifuga Falcon, se pesaron 10 g de nieve con extracto de maíz azul y 10 mL de etanol absoluto (1:1), estos tubos se llevaron a una centrifuga (Spectrafuge 6C) a 10,000 rpm por 30 minutos. Se recuperó la fase de etanolica en la cual se encontraban los compuestos fenólicos (antioxidantes liposolubles) y se le realizo actividad antioxidante y fenoles totales.

Actividad antioxidante

Para medir capacidad antioxidante de la nieve se llevara a cabo el ensayo ABTS (Kim y col, 2002; Wu y col, 2004) Se preparó la solución madre del radical ABTS•⁺ (Sigma-Aldrich) utilizando 0.034 g del radical con 10 mL de agua destilada, a su vez se pesó 0.0066 g de Persulfato de Potasio (Sigma-Alorich) con 10 mL de agua destilada, se mezclaron las dos soluciones y se dejaron reposar a temperatura ambiente 16 horas, después de ese tiempo se preparó la solución diluida 3:100 (ABTS: etanol absoluto), se leyó a una λ 730 nm y se ajustó a que tuviera una absorbancia de 0.700 en un espectrofotómetro (Genesys 5, Spectronic, Rochester, N.Y., EUA). Se tomaron 200 μ l de muestra, se agregó etanol absoluto y el radical ABTS•⁺, se dejó reposar 7 minutos y se tomaron lecturas en el espectrofotómetro.

Fenoles totales

Se determinaron los niveles de polifenoles totales según el método de Almeida et al., 2014 con algunas modificaciones, con el uso del reactivo Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich). Se tomaron 200 μ l de muestra, se agregó el reactivo folin, Na₂CO₃ y agua destilada, hasta obtener un volumen final de 2 mL, se dejó reposar 90 minutos y se tomaron lecturas en el espectrofotómetro. Los resultados se reportaron como mg equivalentes de ácido gálico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Formulación

La fórmula que se decide utilizar para análisis es la 2c puesto que presenta una mejor textura comparada con las demás formulaciones, sin embargo, el sabor no fue del todo bueno, el uso de esteviósido proporcionara 250 a 300 veces el dulzor del azúcar, por lo cual), nos da un sabor muy dulce, donde se aprecia poco el sabor de la esencia agregada, deberán hacerse sub formulaciones de la 2c para obtener un mejor sabor de la nieve, este edulcorante no

Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos

contiene calorías añadidas, sin embargo en grandes cantidades tiene un ligero sabor amargo (Kolb *et al.*, 2001), por lo que se debe tener especial atención en la concentración del mismo.

Tabla III. Características organolépticas de la nieve con distintas concentraciones de glicerina

Formula 1					
Formula 1 a		Formula 1 b		Formula 1 c	
Sabor	Malo	Sabor	Malo	Sabor	Malo
Color	Incoloro	Color	Incoloro	Color	Incoloro
Textura	Duro	Textura	Quebradizo	Textura	Suave
Cristalización	Desigual	Cristalización	Desigual	Cristalización	Desigual
Oxidación (7 días)	X	Oxidación (7 días)	X	Oxidación (7 días)	X

*X= no se presenta XX= poco visible XXX= muy visible

Tabla IV. Características organolépticas de la nieve con distintas concentraciones de glicerina

Formula 2					
Formula 2 a		Formula 2 b		Formula 2 c	
Sabor	Malo	Sabor	Malo	Sabor	Tolerable
Color	Intenso	Color	Intenso	Color	Intenso
Textura	Quebradizo	Textura	quebradizo	Textura	Suave
Cristalización	Desigual	Cristalización	Desigual	Cristalización	Uniforme
Oxidación (7 días)	X	Oxidación (7 días)	X	Oxidación (7 días)	X

*X= no se presenta XX= poco visible XXX= muy visible

Actividad antioxidante y fenoles totales

Lopez-Martinez, et al. (2010) realizaron un ensayo de ABTS midiendo actividad antioxidante de extractos metanólicos y acuosos de distintas variedades de maíz mexicano, donde encontraron que la variedad de maíz “Amarillo” tuvo una efectividad de reducción del radical ABTS.+ equivalente a aproximadamente 0.35 equivalentes Trolox, este efecto es causa de que el maíz utilizado viene de distintos orígenes, además de variabilidad genética entre ellos.

Tabla V. Resultados de la actividad antioxidante y fenoles totales en la formulación 2c de nieve de maíz azul

Formulación	µmol eq. Trolox/g de muestra	mg eq. Ácido Gálico/100g de muestra
2c	40948±0.003	286±0.002

Los valores dados son promedios de tres repeticiones con sus desviaciones estándar.

Por otro lado, Sánchez (2009) diseño y evaluó la capacidad antioxidante de un helado funcional elaborado a partir del fruto de *Litchi chinensis Sonn*, donde reportan que el contenido de compuestos fenólicos libres (mg Acido

Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Ferulico/100g de muestra) en un helado con fruto congelado es de 54 en base húmeda y 235 para base seca en un extracto etanólico, mientras que en extracto cetónico se tienen 58 en base húmeda y 252 en base seca.

Morales Fernandez *et al.* (2015) evaluaron la actividad antioxidante de una bebida refrescante con pulpa de curuba (*Passiflora Mollissima Bailey*) reportan 1,058.52 $\mu\text{mol eq. Trolox}/100\text{g}$ de pulpa seca y 6,4450.21 (mg de ácido gálico/100g de pulpa seca) que tienen un valor mucho mayor al obtenido por el maíz azul en la fórmula analizada, por lo cual se deberán hacer extractos más concentrados del grano, o buscar un compuesto vegetal con el cual hacer una mezcla que le otorgue una mayor actividad antioxidante a la nieve.

CONCLUSIONES

La nieve elaborada experimentalmente, tiene una ventaja comparada con las nieves encontradas en el mercado, ya que cuenta con propiedades funcionales tales como su capacidad antioxidante y porcentaje prebiótico, otra de las ventajas es que se omite el paso de maduración de la nieve, ya que gracias a las gomas agregadas se obtiene una microcristalización de la misma que brindara al producto una textura más agradable.

BIBLIOGRAFÍA

Abdel-Aal, E.E. (1999). A rapid method for quantifying total anthocyanins in blue aleurone and purple pericarp wheats. *Cereal Chemistry* 76(13), 350-354. (6).

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft Und Technologie-Food Science and Technology*, 28(1), 25-30. (7).

Bustillos, E. P. (1997). Cuantificación y elucidación estructural de compuestos pigmentados presentes en maíces criollos azul y rojo. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Chihuahua. México. 101 p.

De Hombre R, Banguela S, Otero M, Rodríguez T. (1996). Determinación de la viscosidad de las mezclas para crema helada: Comparación de Métodos. *Alimentaria*. 278 (Dic): 117-118.

Goff HD, Freslon B, Sahagian ME, Hauber TD, Stone AP, Stanley DW. (1995). Structural development in ice cream dynamic rheological measurements. *J Texture Studies*. 26 (5): 517 – 536.

Kim, H., Hall P., Smith M., Kirk M., Prasain JK, Barnes S., Grubbs C. (2004). Chemoprevention by grape seed extract and genistein in carcinogen-induced mammary cancer in rats is diet dependent. *J. Nutr*; 134: 3445-3452

Kolb N, Herrera JL, Ferreyra DJ, Uliana RF. (2001). Analysis of sweet diterpene glycosides from *Stevia rebaudiana*: Improved HPLC method. *J Agric Food Chem*. 49:4538-41.

Lopez-Martinez,L., Garcia-Galindo, H. (2010). Actividad antioxidante de extractos metanolicos y acuosos de distintas variedades de maíz mexicano. *Novascientia* 2(3)

National research council. (1989). Committee on diet and health food and nutrition board comisión on life sciences. Diet and health. Implications for reducing chronic disease risk. Washington D.C.: National Academy Press,

Sánchez Frías, I. R. (2009). Diseño y evaluación de un helado funcional elaborado a partir del fruto de *Litchi chinensis* Sonn, adicionado con fibra de avena y bifidobacterias (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional, México. Retrieved from http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/title/disenoevaluacionhelado-funcional-elaborado-partir-fruto-litchi-chinensissonn/ id/54739880.html

Siccha. (1992). Hidrocoloides. *Revista Química*. 6 (2): 171-180

Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Almeida Jacqueline de Florio, Carpes Solange Teresinha, Salvador Manuel, Plata Oviedo Vicente, Serafini Leila Fernanda, Pereira Daiane. (2014). Atividade Antioxidante in vitro e Microencapsulação por spray drying de extrato hidroalcoólico de Sálvia (*Salvia officinalis* L.). *Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos* v. 5, n. 2, p. 41–49

Styles, E. D. and Ceska, O. (1972). Flavonoid pigments in genetic strains of maize. *Phytochemistry*, 11:3019-3021.

Álvarez, J. (2004). *Stevia rebaudiana* Bertoni. Universidad EAFIT. Departamento de Negocios Internacionales. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia, Medellín. 71p.

Roman, M. y Valencia, F. (2006). Evaluación de galletas con fibra de cereales como alimento funcional. *Vitae*, revista de la facultad de química farmacéutica. 13 (2):36-43

Wu, L-C. Hsu, H-W. Chen, Y-C. Chiu, C-C, Lin, Y-I, Ho, J-A. (2006). Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. *Food chemistry*, 95:319, 327.