

Golosinas gelificadas enriquecidas con residuos agroindustriales de piña y papaya: propiedades fisicoquímicas y funcionales

K.F. Romo-Zamarrón¹, L.E. Pérez-Cabrera², R.E. Ramírez-Carrillo², F. Guevara-Lara³, A. Tecante-Coronel⁴

¹Posgrado en Ciencias Agronómicas y Veterinarias, Área de Inocuidad y Producción Agroalimentaria, Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes. kafa_69@hotmail.com

²Departamento de Tecnología de Alimentos, Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes.

³Departamento de Química, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes.

⁴Departamento de Alimentos y Biotecnología, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional Autónoma de México.

RESUMEN:

En la búsqueda de aprovechar los residuos agroindustriales, así como de crear dulces más saludables, ya sea con un menor contenido calórico, sin azúcar o con algún componente biológicamente activo como vitaminas, minerales, fibra o antioxidantes, el presente trabajo tiene como objetivo llevar a cabo la inclusión de residuos de piña y papaya para la reducción del contenido calórico, y enriquecimiento por aporte de antioxidantes y pigmentos en golosinas gelificadas. Se formularon las golosinas gelificadas partiendo de una formulación básica (control), para las golosinas gelificadas enriquecidas se les sustituyó azúcar por residuos de piña en un 6% y residuos de papaya en un 5%, se analizaron las propiedades fisicoquímicas y actividad antioxidante. Para los parámetros mecánicos existe mayor firmeza en las golosinas enriquecidas, en cuanto a color los resultados indican que existen diferencias significativas entre las muestras control y enriquecidas, por la pigmentación que otorgan los residuos. Para la evaluación de la actividad antioxidante se logró observar que no se incrementa significativamente en las muestras enriquecidas. En base a los resultados obtenidos se concluye que es posible la inclusión de residuos.

Palabras clave: compuestos bioactivos, enriquecidas, golosinas gelificadas, piña, papaya, residuos.

ABSTRACT:

In the search to take advantage of agroindustrial residues, as well as to create healthier sweets, either with a lower caloric content, without sugar or with any biologically active component such as vitamins, minerals, fiber or antioxidants, the present work aims to lead to The inclusion of pineapple and papaya residues for the reduction of caloric content, and enrichment by the contribution of antioxidants and pigments in gelled candies. The gelled confections were formulated starting from a basic formulation (control), for the enriched gelatinized confections sugar substitutes were substituted for 6% of pineapple residues and 5% papaya residues, the physico-chemical properties and antioxidant activity were analyzed. For the mechanical parameters there is greater firmness in the enriched confections, in terms of color the results indicate that there are significant differences between the control and enriched samples, due to the pigmentation that the residues give. For the evaluation of the antioxidant activity it was observed that it does not increase significantly in the enriched samples. Based on the results obtained it is concluded that the inclusion of residues is possible.

Key words: bioactive compounds, enriched, gelled candies, pineapple, papaya, residues.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día el uso eficiente y respetuoso con el medio ambiente, de los residuos de la industria agroalimentaria es altamente rentable y minimiza el impacto ambiental. El número de estudios sobre fuentes residuales reutilizables ha aumentado considerablemente en los últimos años. Ya que estos residuos al no ser tratados adecuadamente desencadenan una gran contaminación medioambiental (Banerjee *y col.*, 2017; Selani *y col.*, 2016).

Uno de los sectores que más generan este tipo de desechos y que no son tratados adecuadamente, son las pequeñas empresas de alimentos hortofrutícolas mínimamente procesados, debido a que la cantidad que procesan es mínima comparada con las grandes empresas, y por consiguiente no cuentan con un área de tratamiento de fuentes residuales, lo que provoca que estos múltiples desechos terminen en rellenos sanitarios, generando problemas graves de contaminación. La piña y la papaya son de los frutos que más se comercializan en este tipo de pequeñas industrias, por sus múltiples cualidades nutricionales y diuréticas sin embargo también son de los frutos que más residuos dejan, cerca de entre un 20 a 40% de los frutos aproximadamente es considerado como residuo no destinado a consumo humano (Martínez *y col.*, 2012).

Por otro lado actualmente México es el sexto mercado de confitería más importante y el segundo en América Latina (Chacon, 2014). Sin embargo el consumo de productos de confitería, es tradicionalmente no recomendado, tanto por su alto contenido de azúcar como por su asociación a problemas nutricionales y de salud (Portía *y col.*, 2004). Hoy día, las tendencias hacia una alimentación saludable y a la reducción de alimentos de alto valor calórico, ha generado una oportunidad de mercado para que las golosinas sean vehículos de vitaminas, minerales y otros nutrientes indispensables para un buen desarrollo físico y mental de los consumidores (Chaudhari, 2010). A raíz de esta oportunidad de innovación, los productos de confitería, ingresan al grupo de los alimentos funcionales donde las golosinas van más allá de la fortificación con vitaminas y minerales (Abete, 2008). Por ello, la industria alimentaria ha buscado crear dulces más saludables, ya sea con un menor contenido calórico (sustituyendo parte el azúcar por algún edulcorante no calórico), sin azúcar o con algún componente biológicamente activo como vitaminas, minerales, fibra o antioxidantes (Pérez *y col.*, 2012).

Los gelificados son productos de confitería, comúnmente denominados gomitas, gominolas o jaleas, son elaborados básicamente con sacarosa, jarabes de maíz y agentes de gelificación entre los que destacan la grenetina, los almidones modificados, la pectina, el agar-agar y la goma arábiga, la elección de estos dependerá básicamente el costo, la textura final del producto y vida de anaquel (Ramírez y Orozco, 2011). Los parámetros de calidad mayormente reconocidos en la elaboración de gomitas son la textura y color del producto, los cuales son modificables de acuerdo a los ingredientes y aditivos utilizados. La textura es una función sensorial y constituye un complejo de parámetros relacionados con propiedades reológicas (elasticidad y firmeza). El color es otro atributo de calidad importante en las gomitas, aunque no necesariamente refleja valores nutricionales, de sabor o funcionalidad, determina la aceptabilidad de un producto por parte de los consumidores (Serpil y Gulum, 2009).

Es por estas razones que el presente trabajo de investigación contribuirá en la revalorización de los residuos de piña y papaya de la industria local de alimentos hortofrutícolas mínimamente procesados (Las Exquisitas Food & Snacks) del estado de Aguascalientes, basándose en la utilización de técnicas ambientalmente respetuosas. Teniendo como objetivo llevar a cabo la fabricación de golosinas gelificadas mediante la sustitución de polvos provenientes de residuos de piña y papaya para la reducción de contenido de azúcares. Evaluando sus características mecánicas y de color, así como la determinación de la existencia de actividad antioxidante (AA) en las golosinas gelificadas (GG).

MATERIALES Y MÉTODOS

Operacionalización de los residuos de piña y papaya: se seleccionaron aquellos residuos que se encontraban en buen estado y sin presencia de mohos, posteriormente se sanitizaron (Nicom PQ 4 mL/10 L de agua) por 5 min y se les retiro el exceso de agua por centrifugación. Los residuos se sometieron un proceso de deshidratación mediante liofilización (LABCONCO Outside U.S 816-335), por 24 h. Posteriormente a los residuos se les aplico una molienda en un procesador Oster y un tamizado (Tamizadora, Quimilab; Tamices, Flicc. S.A de C.V) con tamices de una apertura de 300 mm, 250mm y 180 mm, por 30 min. De esta manera se obtuvieron las siguientes muestras para piña: 1) residuos con tamaño de partícula >300 mm, 2) residuos con tamaño de partícula de 250 mm, 3) residuos con tamaño de partícula <180 mm; en el caso de las cascara de papaya de obtuvieron las muestras: 4) residuos con tamaño de partícula entre 0.435 - 0.300 mm, 5) residuo con tamaño de partícula entre 0.250 - 0.180 mm; y para semilla de papaya: 6) residuos con tamaño de partícula entre 0.435 - 0.300 mm.

Formulación y proceso de elaboración: en la Tabla I, se pueden observar las formulaciones utilizadas para la producción de GG con grenetina, para la elaboración de las GG-Control se siguió el protocolo establecido por Ramírez-Gómez y Orozco-Sánchez (2014). Para las golosinas gelificadas enriquecidas con residuos de cascara de piña y papaya, y semillas de papaya se hizo una adaptación de dicho método, donde se sustituyeron 6 y 5% respectivamente de los azucares por los residuos deshidratados de cascara de piña y papaya, y semillas de papaya, así como la disminución de colorante y saborizante artificial al 50%. A las GG con residuos de piña se les dejo su sabor a piña y para las de papaya se les agrego un sabor a tamarindo. De esta manera se obtuvieron las muestras para piña: GG-Control-Pi, GG-1, GG-2, GG-3; y para papaya: GG-Control-Pa, GG-4, GG-5 y GG-6.

Ingrediente	Formulación Control (%)	Formulación con residuos de piña (%)	Formulación con residuos de papaya (%)
Grenetina (290° Bloom)	5.3	5.3	5.3
Agua	22.1	22.1	22.1
Sacarosa	33.2	28.2	28.2
Glucosa	36.5	36.5	31.5
Ac. Cítrico	1.28	1.28	1.28
Residuo de piña (cascara)	-	6	
Residuo de papaya (cascara)	-		5

Determinación de propiedades mecánicas: las propiedades mecánicas o de textura de las golosinas gelificadas se determino en un analizador de textura (Texture Analyzer TA-XT2). Para ello se realizaron dos ensayos, el primero utilizando el protocolo adaptado *Gummy confectionery Test* utilizando la sonda P/75, la cual es utilizada para determinar la firmeza (fuerza máxima) del producto. En el segundo ensayo se utilizó el estándar *Gelatin Manufacturers Institute of America* (GMIA) con la sonda P/0.5R, para determinar la fuerza del gel, ambos ensayos se determinaron a una velocidad de penetración de 1.0 mm/s a una distancia 4mm. Se realizaron 10 repeticiones por cada formulación.

Determinación de color: se utilizó un colorímetro Minolta (CR-400) empleando el iluminante D65 observador 2° y se obtuvieron las coordenadas CIE-L*a*b*, a partir de las cuales se calculó la luminosidad (L*), croma (C*) y tono (h*). Donde L* es la diferencia entre la luz (L*=100) y la oscuridad (L*=0); C* es la coordenada croma, que es la distancia perpendicular desde la luminosidad; y h* es el ángulo de tono expresado en grados. Se realizaron las mediciones en una veintena de muestras provenientes de las formulaciones.

Capacidad antioxidante equivalente a Trolox (TEAC-DPPH): se determinó siguiendo el método TEAC-DPPH (Brand-Williams y col., 1995; Fukumoto y Mazza, 2000). Se realizó una extracción de las muestras en una relación 1:10 con metanol, posteriormente se agitaron en un vórtex durante 10 min, y se tomaron 1.5 mL del extracto para

someterlo a centrifugación en una microcentrifuga (Force micro, Modelo Froce-1624) a 14,000 rpm por 4 min; se tomo 1 mL y se le agregaron 600 µL de DPPH 0.13mM, se dejaron reaccionar en total obscuridad por 20 min a temperatura ambiente. La absorbancia se midió a 515 nm frente a un blanco de metanol usando un espectrofotómetro (Cintra-6 GBC). Los valores de DPPH se expresaron como micromoles de equivalentes de Trolox (ET) por gramo de la muestra y se obtuvieron de la siguiente relación lineal: f (concentración de Trolox) = % de eliminación de DPPH con cinco soluciones estándar de Trolox. Las determinaciones se realizaron por triplicado en las diferentes muestras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Propiedades mecánicas: los parámetros de fuerza de gel (N), firmeza (N) están relacionados con la fuerza que debe imprimir el consumidor al realizar el primer mordisco a la golosina. En la Tabla II, se observan las mediciones de dichos parámetros, donde se observa que existe diferencia significativa respecto a la firmeza de las GG enriquecidas con polvos de piña con respecto al control, sin embargo no hay diferencia significativa dentro del parámetro de Fuerza gel, la muestra control es significativamente menos firme con respecto a las GG enriquecidas, esto ocasionado por el aporte de fibra que tienen los residuos de la piña los cuales son ricos en celulosa, hemicelulosa, pectinas y lignina, que son biopolímeros que refuerzan la estructura del alimento que lo contiene (Hernández, 2008). En cuanto a las GG de papaya se puede observar que existen diferencias significativas dentro del parámetro mecánico de firmeza al que se sometieron las muestras, sin embargo las muestras que contienen fibra de cascara (GG-4 y GG-5) y GG-Control son significativamente menos firmes con respecto a GG-6, para el valor de la fuerza del gel no existen diferencias entre muestras.

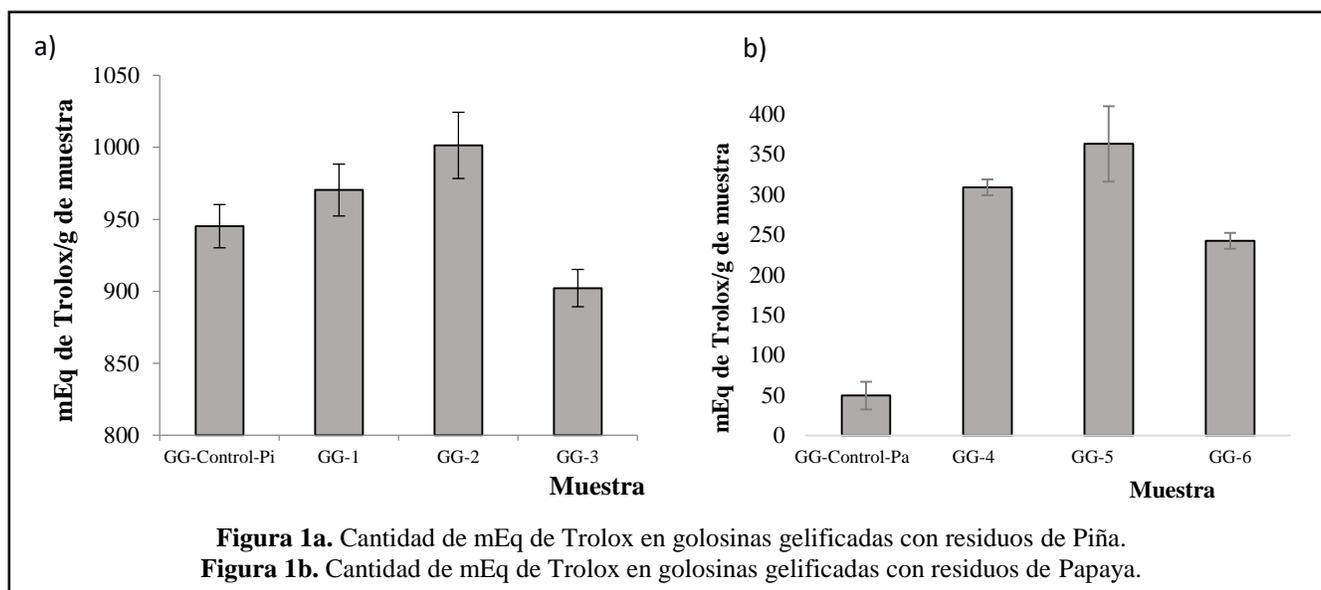
Muestra	Firmeza (N)	Fuerza del gel (N)
GG-Control-Pi	8.1 ± 0.8	-0.197 ± 0.021
GG-1	73.2 ± 8.3	-0.220 ± 0.032
GG-2	57.3 ± 4.7	-0.198 ± 0.026
GG-3	86.3 ± 3.6	-0.205 ± 0.037
<i>ANOVA</i>	<i>0.0001</i>	<i>0.6795</i>
GG-Control-Pa	2.5 ± 0.3	0.026 ± 0.0031
GG-4	2.9 ± 0.1	0.025 ± 0.0031
GG-5	2.9 ± 0.4	0.023 ± 0.0031
GG-6	4.2 ± 0.2	0.028 ± 0.0032
<i>ANOVA</i>	<i>0.0001</i>	<i>0.3922</i>

Color: los resultados obtenidos del análisis de color se pueden observar en la Tabla III, los parámetros que se evaluaron fueron la luminosidad (L*), entre más alto es el valor de la luminosidad el alimento producido tendrá un color más vivo o translucido, el parámetro croma (C_{ab}*) nos indica la saturación del color, y por último el tono (h_{ab}*) el cual refleja el color que tienen las muestras según el plano cromático. Todas las GG de piña presentan valores de luminosidad entre 52.3 y 55.6, lo cual indica que dicho parámetro no se afecta por la presencia de los polvos de residuos de piña; sin embargo las muestras enriquecidas tiene un color amarillo-anaranjados con valores entre 75.5±1.0 a 75.8±0.6 y una saturación más intensa con valores entre 14.5±1.0 a 16.3±0.6 con respecto al control, que tiene un tono amarillo (90.2±1.2) y un croma menos saturado (9.0±0.9). Para las GG de papaya todas presentaron valores de luminosidad entre 47.4±3.9 a 53.4±0.9, sin embargo las control y GG-5 presentaron un tono anaranjado rojizo y una saturación más baja con respecto a las muestras GG-4 y GG-6, las cuales presentaron un tono anaranjado con tonos amarillos.

Tabla III. Parámetros de color de las golosinas gelificadas.			
Muestra	L*	C_{ab}*	h_{ab}*
GG-Control-Pi	54.2±1.2	9.0±0.9	90.2±1.2
GG-1	55.6±1.2	14.6±0.7	75.5±1.0
GG-2	54.3±0.5	16.3±0.6	75.8±0.6
GG-3	52.3±1.1	14.5±1.0	75.8±0.5
GG-Control-Pa	51.2±1.1	9.6±0.7	57.7±1.5
GG-4	47.4±3.9	12.9±1.2	62.5±1.1
GG-5	51.6±0.9	9.3±0.9	57.0±1.9
GG-6	53.4±0.9	11.1±0.7	62.3±1.3
ANOVA	<i>0.0001</i>	<i>0.0001</i>	<i>0.0001</i>

De manera general se puede observar que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) por la adición de los polvos de los residuos de piña (6%) y papaya (5%) en golosinas gelificadas, indicativo de que la fibra aparte de otorgar propiedades funcionales también contribuye a su pigmentación, el cual es un indicador importante de la calidad y aceptabilidad del producto (Cappa y col., 2015).

Capacidad antioxidante equivalente a Trolox (TEAC-DPPH): en la Figura 1, se pueden observar los resultados obtenidos de la determinación de la actividad antioxidante de las golosinas gelificadas elaborados con residuos de piña y papaya, para las GG de piña (Figura 1a) se logró determinar que no hay diferencias significativas ($P=0.8178$) entre las muestras analizadas, sin embargo se puede ver que las muestras GG-2 tienen una mayor capacidad antioxidante que el resto de las muestras, lo que se podría vincular al efecto del tamaño de la partícula y la interacción con el resto de los ingredientes de las golosinas.



En cuanto a las GG de papaya (Figura 1b), se observa que existen diferencias significativas entre las muestras a las que se les realizó la adición de residuos de papaya y el control, los valores de Actividad Antioxidante se potencializan probablemente a la acidez del medio en comparación a la formulación control.

CONCLUSIONES

De manera general es posible el enriquecimiento de las golosinas gelificadas con los residuos de papaya y piña permitiendo la manufactura de estas y aprovechando los subproductos agroindustriales, además de que aportan propiedades funcionales. Para el caso de las GG con residuos de piña y papaya se observa que no se incrementa significativamente la actividad antioxidante respecto a las muestras control, sin embargo es de suma importancia resaltar la reducción calórica de las GG al llevar a cabo una sustitución del edulcorante por los residuos de piña y papaya, de igual manera es importante resaltar que el uso de los residuos permitió reducir el uso de colorantes y saborizantes artificiales.

BIBLIOGRAFÍA

- Abete, E. 2008. “El mercado de la confitería en México” Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en México, Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX) 15-25 [En línea]. Disponible en: <http://www.icex.es/> . Fecha de consulta: Abril de 2017.
- Banerjee, J., Singh, R., Vijayaraghavan, R., MacFarlane, D., Patti, A. F., & Arora, A. (2017). Bioactives from fruit processing wastes: Green approaches to valuable chemicals. *Food Chemistry*, 225, 10–22.
- Cappa, C., Lavelli, V. & Mariotti, M. 2015. Fruit candies enriched with grape skin powders: physicochemical properties. *LWT - Food Science and Technology*, 62, 569-575
- Chacon, L. 2014. México de los países más dulces del mundo. Sitio web “Manufactura, información estratégica para la industria” [En línea]. Disponible en: <http://www.manufactura.mx/industria/2014/08/15/mexico-de-los-paises-mas-dulces-del-mundo>. Fecha de consulta: Abril de 2017.
- Chaudhari, R. 2010. “Golosinas Funcionales: Satisfacción Saludable para los Golosos”, en Mundo Alimentario, Mayo/Junio. [En línea]. Disponible en: http://www.alimentariaonline.com/media/ma036_golo.pdf. Fecha de consulta: Abril de 2017.
- Martínez, R., Torres, P., Meneses, M. A., Figueroa, J. G., Pérez-Álvarez, J. A., & Viuda-Martos, M. 2012. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. *Food Chemistry*, 135, 1520–1526.
- Pérez-Cabrera, L. E.; Reyes-Bernal, K.; Godines-Hoyos, A. y Casillas-Peñuelas, R. A. 2012. Desarrollo y caracterización de golosinas con ingredientes de interés nutrimental. *Ciencia UAT*, 23(1): 50-55.
- Portía, J., Romo, M., & Castillo A. 2004. “Las golosinas en la alimentación infantil. Análisis antropológico nutricional”. *Revista Médica de Chile*. 132: 1235-1242.
- Ramírez, M. y Orozco, N. 2011. Confitería: De lo artesanal a la tecnología. México, Editorial Universidad Autónoma de Aguascalientes pp. 60-93, 106-109, 174-205.
- Selani, M. M., Shirado, G. A. N., Margiotta, G. B., Saldaña, E., Spada, F. P., Piedade, S. M. S., & Canniatti-Brazaca, S. G. 2016. Effects of pineapple byproduct and canola oil as fat replacers on physicochemical and sensory qualities of low-fat beef burger. *Meat Science*, 112, 69–76.
- Serpil, S y Gulum, S. 2009. Propiedades físicas de los Alimentos. España, Editorial Acribia pp. 106-111 y 185-200.