



CYTAL-ALACCTA 2019  
Buenos Aires, 20 – 22 noviembre 2019

## ELABORACIÓN DE GALLETITAS SALUDABLES USANDO HARINAS DE TOPINAMBUR Y AMARANTO

M. M. Costanzo<sup>1</sup>; N. A. Comelli<sup>1</sup>; P. Conforti<sup>2</sup>; J. M. Quiroga<sup>1</sup>; M. I. Ponzi<sup>1</sup>

*1FICA –UNSL -CONICET, INTEQUI -CCT CONICET San Luis. Villa Mercedes. Argentina.*

*2CIDCA (Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos), Facultad Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP) –CONICET La Plata, Buenos Aires, Argentina.*

*E-mail: [noracomelli@hotmail.com](mailto:noracomelli@hotmail.com)*

### RESUMEN

El topinambur (*Helianthus tuberosus*) es un tubérculo con alto contenido en inulina, polisacárido prebiótico empleado como ingrediente en alimentos funcionales. Por otra parte, el amaranto (*Amaranthus cruentus*; *A. caudatus*; *A. hypochondriacus*) es un pseudo cereal de origen andino, valorado por su contenido de proteínas y equilibrada composición en aminoácidos esenciales. A partir de ambos productos se obtienen harinas nutricionalmente diferenciadas.

El objetivo de este trabajo fue elaborar galletitas saludables con bajo contenido calórico pero con buen aporte de fibra y proteínas. Se obtuvo harina de topinambur a partir de cultivos propios (en el predio de la FICA-UNSL), y se caracterizó la misma utilizando métodos oficiales de análisis (AOAC, 1990).

Se ensayaron 8 formulaciones con distintas proporciones de harina de topinambur piel blanca de producción propia (HTPB) y harinas comerciales: harina de trigo integral y harina de amaranto. Para que las galletitas sean aptas para personas con diabetes, se debe asegurar un bajo índice glucémico, por ello, la cantidad máxima de harina de trigo integral en las formulaciones fue de un 50%. Cada 100 g de mezcla de harinas se agregó 1 g de sal, 1 g de polvo de hornear, 8 g de aceite y 30 mL de agua.

Teniendo en cuenta las características sensoriales más notorias de las galletitas (color, sabor, apariencia, textura), se seleccionaron tres formulaciones para analizar su aceptabilidad mediante un panel sensorial con panelistas no entrenados. Se encontró una preferencia significativa por las galletitas con mayor contenido de HTPB.

Al analizar la textura, se observó que la formulación con mayor contenido de HTPB presentó mayores valores de dureza, fracturabilidad y masticabilidad.

Se pudo concluir, que la harina de topinambur puede utilizarse para formular galletitas saludables con buena aceptación sensorial.

**Palabras Claves:** Galletitas, Topinambur, Amaranto, Análisis sensorial

## **1. Introducción**

*Helianthus tuberosus*, conocido popularmente como topinambur, alcachofa de Jerusalén o papa chanchera, desarrolla un tubérculo que acumula su energía bajo la forma de inulina (otros tubérculos almacenan almidón). A nivel mundial hay un creciente interés en los "alimentos funcionales", aquellos con agregado de antioxidantes, probióticos, fibras / prebióticos o fitoesteroles. A nivel nacional también se observa este interés tal como surge del Estudio panorámico de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva en su capítulo 5, MINCyT (2016) y de su inclusión en el plan Argentina Innovadora 2020 de MINCyT. El topinambur podría considerarse un alimento funcional debido a su alto contenido de inulina de modo que aporta fibra. La propiedad de la inulina más extensivamente estudiada es su comportamiento como prebiótico (Kays y Nottingham, 2008), es decir, su capacidad selectiva de estimular el crecimiento de un grupo de bacterias benéficas en el colon (bifidobacterias y lactobacilos), con la consecuente disminución de otras especies que pueden ser perjudiciales (ejemplo: *E. coli* y bacterias de la especie *Clostridium* spp.).

Existen trabajos donde utilizan inulina como ingrediente para obtener productos enriquecidos en fibra, por ejemplo pan (Rubel, 2015), pero esto encarece al producto final. Es por ello que en el presente estudio proponemos obtener un alimento funcional usando harina de topinambur de modo que pueda ser elaborado por pequeñas empresas. Si bien encontramos en bibliografía alimentos funcionales a partir de harina de topinambur, por ejemplo, Radovanovic y col. (2015) prepararon formulaciones con trigo sarraceno y topinambur seco y procesado usando tecnología de extrusión, la sustitución de la harina de trigo por harina de topinambur no llegó a valores altos y utilizan azúcar en la elaboración de los productos, ayudando a la obtención de un producto apetecible. Como nuestro objetivo es la obtención de galleta para personas con diabetes o que padecen obesidad, se prepararon galletitas saladas, sin azúcar, disminuyendo el contenido de harina de trigo, combinando harina de amaranto y harina de topinambur, para obtener un producto aceptado por los consumidores.

## **2. Materiales y métodos**

### **2.1. Obtención de harina de topinambur**

El tubérculo topinambur de piel blanca (alimento contemplado por el Código Alimentario Argentino en el Art. 830) se cosechó en el predio de Agronomía de la

Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias (UNSL). El tubérculo fue lavado, cepillado, secado a temperatura ambiente, cortado en láminas de 0,5 cm de espesor, y posteriormente secado en horno solar durante aproximadamente 72 horas, hasta peso constante. Se realizó una molienda del material seco para obtener la harina. La harina se pasó por tamiz malla 60, obteniendo Harina de Topinambur Piel Blanca (HTPB).

## 2.2. Caracterización del Harina

El contenido de humedad y cenizas se determinó mediante métodos de referencia (AOAC, 1990). El contenido de lípidos se cuantificó gravimétricamente luego de extracción con n-hexano en Soxhlet. El contenido de proteína se determinó por el método Kjeldahl (factor: 6.25). Los resultados se expresaron como % p/p sobre base seca. Los procedimientos se realizaron por triplicado utilizando métodos oficiales de análisis (AOAC, 1990).

Para la cuantificación de la inulina, se extrajeron muestras de harina (10 g) con agua (1:16 p/v) a 75°C durante 90 minutos en un baño de agua termostático con agitación constante. Luego, las muestras se filtraron y el sólido se sometió a otras dos extracciones en las mismas condiciones (Irene A. Rubel y col., 2018). Los tres filtrados se recogieron y se desproteinizaron mediante la adición de  $\text{Ca(OH)}_2$  hasta pH 11 y se centrifugaron para eliminar las proteínas precipitadas. Luego, se añadió  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (80%) alcanzando un pH final de 8. El extracto desproteinado se dividió luego en dos partes iguales: una se usó para la cuantificación de azúcares reductores por el método Somogyi-Nelson ( $\lambda=590$  nm), utilizando un espectrofotómetro modelo UV-1800 (Shimadzu, Japón). Este valor corresponde a la fructosa libre (FF) en la muestra. La otra parte del extracto desproteinado se sometió a hidrólisis ácida con HCl 0,05 N durante 40 minutos en un baño de agua hirviendo, y la fructosa liberada se cuantificó por el método Somogyi-Nelson. Este valor corresponde a la fructosa total (TF).

El contenido de inulina (I) se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$I = k (TF-FF)$$

donde k es una constante igual a 0.995, utilizada cuando se desconoce el grado de polimerización de la inulina (Saengkanuk, Nuchadomrong, Jogloy, Patanothai y Srijaranai, 2011).

El contenido de fenoles se determinó según técnica descripta por Kaur y col, 2017, expresando el resultado como mg equivalentes de ácido gálico (GAE) cada 100 g de harina.

La Fibra Dietaria Total se determinó mediante la utilización del KIT MEGAZIME para fibra (AOAC 991.43, 1990).

Se realizaron ensayos de absorción de agua y aceite para poder utilizar dicha información en la formulación de galletitas (Takeuchi y col., 2011). Se pesaron, por triplicado, muestras de 3 g de HTPB en tubos de centrífuga, previamente tarados, y se les añadió 5 mL de agua, se tomó el peso del tubo nuevamente. Se agitaron manualmente durante 5 minutos y se dejaron reposar 10 minutos más. A continuación se llevaron a centrífuga a 850×g y se separaron las fases, se descartó el solvente y volvió a pesarse el tubo con el sólido remanente. El mismo procedimiento se efectuó para aceite.

Los resultados se determinaron mediante el siguiente cálculo:

$$\%WHC = \frac{F - C}{C - G} * 100$$

Donde %WHC representa la capacidad de retención de agua, F es el peso del tubo con la muestra húmeda, C es el peso del tubo con la muestra seca, y G es el peso del tubo. La misma fórmula se empleó para la determinación de %OHC (capacidad de retención de aceite).

La determinación de color de la HTPB se efectuó por triplicado con un colorímetro tri estímulo Chroma meter CR300.

Se determinó la actividad en agua (AOAC 978.18, 1990) de la HTPB por triplicado utilizando equipo Aqua Lab Serie 3, a temperatura ambiente (26,5°C)

### **2.3. Formulaciones de galletitas**

Se probaron distintas formulaciones para hacer galletitas aptas para personas con diabetes, combinando distintas proporciones de harina de trigo integral (Pureza, Molinos Cañuelas, Buenos Aires, Argentina), harina de amaranto (Celidarina, Praga S.R.L., Córdoba, Argentina) y HTPB (harina de topinambur piel blanca obtenida en el laboratorio). Esta combinación se realizó con la finalidad de suavizar el sabor del alimento, ya que la HTPB, por sí misma, tiene un sabor particular con el cual la mayoría de las personas no están familiarizadas. Para asegurar que las formulaciones fueran de bajo índice glucémico, no se superó el 50% de harina de trigo integral. Para las

formulaciones, cada 100 g de mezcla de harina se agregaron los siguientes ingredientes: 1g sal fina (Celusal, I.Q. y M. Timbo S.A., Buenos Aires, Argentina), 1 g polvo de hornear (Royal, Mondeléz International, Argentina), 8g de aceite de maíz (Mazola, Aceitera General Deheza S.A., Córdoba, Argentina) y 30 mL agua potable. Las formulaciones ensayadas se detallan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Formulaciones de galletitas

<b>N° Formulación</b>	<b>Harina de trigo integral (HTI) %</b>	<b>HTPB %</b>	<b>Harina de amaranto (HA) %</b>
<b>1</b>	50	25	25
<b>2</b>	0	50	50
<b>3</b>	50	50	0
<b>4</b>	25	50	25
<b>5</b>	0	25	75
<b>6</b>	0	75	25
<b>7</b>	25	25	50
<b>8</b>	25	75	0

Se mezclaron los ingredientes con un tiempo de amasado de dos minutos, y se llevaron a heladera por 24 horas. Transcurrido ese período se extendió la masa con un palo de madera utilizando un marco para regular el espesor de la masa, de 2 mm, y la misma se cortó con un cortante circular de 2,7 cm de diámetro. Las galletitas se hornearon en un horno eléctrico ATMA (HG5010AE, China) por 7 minutos a 150°C.

#### **2.4. Evaluación sensorial de galletitas**

De acuerdo a las características sensoriales más notorias (color, sabor, apariencia, textura) de las galletitas obtenidas, se seleccionaron las formulaciones N° 1, 4 y 8 para realizar un panel sensorial integrado por 40 panelistas entre 18 y 60 años (pertenecientes a la FICA-UNSL). El panel estuvo conformado por 27 mujeres y 13 hombres. Las muestras se entregaron en orden aleatorio, codificadas con números de tres dígitos elegidos al azar. Los panelistas evaluaron para cada muestra los atributos: aceptabilidad general, sabor, color, textura y aroma. Se utilizó una escala hedónica con las palabras “Disgusta extremadamente”, “No gusta ni disgusta” y “Gusta extremadamente” en ese orden para evaluar aceptabilidad general. El resto de los atributos se evaluaron con la

escala JAR (Just About Right), que va de 1 a 5, siendo 3 el nivel óptimo para cada atributo (Fernández Segovia y col., 2018).

Se analizó la textura de las tres formulaciones evaluadas en el panel sensorial, utilizando Texturómetro BROOKFIELD TEXTURE PRO CT (Sonda TA7, base TA-RT-KIT, carga 6,8 g y la velocidad del test fue de 0,8 mm/seg). Se evaluó la firmeza del producto, la energía requerida para penetrar en la muestra y el índice crujiente de las galletitas (Doperto y col., 2017). Los resultados informados corresponden al promedio de al menos diez determinaciones.

### **3. Resultados y discusión**

#### **3.1. Composición de la harina obtenida**

La composición de la harina obtenida se muestra en la Tabla 2. Los valores encontrados para proteínas son semejantes a los valores reportados por Rubel y col., (2014) (9,75 % base seca) aunque levemente inferiores a los reportados por Afoakwah y col., (2015) (10,88 % base seca).

El contenido de compuestos fenólicos encontrado en HTPB expresado como equivalentes de ácido gálico fue de 580,93 mg GAE / 100 g. Por otro lado, la cantidad estimada de inulina de HTPB fue: 24,13 % fibra soluble en base húmeda y 25,82 % en base seca. Según experiencias previas realizadas por nuestro grupo de investigación, la cantidad estimada de inulina en tubérculos frescos de topinambur es de 85 % en base seca y 22,80 % en base húmeda, similar a los contenidos encontrados por Rubel y col. (2014), Saengkanuk y col. (2011), Kays y Nottingham (2008) y Johanssin y col. (2015). La reducción drástica experimentada en la cantidad de inulina en la harina podría atribuirse a una degradación térmica de los carbohidratos durante el secado de los tubérculos para la obtención de harina.

Con respecto a la determinación de absorción de agua y aceite en la harina HTPB, los valores promedios de absorción de agua y de aceite respectivamente fueron de 219,15 % y 103,53 %.

El color de HTPB fue  $L^* = 73,94$ ,  $a^* = -5,25$  y  $b^* = 21,50$ . El valor de actividad acuosa medida fue 0,4; este valor bajo nos asegura que no se favorece el crecimiento bacteriano.

**Tabla 2.** Composición de la harina obtenida HTPB

Composición (%)	Base húmeda	Base seca
Humedad	8,56 ± 0,32	--
Cenizas	7,91 ± 0,04	8,65
Proteínas	9,06 ± 0,02	9,91
Lípidos	0,54 ± 0,01	0,55
Fibra dietaria total	16,16 ± 0,01	17,67

Los valores informados corresponden a las medias ± desviación estándar

### 3.2. Evaluación sensorial

Con las formulaciones seleccionadas (ver Figura 1) se realizó el panel sensorial. Los resultados se muestran en la tabla 3. Se observó que, las muestras sólo presentaron diferencias en cuanto a textura y sabor a un nivel de significación del 5%.



**Figura 1.** Foto de galletitas evaluadas sensorialmente (formulaciones N° 1, 4 y 8).

**Tabla 3:** Resultados del Panel Sensorial.

Formulación (HTI/HTPB/HA)	Aceptabilidad General	Aroma	Color	Textura	Sabor
1 (50/25/25)	5,08 <sup>a</sup>	2,87 <sup>a</sup>	3,02 <sup>a</sup>	2,42 <sup>a</sup>	2,70 <sup>a</sup>
4 (25/50/25)	4,55 <sup>a</sup>	2,62 <sup>a</sup>	3,72 <sup>a</sup>	2,52 <sup>a</sup>	3,25 <sup>b</sup>
8 (25/75/00)	5,28 <sup>a</sup>	3,20 <sup>a</sup>	3,28 <sup>a</sup>	4,40 <sup>b</sup>	3,32 <sup>b</sup>

Los valores reportados corresponden a las medias. Letras diferentes en una misma columna indican diferencia significativa ( $P < 0,05$ ).

En la Figura 2, se muestra en un diagrama de cajas, la distribución del puntaje obtenido para textura y sabor.

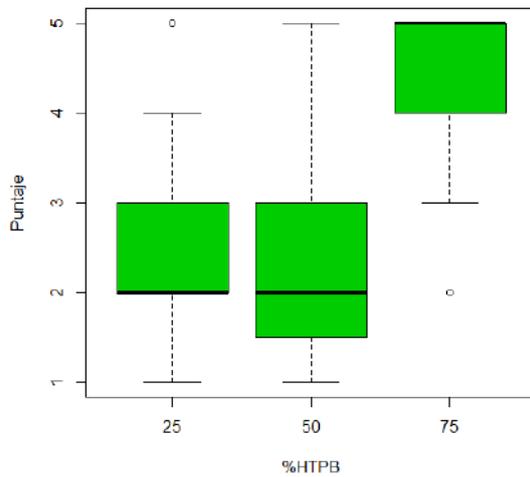


Fig. 2.a Textura

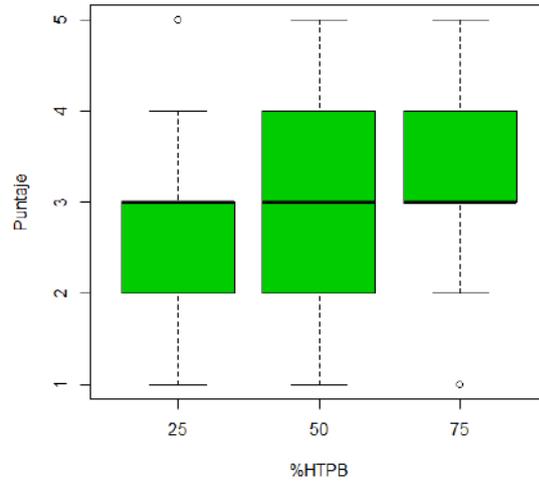


Fig. 2.b Sabor

**Figura 2:** Diagramas de cajas para textura y sabor.

El análisis estadístico se realizó con Rstudio Versión 3.6 para un nivel de significación del 5%. Para evaluar las diferencias entre las muestras se realizó un análisis de varianza ANOVA. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede inferir que para textura las muestras más aceptadas fueron las formulaciones que contenían 25% y 50% de HTPB (cerca del valor óptimo de 3). Mientras para sabor, se observó que las 3 muestras dieron valores cercanos al puntaje óptimo.

Del análisis de textura de las galletitas del panel, podemos observar que todos los parámetros (dureza, deformación según dureza, fracturabilidad y masticabilidad) presentaron mayores valores para la formulación N°8. (Tabla 4), esto explicaría que estas galletitas recibieran un puntaje mucho más alto que el nivel óptimo en textura.

**Tabla 4.** Resultados de textura de las galletitas del panel

Formulación (HTI/HTPB/HA)	Dureza (g)	Deformación (%)	Fracturabilidad (g)	Masticabilidad (mJ)
1 (50/25/25)	2500 <sup>a</sup>	17,1 <sup>a</sup>	1921 <sup>a</sup>	2,9 <sup>a</sup>
4 (25/50/25)	2439 <sup>a</sup>	43,5 <sup>b</sup>	2242 <sup>a</sup>	4,2 <sup>a</sup>
8 (25/75/00)	3703 <sup>a</sup>	49,5 <sup>b</sup>	3703 <sup>b</sup>	16,2 <sup>b</sup>

Los valores reportados corresponden a las medias. Letras diferentes en una misma columna indican diferencia significativa ( $P < 0,05$ ).

## 4. Conclusiones

La harina de alcachofa de Jerusalén resultó ser un ingrediente alimenticio interesante debido a su alto contenido de prebióticos (inulina) y de compuestos fenólicos. Esta harina puede usarse como sustituto parcial de la harina de trigo incrementando la calidad nutricional de los productos horneados.

De los resultados obtenidos en el panel sensorial, se pudo observar que la formulación 4 con un 50 % de HTPB fue la más aceptada en cuanto a textura y sabor. Esto representa un porcentaje importante de reemplazo de harina de trigo, lo que permite obtener productos con bajo índice glucémico, que puedan ser aptos para personas con restricción dietaria ya sea por diabetes o por obesidad, como para aquellas personas que prefieran productos de mejor calidad nutricional.

## 5. Agradecimientos

Los autores agradecen el aporte recibido de la UNSL, INTEQUI-CONICET y CIDCA-CONICET.

## 6. Referencias

- Dopporto, M. C., Sacco F., Viña S. Z., García M. A., (2017). Quality and Technological Properties of Gluten-Free Biscuits Made with *Pachyrhizus ahipa* Flour as a Novel Ingredient Food and Nutrition Sciences, 8, 70-83. doi: 10.4236/fns.2017.81005.
- Johansson, E., Prade, T., Angelidaki, I., Svensson, S. E., Newson, W., Gunnarsson, I., & Hovmalm, H. (2015). Economically viable components from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) in a biorefinery concept. *International journal of molecular sciences*, 16(4), 8997-9016.
- Kaur, M., Singh, V., & Kaur, R. (2017). Effect of partial replacement of wheat flour with varying levels of flaxseed flour on physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of cookies. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 9, 14-20. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2016.12.002>.
- Kays S.J. y Nottingham S.F. *Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke: Helianthus tuberosus*, CRC Press (2008).
- Fernández Segovia, I., García Martínez, E. M., & Fuentes López, A. (2018). Aplicación de las escalas de punto ideal o Just-About-Right (JAR) en análisis sensorial de alimentos.
- MINCYT (2016) <http://www.mincyt.gob.ar/estudios/alimentos-funcionales>
- Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15° Edición. 1990.
- Plan Argentina Innovadora 2020. <http://www.mincyt.gob.ar/adjuntos/archivos/000/022/0000022576.pdf>
- Radovanovic, A., Stojceska, V., Plunkett, A., Jankovic, S., Milovanovic, D., & Cupara, S. (2015). The use of dry Jerusalem artichoke as a functional nutrient in developing extruded food with low glycaemic index. *Food chemistry*, 177, 81-88.
- Rubel, I. A., Perez E. E., Genovese, D. B., Manrique, G. D., (2014). In vitro prebiotic activity of inulin rich-carbohydrates extracted from jerusalem artichoke (*Helianthus Tuberosus* L) tubers at different storage times by *Lactobacillus paracasei*. *Food Research International* 62, 59-65.

Rubel I. A., Tesis doctoral. UNS. Bahía Blanca. Argentina (2015).

Rubel, I. A., Iraporda, C., Novosad, R., Cabrera, F. A., Genovese, D. B., & Manrique, G. D. (2018). Inulin rich carbohydrates extraction from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers and application of different drying methods. *Food Research International*, 103, 226-233.

Saengkanuk, A., Nuchadomrong, S., Jogloy, S., Patanothai, A., & Srijaranai, S. (2011). A simplified spectrophotometric method for the determination of inulin in Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers. *European food research and technology*, 233(4), 609.

Takeuchi, J., & Nagashima, T. (2011). Preparation of dried chips from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) tubers and analysis of their functional properties. *Food Chemistry*, 126(3), 922-926.