

Elaboración de alimento

funcional tipo galletas a base de harina de yacón (*Smallanthus sonchifolius*)

Preparation of functional biscuit-like food (*Smallanthus sonchifolius*)

 Clemente Granados Conde^{1*},  Jhessica Gutiérrez Quintana²,  Karina Castro Pomares³

¹Ingeniero de Alimentos, Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Estudiante de Doctorado en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Docente Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería de Alimentos. Grupo de Investigación, Ingeniería, Innovación, Calidad Alimentaria y Salud (INCAS). Universidad de Cartagena. Cartagena, Colombia. cgranadosc@unicartagena.edu.co <https://orcid.org/0000-0002-3201-4357>

²Ingeniera de Alimentos, Programa de Ingeniería de Alimentos. Grupo de Investigación, Ingeniería, Innovación, Calidad Alimentaria y Salud (INCAS). Universidad de Cartagena. Cartagena, Colombia. jgutierrezq@unicartagena.edu.co <https://orcid.org/0000-0002-3185-2623>

³Ingeniera de Alimentos, Programa de Ingeniería de Alimentos. Grupo de Investigación, Ingeniería, Innovación, Calidad Alimentaria y Salud (INCAS). Universidad de Cartagena. Cartagena, Colombia. kcastrop@unicartagena.edu.co <https://orcid.org/0000-0001-7880-3899>

*Autor correspondiente: cgranadosc@unicartagena.edu.co

Received/Recibido: 12/28/2020 Accepted/Aceptado: 01/15/2021 Published/Publicado: 02/10/2021 DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.4661965>

Resumen

El presente trabajo se basó en la elaboración de una galleta a base de harina de yacón (*Smallanthus sonchifolius*); donde se evaluó la funcionalidad de la galleta, sustituyendo la harina de trigo por harina de yacón con el fin de obtener un producto con propiedades fisicoquímicas e impresión sensorial atractiva, mejorando a su vez, la calidad nutricional de la misma. Las galletas elaboradas a base de harina de yacón, presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) respecto a la galleta patrón (GP) en los siguientes componentes químicos: proteína, ceniza, fibra dietaria, hierro y calcio. En conclusión, el uso de la harina de yacón en una relación de 30%, resultó un ingrediente adecuado en la elaboración de galletas con una aceptabilidad sensorial casi idéntica a la galleta elaborada con harina de trigo, constituyendo una alternativa alimentaria de calidad, así como fuente de proteína, fibra dietaria, hierro y calcio.

Palabras clave: Galletas, harinas compuestas.

Abstract

This work was based on making a cookie based on yacon flour (*Smallanthus sonchifolius*); where the functionality of the cookie was evaluated by replacing wheat flour with yacon flour in order to obtain a product with attractive physicochemical properties and sensory printing, as well as improving nutritional quality. Cookies made from yacon flour had significant differences ($p > 0.05$) from the standard cookie (GP) in the following chemical components: protein, ash, dietary fiber, iron and calcium. In conclusion, the use of yacon flour in a ratio of 30%, proved an adequate ingredient in the production of biscuits with a sensory acceptability almost identical to the biscuit made with wheat flour, constituting a quality food alternative, as well as a source of protein, dietary fiber, iron and calcium.

Key words: Cookies, compound flours.

Introducción

El yacón, cuyo nombre científico es *Smallanthus sonchifolius*, pertenece a la familia de las compuestas o asteráceas. Es una planta originaria de la zona andina y crece en forma silvestre en las laderas húmedas de los Andes, desde América Central hasta el Noroeste Argentino¹, que fue domesticada y cultivada por los antiguos peruanos desde la época pre incaica. Tradicionalmente se lo encuentra cultivado como planta de borde o dentro de los huertos familiares^{2,3,4}.

En la actualidad, tanto las hojas como las raíces, son consumidas en la región suramericana, usadas empíricamente

en la zona del altiplano por personas que padecen de trastornos digestivos, renales y diabetes. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), se le considera un alimento novedoso y dietético cuyos valores nutricionales "lo hacen un alimento perfecto para los diabéticos y para personas en dieta"^{2,3,4}. De ella, se puede aprovechar tanto la hoja como el tubérculo y dentro de sus propiedades, podemos encontrar además de un alto porcentaje de agua y carbohidratos que aportan energía al cuerpo, considerables cantidades de inulina y oligofructosa en su raíz que intervienen en la regulación de la glicemia,

asi como un bajo contenido de calorías, que, en conjunto, contribuyen a una alimentación saludable.

Por lo descrito previamente, se han desarrollado diversas investigaciones con el propósito de obtener evidencias científicas en torno a las propiedades antidiabéticas del yacón^{4,5}.

En este trabajo se desarrolló la elaboración de galletas a base de harina de yacón (*Smallanthus sonchifolius*).

Materiales y métodos

El yacón (*Smallanthus Sonchifolius*), se compró en el municipio de Lebrija, ubicado en el departamento de Santander (7°06'47"N 73°13'08"O). Las especies vegetales fueron recolectadas en madurez de consumo, y fueron seleccionados frescos, enteros y sin ningún tipo de deterioro mecánico ni microbiológico.

Obtención de harina de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*)

Inicialmente, se tomó el material fresco previamente seleccionado y se le realizó el proceso de limpieza con agua corriente para retirar polvo, tierra y suciedad en general. Posteriormente se desinfectó con Citrosan al 2.5% y se procedió al descortezado. Seguidamente, fueron cortadas en rodajas con un espesor de 2 mm y llevadas a un proceso de secado por flujo de aire caliente, a 40 °C por 6 h con velocidad de aire de 5 m/s, hasta alcanzar un contenido constante de humedad entre 10 a 12%. Una vez secadas, fueron pasadas por un molino de martillos y un proceso de tamizaje con tamices 80 – 100 durante 5 min^{6,7}.

Caracterización bromatológica de la harina de yacón

Se llevó a cabo la caracterización química de las harinas, a la cual se le determinó el contenido de nutrientes y micronutrientes mediante las pruebas descritas a continuación: proteína; se utilizó el método de Kjeldahl según AOAC 955.04; cenizas; mediante el método de directo según AOAC 924.05; humedad; por medio del método de secado a 100+2°C según AOAC 925.09⁸; fibra⁹; por el método enzimático gravimétrico; carbohidratos⁹; grasa; por el método de Soxhlet según AOAC 936.15¹⁰, minerales mediante la técnica instrumental de espectrofotometría de absorción atómica^{11,12}.

Elaboración de galletas de la harina de yacón

La fórmula para la elaboración de las galletas se tomó de la Norma Técnica Colombiana (NTC-1241) para la elaboración de galletas^{7,13}. El procedimiento de elaboración de la galleta a base de harinas de yacón, consistió en someter a los ingredientes seleccionados a un proceso de mezclado, filtrado, secado a una temperatura de 180°C, laminado y enrollado de la masa seca, posteriormente se procedió a cortado, enfriamiento y empaque, como ingrediente primario se utilizó harina de yacón.

Análisis sensorial

Para evaluar la medida del grado de aceptación y los atributos sensoriales de la formulación se obtuvo mediante el uso

de la escala Hedónica por parte de un panel de expertos. A los panelistas se les pidió su grado de gustos o disgustos en términos que mejor describen su percepción sobre las galletas de la harina de yacón¹².

Análisis estadístico

Los ensayos realizados se realizaron por triplicado con el fin de garantizar resultados analíticos confiables mediante el programa de GraphPad Prism 5. Los resultados se expresaron como la media ± ESM (error estándar de la media). Las diferencias significativas se determinaron mediante análisis de *t de student* con valores de $p < 0,05$ como diferencias significativas.

Resultados

El rendimiento de harina de yacón fue del 16.2%, siendo inferior a lo reportado por Cerón *et al.*, en la obtención de la harina de papa pastusa (27.41%), este bajo rendimiento en la obtención de harina de yacón, se le atribuye principalmente al alto contenido de humedad que presenta él mismo.

En la tabla 1, se reportan las diferentes formulaciones de las galletas evaluadas.

Tabla 1. Formulaciones de galletas evaluadas

	Formulaciones
Materia prima	F1
	F2
	F3
	F4
	F5
Harina de trigo (g)	600
	420
	360
	300
	0
Harina de yacón (g)	0
	180
	240
	300
	600
Mantequilla (g)	300
	300
	300
	300
	300
Azúcar (g)	300
	300
	300
	300
	300
Huevo (unidad)	1
	1
	1
	1
	1
Limón (mL)	20
	20
	20
	20
	20

En la tabla 2 se reportan los valores de la composición proximal de las harinas. Se identificó que la harina de yacón poseen un mayor aporte de minerales como calcio, hierro, encontrándose diferencias significativas ($p < 0.05$) en los valores.

Tabla 2. Resultados de la composición proximal de las harinas por cada 100g

Parámetros	Harina de trigo (control)	Harina de yacón	Métodos
Actividad de agua (aW)	0,92±0,01*	0,79±0,03*	-
Humedad (%)	7,57±0,40*	6,46±0,17*	AOAC 927.05
Ceniza (%)	0,93±0,04*	1,66±0,06*	AOAC 942.05
Proteína (%)	8,17±0,15*	7,16±0,05*	AOAC 928.08
Grasas (%)	0,87±0,03*	1,39±0,09*	AOAC 985.15
Carbohidratos (%)	79,75±0,62*	84,96±0,07*	AOAC 923.09
Fibra dietaria (%)	0,63±0,12*	0,84±0,06*	AOAC 991.42
Azúcares totales (%)	0,50±0,05*	9,04±0,52*	AOAC 923.09
Ca (mg)	17,67±0,52*	42,454±0,7*	EAA-Llama
Fe (mg)	1,67±0,29*	3,107±0,3*	EAA-Llama
Calorías (Kcal)	333,33±0,1*	302,47±0,05*	-

*Diferencias significativas comparado con la harina de trigo 100%, $p < 0.05$

En las figuras (1 a 5) se evidencian las diferentes formulaciones.



Figura 1. Formulación F1, harina de trigo al 100%



Figura 2. Formulación F2, harina de trigo y harina de yacón en una proporción (70:30) respectivamente.



Figura 3. Formulación F3, harina de trigo y harina de yacón en una proporción (60:40) respectivamente.



Figura 4. Formulación F4, harina de trigo y harina de yacón en una proporción (50:50) respectivamente.



Figura 5. Formulación F5, harina de yacón al 100%

En la tabla 3 se presentan los resultados de la composición proximal de las galletas de harina de trigo (control) y de harina de yacón. Es importante señalar que se evidencian di-

ferencias significativas ($p > 0.05$) en diferentes parámetros proximales de las galletas con respecto al control.

Tabla 3. Resultados de la composición proximal de las galletas

Parámetros	Galleta de trigo (100%)	Galleta de yacón y trigo (70%:30%)	Galleta de yacón y trigo (60%:40%)	Galleta de yacón y trigo (50%:50%)	Galleta de yacón (100%)
Calorías (Kilocalorías/100g)	449,28±0,5	433,36±0,03*	348,29±0,15*	330,35±0,2*	319,63±0,6*
Humedad (%)	6,64±0,17	5,66±0,05*	5,73±0,06*	5,64±0,14*	4,64±0,05*
Ceniza (%)	1,42±0,04	2,18±0,05*	2,29±0,03*	2,48±0,4*	3,47±0,05*
Proteína (%)	9,15±0,12	8,42±0,3*	7,36±0,11*	7,13±0,3*	6,42±0,22*
Grasas (%)	20,03±0,1	19,84±0,16*	20,42±0,43	19,91±0,48	20,34±0,04*
Carbohidratos (%)	60,10±0,5	60,08±0,22	61,20±0,31*	60,02±0,10	62,09±0,31*
Fibra dietaria (%)	1,26±0,04	2,02±0,23*	2,16±0,04*	2,32±0,09*	3,21±0,23*
Azúcares totales (%)	49,25±0,02	48,5±0,03*	49,5±0,5	47,53±0,27*	49,11±0,12
Azúcares reductores (%)	1,48±0,07	5,71±0,32*	9,04±0,52*	11,92±0,17*	12,71±0,32*
Ca (mg)	9,67±0,03	23,77±0,07*	31,36±0,07*	39,88±0,7*	43,42±0,02*
Fe (mg)	0,79±0,17	2,09±0,15*	2,67±0,12*	2,82±0,02*	3,33±0,05*

* Diferencias significativas comparado con la harina de trigo 100%, $p < 0.05$

En las figuras (6 a 10) se evidencian las diferentes galletas elaboradas.



Figura 6. Formulación F1, con harina de trigo al 100%



Figura 7. Formulación F2, galleta elaborada con harina de trigo y harina de yacón en una proporción (70:30) respectivamente.



Figura 8. Formulación F3, galleta elaborada con harina de trigo y harina de yacón en una proporción (60:40) respectivamente.



Figura 9. Formulación F4, galleta elaborada con harina de trigo y harina de yacón en una proporción (50:50) respectivamente.

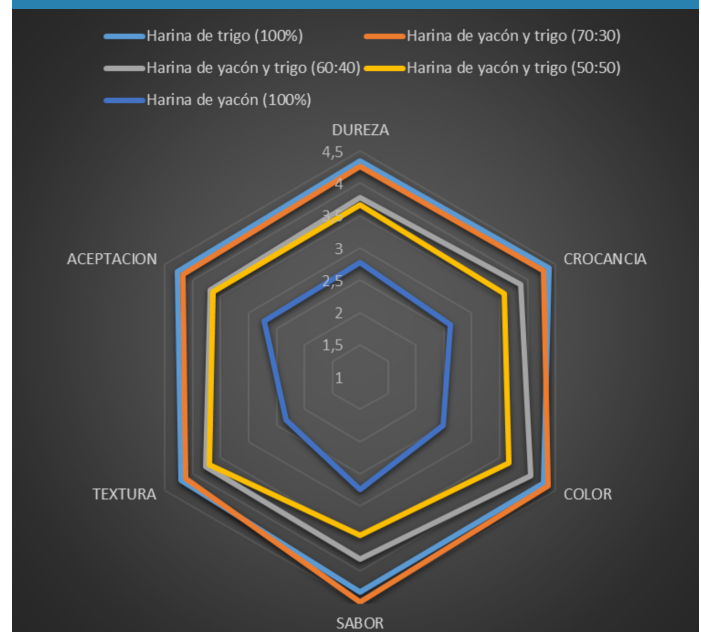


Figura 10. Formulación F5, galleta elaborada con harina de yacón al 100%

La fibra es un componente presente en el yacón, ésta, es difícilmente degradable debido a sus componentes como la lignina, celulosa y hemicelulosa, lo cual se evidencia con valores (2,02 a 3,21) de las galletas formuladas.

En la figura 11 se representa la evaluación de la preferencia de las diferentes de galletas evaluadas. En el análisis sensorial fueron evaluadas como producto de calidad alta-media; tienen sabores persistentes acordes con una galleta con fibra, especialmente a harina, dulce y salvado.

Figura 11. Evaluación de la preferencia de las diferentes de galletas evaluadas



Discusión

En general, las galletas son productos elaborados básicamente con harinas de trigo, avena o centeno, azúcar y grasa vegetal, cuyo contenido proteico mínimo debe ser de cinco a ocho %¹³. Los valores proteicos variaron de (6,42 a 8,42) de las galletas por lo cual cumplen con dicha especificación química y son menores que los resultados obtenidos en galletas con distintos tipos de harinas. Román & Valencia¹⁴ reportaron un contenido proteico de 8,15% para galletas elaboradas con fibras de cereales, Granito *et al.*¹⁵ reportaron 10,1% de proteínas en galletas elaboradas con 30% de frijol; Escobar *et al.*¹⁶ reportaron 10,7 - 13,3% de proteínas en galletas hechas con harina de cotiledón de algarrobo; Ceron *et al.*⁷ reportaron un valor de proteínas comprendido entre 9,57 - 12,55% para galletas a base de harina de papa de la variedad Parida Pastusa (*Solanum tuberosum* L.); Delgado-Vidal *et al.*¹³ indicaron los valores proteicos (8,81 - 13,94 %) de las galletas enriquecidas con carne de barrilete; León *et al.* indicaron 5,25% de proteínas en galletas elaboradas a base de harinas de plátano pelipita (*Musa abb*) y de batata (*Ipomea batatas*)¹⁷.

El color característico de las formulaciones está asociado al efecto de la temperatura y tiempo de horneado sobre el contenido de azúcar, lípidos, proteínas y almidón, los cuales al parecer originaron una coloración típica de las reacciones de Maillard. En un producto cuanto mayor sea la cantidad de azúcares presentes, incluyendo los no reductores se desarrollará un color marrón más oscuro en su superficie¹⁷.

La fibra es un componente presente en las raíces de yacón, tiene un contenido total alrededor de 45g/100g de muestra, de los cuales 35g son fructanos de tipo inulina y los 10g res-

tantes son polisacáridos celulósicos y no celulósicos. Esta raíz es considerada un alimento funcional, debido a la gran cantidad de carbohidratos o fructanos que almacena en forma de inulina y carbohidratos de tipo fructosa, unidos por enlaces glucosídicos $\beta(1\text{--}2)$ con una sacarosa terminal, formando fructooligosacáridos (FOS, polímeros de fructosa), que son capaces de resistir la hidrólisis de enzimas del tracto superior del sistema gastrointestinal humano, dándole bajo contenido calórico. Los FOS representan en el yacón, el 80-90% de su peso seco, sus principales productos del metabolismo son los ácidos grasos de cadena corta, como el butirato, acetato y propionato^{2,18}.

Conclusiones

Se puede concluir que la incorporación de hasta un 30% de harina de yacón en la elaboración de galletas aumenta su contenido de ceniza, así como aumenta el contenido de fibra dietética, sin afectar sus características físicas ni la aceptabilidad sensorial.

AGRADECIMIENTOS.

Los autores agradecen a la Universidad de Cartagena por facilitar espacio, recursos y tiempo de los investigadores.

Referencias

1. Grau A, Kortsarz A, Aybar M, Sánchez-Riera A, Sánchez S. El retorno del Yacón. *Ciencia Hoy*. 2001;11(63):24-32.
2. PYMAGROS. Manual del cultivo de yacón Perú [Internet]. 2005 [Consultado 15 dic 2020]. Disponible en: <http://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/74455093814a213d6976637f4f71ad5f.pdf>
3. Galindo-Lancheros JB, Román-Álvarez SJ, Rodríguez B. El yacón como mitigador de diabetes: una propuesta didáctica para favorecer la argumentación en jóvenes y adultos. Universidad Pedagógica Nacional de Colombia. Colombia [Internet]. 2016 [Consultado 15 dic 2020]. Disponible en: <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/2267/TE-19682.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
4. Ortega V. Las propiedades del Yacón para el control de la diabetes. *El espectador* [Internet]. 2018 [Consultado 30 nov 2020]. Disponible en: <https://www.elespectador.com/cromos/estilo-de-vida/las-propiedades-del-yacon-para-el-control-de-la-diabetes-24367>
5. Sánchez S, Genta S. Yacón: Un potencial producto natural para el tratamiento de la diabetes. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*. 2007; 6(5): 162-164
6. Rodríguez-Sandoval E, Lascano A, Sandoval G. Influence of the partial substitution of wheat flour for quinoa and potato flour on the thermomechanical and breadmaking properties of dough. *Rev UDCA Actual Divulg Cient*. 2012; 15(1): 199–207.
7. Cerón-Cardenas A, Bucheli-Jurado M, Osorio-Mora O. Development of biscuit made from potato flour variety Parida Pastusa (*Solanum tuberosum* L.). *Acta Agron*. 2014; 63(2): 101-109.
8. AOAC. Official methods of analysis of the association of official analytical chemist 16th Ed. Association of official analytical chemists. Washington DC, USA [Internet]. 1995 [Consultado 3 Dic 2019]. Disponible en: <https://www.worldcat.org/title/official-methods-of-analysis-of-aoacinternational/oclc/421897987>.
9. Torrenegra M, Villalobos O, Castellar E, León G, Granados C, Pájaro N. Evaluation of the antioxidant activity of pulps from *Rubus glaucus* B., *Vaccinium floribundum* K. and *Beta vulgaris* L. *Rev Cubana Plant Med*. 2016; 21(4): 1-8.
10. AOAC. Official methods of analysis of the association of official analytical chemist, 15th ed. Methods 932.06, 925.09, 985.29, 923.03. Association of official analytical chemists. Arlington, VA, USA [Internet]. 1990 [Consultado 15 Dic 2019]. Disponible en: <https://www.worldcat.org/title/official-methodsof-analysis-of-the-association-of-official-analytical-chemists/oclc/20709424>.
11. León G, Granados C, Osorio M. Characterization of the pulp of *Annona Muricata* L. Cultivated in the North of the Bolivar Department - Colombia. *Rev Cubana Plant Med*. 2016; 21(4): 1-9.
12. Pájaro N, Torrenegra M, Granados C, Leon G, Pájaro E, Osorio M. Microencapsulation of pulp of *Mangifera indica* L. by spray drying and antioxidant activity. *Int J Pharm Pharm Sci*. 2017; 9(12): 181-185.
13. Delgado-Vidal FK, Ramírez-Rivera E, Rodríguez-Miranda J, Martínez-López RE. Preparation of cookies enriched with black skipjack (*Euthynnus lineatus*): chemical, instrumental and sensory characterisation. *Universidad & Ciencia*. 2013; 29(3): 287-300.
14. Roman M, Valencia FE. Evaluation of crackers with cereal fiber as a functional food. *VITAE (Medellin)*. 2006; 13: 36-43.
15. Granito M, Valero Y, Zambrano R. Baked product development based fermented legumes and cereals for schoolchildren snack. *Arch Latinoam Nutr*. 2010; 60 (1):85-92.
16. Escobar B, Estévez AM, Fuentes GC, Venegas FD. Use of algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz) flour as protein and dietary fiber source in cookies and fried chips manufacture. *Arch Latinoam Nutr*. 2009; 59(2):191-198.
17. León-Méndez G, León-Méndez D, Pájaro-Castro N, Granados-Conde C, Granados-Llamas E, Bahoque Peña MJ. Preparation of a biscuit based on banana (*Musa abb*) and sweet potato (*Ipomea batatas*) flours. *Rev Chil Nutr*. 2020; 47(3):406-410.
18. Caballero L, Colonia A. Yacón as a promising plant in the treatment of diseases. *Investigaciones Andina*. 2018; 20(36).