



## Adición de harina de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en la elaboración de pan tradicional y su efecto en el índice glucémico

### Addition of yacon flour (*Smallanthus sonchifolius*) in the elaboration of traditional bread and its effect on the glucemic index

Aldo Eduardo Mendoza González<sup>1</sup>; Roy Leonardo Barre Zambrano<sup>1</sup>; Ramona Cecilia Párraga Alava<sup>2</sup>; Thalía Lilibel Pachay Gonzalez<sup>1</sup>

1 Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Vía San Mateo, Manta, Ecuador.

2 Facultad de Ciencias Zootécnicas, Universidad Técnica de Manabí, Vía Boyacá, Chone, Ecuador.

\*Autor corresponsal: [almego81@hotmail.com](mailto:almego81@hotmail.com) (A. Mendoza).

ID ORCID de los autores

A. Mendoza:  <https://orcid.org/0000-0002-6999-5849>

R. Barre:  <https://orcid.org/0000-0002-4849-3532>

R. Párraga:  <https://orcid.org/0000-0001-8558-9122>

---

#### RESUMEN

El propósito de esta investigación fue evaluar el efecto del índice glucémico al consumir panes elaborados con diferentes porcentajes de harina de yacón (10, 15, 20, 25 y 30%) más el testigo. Se utilizó el método no invasivo de medición de glucosa en sangre en 5 participantes con índice de masa corporal saludable (IMC) comprendidos (18,5 - 24,9). Los participantes en ayuno degustaron una porción de cada uno de los tratamientos elaborados en diferentes lapsos de tiempo (0, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 min), y en diferentes días. Posteriormente se realizaron las respectivas pruebas de índice glicémico donde se obtuvieron valores que van desde 89,20 hasta 128. Los porcentajes de harina yacón 10%, 15% y 20% de concentración demostraron disminución del índice glucémico en la sangre de los participantes, a diferencia de las concentraciones de harina de yacón 25% y 30% y el testigo (no presenta harina de yacón) que indica un aumento del índice glicémico en relación al tiempo, lo que indica que adición de la harina de yacón en la elaboración de pan no causa efecto significativo en la disminución del índice glucémico en las personas.

**Palabras clave:** yacón; índice glucémico; trigo; pan; harina.

#### ABSTRACT

The purpose of this investigation was to evaluate the effect of the glycemic index when consuming breads made with different percentages of yacon flour (10, 15, 20, 25 and 30%) plus the control. The non-invasive method of measuring blood glucose was used in 5 participants with a healthy body mass index (CML) comprised (18.5 - 24.9). Fasting participants tasted a portion of each of the treatments developed at different time frames (0, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 min), and on different days. Subsequently, the respective glycemic index tests were carried out where values ranging from 89.20 to 128 were obtained. The percentages of flour yacon 10%, 15% and 20% concentration showed a decrease in the glycemic index in the blood of the participants, a difference of the concentrations of yacon flour 25% and 30% and the control (does not present yacon flour) that indicates an increase in the glycemic index in relation to time, which indicates that addition of yacon flour in bread making it does not cause a significant effect in lowering the glycemic index in people.

**Keywords:** yacon; glycemic index; wheat; bread; flour.

---

Recibido: 05-02-2020.

Aceptado: 28-03-2020.

## INTRODUCCIÓN

El conocimiento del índice glucémico de los alimentos y el desarrollo de métodos que determinan con mayor exactitud la cantidad de carbohidratos disponibles ayuda a comprender su importancia e impacto en la dieta (Chasquibol *et al.*, 2002). El índice glucémico (IG) fue originalmente concebido para clasificar los alimentos ricos en carbohidratos según su impacto fisiológico sobre la glucemia postprandial (Marcelo *et al.*, 2008). Tal como menciona (Alcantar *et al.*, 2013) la importancia del IG radica en los beneficios observados a través de investigaciones realizadas en la planeación de dietas para pacientes con diferentes enfermedades, ya que no solamente se utiliza en el tratamiento dietético de diabéticos, sino también en la planeación de la dieta de pacientes con obesidad, sobrepeso o enfermedades cardiovasculares.

Guamán y Villamar (2016) indican que esta enfermedad en Ecuador se encuentra dentro de las primeras causas de mortalidad, llegando a ocupar el segundo lugar en el 2014 con 6,9% del total, lo que representa una tasa de 27,46 por 100.000 habitantes, dado datos informativos del INEC. La Sociedad Ecuatoriana de Pie Diabético (SEPID) señala que en el Ecuador durante la última década ha presentado un incremento considerable de casos de pie diabéticos (Yugcha, 2018).

De acuerdo a la OMS en el Ecuador, el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2014) reportó como segunda causa de mortalidad general a la diabetes mellitus, situándose además como la primera causa de mortalidad en la población femenina y la tercera en la población masculina. Hoy en día, la realidad no es distinta a lo expuesto, ya que, debido al ritmo de vida de las personas, el surgimiento de grandes cadenas de comida rápida y el prominente nivel de sedentarismo y estrés, las

ECV en el ámbito laboral son evidentes, disminuyendo el desempeño de los trabajadores y generando grandes gastos para las empresas y el país. Según estudios realizados por (Vélez, 2017) Manabí es la provincia que posee altas cifras de casos de pacientes diabéticos. De acuerdo a las modificaciones metabólicas de los nutrientes, la inactividad física, falta de adherencia al tratamiento conlleva al control metabólico inadecuado en los pacientes.

En la mayoría de los países desarrollados el tratamiento de la diabetes mellitus se realiza con insulina y/o drogas hipoglucemiantes orales; sin embargo, en un alto porcentaje, aun se usan plantas medicinales para el tratamiento de la hiperglucemia (Sanchez y Genta, 2007) tal como el yacón que existen estudios de (Seminario *et al.*, 2003) donde mencionan que posiblemente el consumo de raíces de yacón fresco tiene efecto hipoglicémico, esto significaría que las raíces de yacón tendrían un principio activo que ocasionaría que el nivel de glucosa postprandial descienda significativamente estas investigaciones

Existen numerosas investigaciones donde se ha analizado la raíz por el alto contenido de azúcares que posee (Chasquibo *et al.*, 2002), extracto acuoso de las hojas (Gordillo *et al.*, 2012) e incluso harina de yacón in vivo sin presentar efectos adversos letales (Caballero y Colonia, 2018) y hasta obtenidos jarabes rico en fructooligosacáridos (López, 2007).

Esta investigación pretende desarrollar un pan con sustitución parcial de harina de trigo por harina de yacón, con la finalidad que sea consumido por personas con problemas glicémicos y que a su vez pueda reducir el índice de glucosa en la sangre siendo un pan saludable para el consumo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se ejecutó en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM) en el laboratorio de Ciencias de alimentos experimentales que corresponde a la Facultad de Ciencias Agropecuarias que se sitúa a 0°, 40", 0" de latitud este respectivamente.

### Obtención de harina de yacón

Para la obtención de la harina de yacón se procedió a un lavado por aspersion, con abundante cantidad de agua corriente y cepillo con el fin de eliminar impurezas, sustancias extrañas y restos de materia orgánica (tierra, hojas, insectos) presente en el vegetal, y a un pelado manual bajo agua corriente. Las raíces fueron cortadas manualmente con cuchillo, de manera transversal, en rodajas de aproximadamente 0,3 cm de espesor y se trataron con una solución de CaCl<sub>2</sub> al 1% por un tiempo de 30 min; este compuesto, por tratarse de una sal, promueve una competencia entre los tejidos del vegetal y los iones salinos por la molécula de agua, lo que

consecuentemente lleva a la remoción de agua del producto provocando la compactación de los tejidos.

El yacón cortado fue acondicionado en bandejas metálicas y secado en estufa con corriente de aire, marca Jonomex (con aire forzado y sistema de regulación de temperatura de 0 - 200 °C) durante 24 h, a una temperatura de 70,0 ± 5,0 °C. El producto fue separado en dos partes, una de ellas se conservó como hojuelas de yacón, mientras que la otra se destinó a molienda.

Esta última se llevó a cabo en un molinillo a hélice, hasta obtener una granulometría mesh 60. El producto fue envasado en bolsas herméticas de polietileno de baja densidad y almacenados en un ambiente seco (Valdez *et al.*, 2013).

### Elaboración del pan

Para la elaboración del pan se utilizó la formulación mostrada en la Tabla 1.

**Tabla 1**  
Formulación de panes

Insumos	Cantidad	
Harina	115 gramos	57,79%
Agua	69,05 gramos	34,69%
Sal	2,3 gramos	1,16%
Levadura	2,3 gramos	1,16%
Manteca	10,5 gramos	5,20%
Total		100%

Se mezclaron todos los ingredientes hasta que se formó una masa homogénea. Se procedió a darle la forma al pan en forma de bolita (boleado) y se pesó para llegar a producto final un pan de 50 g. Se reposa la masa durante una hora, para que esta tome volumen a temperatura ambiente.

La masa continuó inflándose hasta que se alcanzó los 50 °C. Internamente se forma la miga y a medida que aumenta la temperatura, la corteza se endurece y adquiere un tono dorado, temperatura final de horneado son 200 °C durante 10 min. Cabe indicar que la formulación varía ligeramente en los porcentajes de harina de yacón, tal como se muestra en la tabla 2 de la formulación de los tratamientos.

**Tabla 2**  
Tratamientos estudiados

Tratamiento	Harina de trigo (T)	Harina de yacón (Y)
1	70%	30%
2	75%	25%
3	80%	20%
4	85%	15%
5	90%	10%
Testigo	100%	

Posteriormente se determinó el índice glucémico utilizando 5 individuos jóvenes de edad promedio de 19 a 25 años con un índice de masa corporal (IMC) comprendidos en 18 y 24,9 que asistían a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí en horarios matutinos, degustaron las muestras, evaluando un tratamiento por cada sesión, haciendo un reposo de cinco días entre cada sesión. En el estudio se utilizó un diseño experimental completamente al azar con un arreglo unifactorial utilizando InfoStat, Versión Profesional 2018 para determinar si existen diferencias significativas en el índice glucémico.

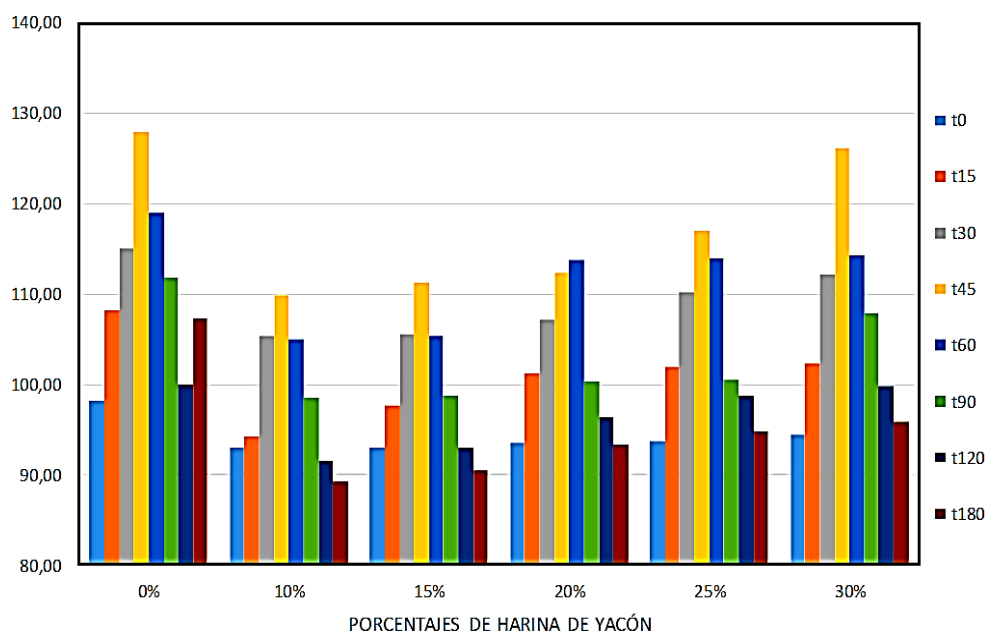
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Respuesta glucémica post-ingestión de pan

En los diferentes tratamientos evaluados se pudo determinar que la concentración de yacón influye significativamente comparando las medias respecto a la concentración de yacón (10, 15 y 20%), es decir que el índice glucémico disminuye notablemente desde el tiempo de medición 0 a 180; mientras que las concentraciones de yacón 25%, 30% y testigo aumentan el índice glucémico paulatinamente (Figura 1).

Según Montero *et al.* (2015) en su estudio realizado con el tema "efectos de panes integrales con

amaranto (*Amaranthus dubius* Mart; ex Tell;) sobre la respuesta glicémica" sugiere un mayor contenido de fibra insoluble en nuestro pan ya que esto reduce el apetito, y por consiguiente la ingesta de alimentos y mejora la respuesta glicémica, todo esto podría estar relacionado con la regulación de la absorción de fibra por tanto, esto puede evitar variaciones bruscas de los niveles de glucosa en sangre, mejorando de esta manera la respuesta metabólica ante el consumo de carbohidratos, lo cual es sumamente importante en las personas diabéticas.



**Figura 1.** Índice glicémico en función del tiempo (min) y la proporción de harina de yacón.

En otros estudios realizados por Franco *et al.* (2013) con las hojas y raíz del yacón corroboran que los resultados de su estudio han demostrado que existe una disminución en los niveles de glucosa en sangre, esto se debe a los fructooligosacáridos del extracto de la raíz del yacón que podría ayudar a los pacientes con diabetes. Se encontró también que la administración de 300 g de raíz fresca de yacón por vía oral reduce la respuesta glicémica postprandial en sujetos sanos en el grupo tratado con yacón de acuerdo con su investigación.

En el estudio de Gordillo *et al.* (2012) se observó disminución de glucosa en los pacientes diabéticos después de la ingesta del té de yacón a las dosis recomendadas. Por otro parte también se administró extracto acuoso de las hojas de yacón a ratas diabéticas, donde demostrando que el extracto reduce los niveles de glucosa en sangre y reportaron además que no alteró los niveles de glucosa sanguínea en los animales con glicemia normal (Gordillo *et al.*, 2012).

El nivel de glucosa en la sangre varía después de la ingesta de yacón, la literatura indica que se debe de estimar la forma de preparación al momento de ser consumida. Estudios realizados anteriormente fueron preparados en té, néctares y de manera fresca al momento de consumirse. Se pudo observar una diferencia significativa en el tiempo (t180) en las concentraciones (90% T - 10% Y) (80% T - 20% Y) (75% T - 25% Y) es el último tiempo de toma de glucosa sanguínea post-ingestión se evidencia que no es tan elevado a diferencia de toma de glucosa de pan (100% T), pero aun así no cumple con las perspectivas esperadas en el estudio realizado.

#### **Azúcares totales del yacón**

En el análisis del yacón proveniente de Ecuador de la ciudad de Cotacachi realizado por el laboratorio LASA presento un 8,8% en 100 gramos de muestra, en cuanto al contenido de azúcares totales.

De acuerdo con una investigación realizada por (Alfaro *et al.*, 2004) en su estudio Efecto normoglicemiantes del tubérculo y la hoja del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en pacientes diabéticos Tipo 2 en los resultados de azúcares totales obtenidos de 100 gramos de muestra, expuesta al

ambiente mediante el método de hidrólisis en caliente obtuvieron un 14,21 %. En los cuales en sus diferentes presentaciones se obtuvo una disminución de glucosa sin llegar a los valores normales. Con respecto a nuestra investigación realizada pudimos presenciar una disminución de glucosa al igual que en la investigación del autor ya nombrado (Alfaro *et al.*, 2004) también hay que rescatar que la manera de ingesta del yacón fue de una manera diferente a nuestra investigación.

En otro estudio realizado por Coronado (2013) con el tema elaboración de la harina de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y su influencia en el crecimiento de dos bacterias probióticas en donde se realizó un análisis de azúcares totales al yacón obtuvieron un resultado de 87,03 % en el cual el mismo autor aduce.

Que el yacón es considerado como una fuente rica de carbohidratos ya que esto representa alrededor del 90% de su peso seco de los cuales entre 50 y 70% son oligofruktanos, el resto está conformado por unidades de sacarosa, fructosa y glucosa, sin embargo, la composición relativa de los diferentes azúcares varían significativamente debido a diferentes factores como son el cultivo, la época de siembra, la cosecha, el tiempo y temperatura de post cosecha, entre otros.

A este tipo de factores se debe nuestra variación de azúcares totales de acuerdo con el contenido de yacón con el cual realizamos nuestro estudio con el estudio de (Coronado, 2013).

Con respecto a una investigación realizada por (Inga *et al.*, 2015) con el tema optimización del proceso de extracción de los fructooligosacáridos de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en donde también se efectuó un análisis de azúcares totales aportan que las variaciones influyentes se deben a diferencias en el estado de madurez y zona geográfica de procedencia como concluyó chirinos. Otro aspecto para considerar es la perfectibilidad de esta raíz; estudios han demostrado que luego de la cosecha las raíces empiezan un rápido proceso de cambio en la composición química: éstos son hidrolizados en azúcares simples por la acción de la enzima fructanohidrolasa, que los convierte en fructosa, sacarosa y glucosa.

## **CONCLUSIONES**

En base al estudio realizado se concluye que la respuesta de glucemia postprandial de los panes de trigo con diferente concentración de yacón en los tiempos testados (0, 15, 30, 45, 60, 90, 120 min), concentraciones de yacón y trigo (90-% T - 10% Y) (85% T - 15% Y) (80% T - 20% Y) (75% T - 25% Y) y (70% T - 30% Y) no disminuye la glucemia en la sangre en participantes sanos. En el tiempo 180 min, en las concentraciones (90% T - 10 % Y), (80%

T - 20% Y) y (75% T - 25% Y) se encontraron diferencias significativas en comparación con el pan convencional (100% harina de trigo), siendo cada paciente su propio testigo.

El yacón presentó un contenido de azúcares totales de 8,8%, debido a las características de procedencia del yacón y tanto a su almacenamiento debido a que el análisis no se realizó en el tubérculo de manera fresco.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcantar, V.; González, G.; Ashima, N.Q. 2013. Índice glucémico en alimentos compuestos. *Rev Esp Nutr Comunitaria* 19(4): 216-223.
- Alfaro, C.; Ugarte, K.; Belsuzarri, I. 2004. Efecto normoglicemiante del tubérculo y la hoja de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en pacientes diabéticos tipo 2. *Revista Horizonte Médico Jun*: 54-65.
- Caballero, L.; Colonia, A. 2018. Yacón como planta promisoriosa en el manejo de enfermedades. *Investigaciones andina* 20(36): 15-18.
- Chasquibol, N.; Aguirre, R.; Bravo, M.; Rivera, D. 2002. Estudio químico y nutricional de las variedades de la raíz de yacón. *Revista peruana de química e ingeniería química* 5(1): 37-42.
- Coronado, Á. 2013. Elaboración de harina de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y su influencia en el crecimiento de dos bacterias probióticas. *Ciencia e Investigación* 19(2): 70-73.
- Franco, A.; Cardona, G.; Villegas, F.; Vásquez, A.; Jaramillo, A. 2013. Sobre el índice glucémico y el ejercicio físico en la nutrición humana. *El residente* 8(3): 89-96.
- Gordillo, G.; Negrón, L.; Zúñiga, T.; Flores, E.; Moreyra, R.; Fuertes, C.Q. 2012. Efecto hipoglicemiante del extracto acuoso de hojas de yacón en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. *Ciencia e investigación* 15(1): 42-47.
- Guamán, B.; Villamar, O. 2016. Uso de los estándares de cuidado médico de la asociación americana de diabetes 2014, para el control metabólico de diabetes mellitus tipo 2. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Guayaquil: Facultad de medicina.
- INEC. 2014. Enfermedades con mayor índice de mortalidad. Disponible en: INEC: [www.inec.gob.ec](http://www.inec.gob.ec)
- Inga, M.B.; Noborikawa, M.; Campos, D. 2015. Optimización del proceso de extracción de los fructooligosacáridos de yacón (*Smallanthus sonchifolius*). *Revista de la Sociedad Química* 81(3): 266.
- López, D. 2007. Valoración de la raíz de yacón: obtención de un jarabe rico en fructooligosacáridos. *Revista de investigación y desarrollo* 1(7): 88-89.
- Marcelo, J.; Miranda, J.; Pérez, F. 2008. Índice glucémico y ejercicio físico. *Revista Andaluza de medicina del deporte* 1(3): 116-124.
- Montero, K.; Moreno, R.; Molina, E.; Colina, M.; Sánchez, A. 2015. Efecto del consumo de panes integrales con amaranto (*Amaranthus dubius* Mart; ex Thell.) sobre la respuesta glucémica y parámetros bioquímicos en ratas Sprague dawley. *Nutrición Hospitalaria* 31(1): 313-320.
- Sanchez, S.; Genta, S. 2007. Yacón: un potencial producto natural para el tratamiento de la diabetes. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 6(5): 162-164.
- Seminario, J.; Valderrama, M.; Manrique, I. 2003. Yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Universidad Nacional de Cajamarca. Perú.
- Valdez, G.; Margaleg, M.; Gómez, M. 2013. Formulación de barra dietética funcional prebiótica a partir de harina de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*). *DIAETA* 31(142): 27-33.
- Vélez, E. 2017. Influencia del nivel de conocimientos del paciente y su familia en el control metabólico de los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 que acuden a los Centros de Salud de la parroquia Eloy Alfaro de Manta. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Guayaquil.
- Yugcha, E. 2018. Programa educativo sobre factores de riesgo de pie diabético por el uso inadecuado de calzado entre los pacientes del club de diabéticos del centro de salud Morete Puyo. Universidad Los Andes. Quito.