

ALIMENTOS

EFFECTO DE LA COCCIÓN SOBRE EL ÍNDICE GLICÉMICO DEL PLÁTANO (*Musa paradisiaca*) Y LA YUCA (*Manihot esculenta*)***EFFECT OF COOKING ON THE GLYCEMIC INDEX OF THE BANANA (*Musa paradisiaca*) AND THE YUCA (*Manihot esculenta*)***Luis Ojeda^{1,2}, Nirza Noguera-Machado², Gustavo Espino², Martiniano Gómez², Andreina Escobar², Ángel Díaz², Hamilton Escobar²¹ Departamento de Fisiología y Bioquímica, Escuela de Medicina, Universidad de Carabobo, Maracay, Venezuela² Instituto de Investigaciones Biomédicas Francisco Javier Triana Alonso, Universidad de Carabobo, Maracay, Venezuela

Correspondencia: Luis Ojeda

E-mail: lojeda2@uc.edu.ve

Presentado: 04/09/19. Aceptado: 29/02/20

Conflictos de interés: los autores declaran no tener conflictos de interés

RESUMEN

Introducción: se evaluó el efecto que distintos tipos de cocción tienen sobre el índice glicémico del plátano (*Musa paradisiaca*) maduro y la yuca (*Manihot esculenta*), alimentos que comúnmente consume población venezolana.

Materiales y métodos: el estudio fue de tipo descriptivo. Los alimentos se adquirieron en mercados locales y se probaron las técnicas de horneado, hervido (sancochado) y frito. Se trabajó con la preparación artesanal tipo "casabe" como el equivalente a la yuca horneada. Se seleccionó una muestra de 35 individuos sanos, de sexo masculino, entre 20 y 25 años de edad, quienes se dividieron de manera completamente aleatoria en siete grupos de cinco personas cada uno para suministrarles el plátano y la yuca en sus diferentes preparaciones, y un grupo como control para suministrarle el pan blanco (alimento control). A los sujetos se les midió la glicemia basal y se le suministraron 50 g del alimento; se tomaron muestras de sangre capilar a intervalos de 15 minutos hasta alcanzar su glicemia basal. Con estos datos se calcularon los índices glicémicos.

Resultados: se encontró que para el plátano frito el IG fue de $12,16 \pm 2,67$, significativamente menor ($p < 0,001$) al horneado ($IG = 91,13 \pm 11,52$) o sancochado ($IG = 48,43 \pm 9,73$). En el caso de la yuca, se observó que el grupo que consumió casabe exhibió el mayor $IG = 65 \pm 5,79$, significativamente superior ($p < 0,001$) al ocasionado por la yuca sancochada ($IG = 24 \pm 3,51$) y la sancochada/frita ($IG = 32 \pm 4,45$).

Conclusiones: los hallazgos obtenidos en el estudio determinaron que la aplicación de distintos procesos de cocción sobre el mismo alimento altera significativamente su índice glicémico.

Palabras clave: glicemia postprandial; índice glicémico; cocción; plátano; yuca.

Actualización en Nutrición 2020; Vol. 21 (4-9)

ABSTRACT

Introduction: the evaluated the effect that different types of cooking have on the glycemic index of ripe banana (*Musa paradisiaca*) and yuca (*Manihot esculenta*), which are foods commonly consumed by the Venezuelan population.

Materials and methods: the study was descriptive. The food was purchased in local markets and the techniques of baking, boiling and fried were tested. We worked with the handmade preparation "casabe" as the equivalent of baked yuca. A sample of 35 healthy individuals, male between 20 and 25 years of age, were selected, which were divided completely into seven groups of five people, so that they consumed bananas and yuca in their different preparations, and a control group of five to supply white bread (control food). The subjects were measured at basal glycemia and 50 g of the food was supplied, capillary blood samples were taken at 15 minutes intervals until they reached their basal glycemia. With these data, glycemic indices were calculated.

Results: it was found that for the fried banana the GI was 12.16 ± 2.67 , significantly lower ($p < 0.001$) when baked ($GI = 91.13 \pm 11.52$) or boiled ($GI = 48.43 \pm 9.73$). In the case of yuca, it was observed that the group that consumed casabe exhibited the highest $GI = 65 \pm 5.79$, significantly higher ($p < 0.001$) than that caused by boiled yuca ($GI = 24 \pm 3.51$) and parboiled/fried ($GI = 32 \pm 4.45$).

Conclusions: the findings obtained in the study determined that the application of different cooking processes on the same food significantly alters its glycemic index.

Key words: postprandial glycemia; glycemic index; cooking; banana; yuca.

Actualización en Nutrición 2020; Vol. 21 (4-9)

INTRODUCCIÓN

La principal fuente de energía para el ser humano son los hidratos de carbono, también denominados carbohidratos, y suelen cubrir más del 60% de los requerimientos energéticos totales en la mayoría de las dietas¹.

Para que el ser humano pueda aprovechar la energía almacenada en los carbohidratos debe ocurrir la hidrólisis hasta sus unidades estructurales. En consecuencia, a lo largo del aparato digestivo actúan enzimas específicas capaces de separar los enlaces α glucosídicos, de tal manera que al llegar al intestino (enterocito), los monosacáridos puedan ser absorbidos y transportados por el torrente sanguíneo hacia los diferentes órganos del cuerpo. Una vez absorbido, ocurre un aumento de la glicemia, que es regulada principalmente por la insulina y el glucagón².

Los carbohidratos presentes en los alimentos se digieren a diferentes tasas según sus diversos factores intrínsecos³. Se ha demostrado que alimentos con similar contenido de carbohidratos usualmente no tienen el mismo impacto sobre los niveles de glucosa en sangre^{3,4}. Es decir, que aquellos ricos en hidratos de carbono, al consumirse en cantidades isoglucídicas, producen respuestas glicémicas diferentes según las características físicoquímicas propias de cada alimento, como digestibilidad, relación amilosa/amilopectina, gelatinización, retrogradación, contenido de fibra dietética, contenido proteico, entre otras^{4,5}.

Por ello, se utiliza el concepto de índice glicémico (IG), una clasificación de los alimentos basada en la respuesta postprandial de la glucosa sanguínea comparada con un alimento de referencia (pan blanco o solución de glucosa)⁵. Este término se propuso para caracterizar el ritmo de absorción de los hidratos de carbono después de una comida, y fue inicialmente diseñado como un método para determinar los hidratos de carbono más adecuados para las personas diabéticas⁶. Para la determinación del IG se realiza la medición de la glicemia postprandial del paciente durante un lapso de 2 horas (h) después de la ingestión de un alimento con 50 g de carbohidratos. El área bajo la curva glucemia/tiempo de cada alimento se compara con la curva de referencia posterior a la ingesta de 50 g de glucosa o de pan blanco, que tienen el valor de 100^{1,4,6}.

En función de este índice los alimentos se clasifican en tres grupos: a) IG bajo menor a 55, los cuales incrementan lentamente la glicemia postprandial; b) IG intermedio cuyo valor oscila entre 56 y 70; c) IG alto mayor a 70, los cuales provocan un rápido

incremento de la glucosa en sangre después de la ingesta⁴. Se ha demostrado que esta categorización de los alimentos no es totalmente exacta dado que para un mismo alimento el IG puede variar. Entre los factores que pueden ocasionar variaciones se destacan la variedad, el grado de madurez, la forma de consumo y el tipo de cocción.

Ridner y Di Sabio en 2015⁷ encontraron que la pasta de sémola de trigo candeal (*Triticum durum*) exhibió un IG de 38 significativamente menor al de la pasta de harina de trigo común (*Triticum aestivum*), cuyo IG fue de 73 debido a que las variedades presentan diferencias en cuanto a la estructura de los gránulos de almidón. En el caso del trigo candeal o trigo duro, los gránulos de almidón están fuertemente unidos a una matriz proteica y, pese a que por la cocción se rompan las proteínas, impiden el acceso de las enzimas digestivas lo que reduce la velocidad de digestión y absorción de dicho almidón. Estos autores también demostraron en el caso del arroz parboil un IG menor al arroz blanco grano largo: IG de 59 versus 71⁷.

En cuanto al grado de madurez, en el índice glicémico de los alimentos, el Sistema de Atención Integral a la Salud de la Universidad Veracruzana indica que mientras más madura esté una fruta o vegetal, mayor será su IG debido a que el contenido de azúcares reductores se incrementa⁸.

En relación al procesamiento o cocción, cada tratamiento hidrotérmico, industrial o culinario conlleva una transformación del alimento que le confiere propiedades y una digestibilidad específica. Al respecto Brand et al.⁹ realizaron un estudio en el cual determinaron la digestibilidad *in vitro* del almidón y la respuesta postprandial de la glucosa en sangre de seis alimentos industriales a base de arroz, maíz dulce y papa, y las compararon con la respuesta que generaban estos alimentos cocinados convencionalmente (hervidos en agua durante 20 a 30 minutos -min-). En todos los casos, a excepción de la papa frita y la papa hervida, los alimentos procesados industrialmente produjeron un índice glicémico más alto ($p < 0,05$). Los investigadores concluyeron que las condiciones de temperatura y presión utilizadas industrialmente favorecieron una mayor disrupción del gránulo de almidón y provocaron una mayor gelatinización y, por ende, digestibilidad⁹.

Por su parte, Gunathilaka y Ekanayake en 2015³ demostraron que la cocción en horno microondas con respecto a la olla eléctrica ocasiona diferencias en el IG de dos variedades de arroz basmati Pakista-

ni (PBR) e Indú (IBR) que se consumen comúnmente en Sri Lankas. Observaron una reducción en los valores de IG de 12,5% en PBR y de 20,4% en IBR cuando se cocinan en un horno microondas comparado con una olla arrocera³.

De igual manera Ojeda et al. en 2018¹⁰ encontraron que la aplicación de procesos de congelación y descongelación por ebullición sucesivos a un alimento a base de maíz provocó una reducción significativa de su IG, desde $86 \pm 6,5$ hasta $67,9 \pm 7,3$ ($p < 0,05$), así como una disminución del contenido de almidón disponible que pasó de $56,3 \pm 0,4$ g de almidón por 100 g de alimento a $46,8 \pm 0,2$ ¹⁰.

En general, según el tipo de cocción, se generan diferentes cambios a nivel nutricional. Por ejemplo, la cocción por inmersión (hervido o sancochado) favorece la hidratación y gelatinización del almidón, la desnaturalización de las enzimas de pardeamiento, la solubilización parcial de los minerales y el deterioro de muchas vitaminas. En el freído el alimento está inmerso en aceite el cual actúa como el conductor de calor a temperaturas de entre 180 a 200°C, y le confiere buen sabor, "crocancia" y buena palatabilidad; sin embargo, se incrementa significativamente su contenido de grasa y por ende su aporte calórico¹¹.

En función de esto, se decidió realizar un estudio para determinar el efecto que el tipo de cocción tiene sobre el IG de dos alimentos ricos en carbohidratos, comúnmente consumidos en Venezuela y países de Latinoamérica, como el plátano (*Musa paradisiaca*) maduro y la yuca (*Manihot esculenta*). Los tipos de cocción probados para el plátano fueron hervido o sancochado, frito y horneado; y para la yuca hervida, hervida/frita y su presentación en tortas de casabe para representar su forma horneada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó con 35 voluntarios sanos de sexo masculino, de entre 20 y 25 años, que cumplieron con los criterios de inclusión. Se excluyeron del estudio individuos que presentaron glicemia en ayuno >110 mg/dl ($>7,8$ mmol/l), índice de masa de corporal (IMC) >25 kg/m², diabetes u otras patologías como cardíacas, renales, metabólicas y/o infecciosas, así como individuos sometidos a dietas especiales o a medicación por prescripción médica. Los sujetos aceptaron participar voluntariamente en la investigación mediante la firma de un consentimiento informado por escrito. El estudio fue aprobado por el Comité de Bioética del Instituto de In-

vestigaciones Biomédicas Dr. "Francisco Triana" de la Universidad de Carabobo (BIOMED-UC).

Métodos de cocción de los alimentos

Se trabajó con plátanos maduros con un tiempo de cosecha de entre una a dos semanas, de color amarillo y con mínima presencia de betas de color negro. Las técnicas de cocción fueron horneado, hervido (sancochado) y frito. Para el plátano horneado se le quitó la corteza y se colocó directamente sobre la rejilla de un horno marca Oster, previamente calentado a 200°C, y se dejó cocinar por un lapso de 20 minutos (min). El plátano sancochado se colocó en agua hirviendo previamente cortado en las puntas y dividido en tres partes iguales, sin eliminar la corteza, y se dejó por 20 min; posteriormente se drenó el agua y se retiró la cubierta. En el caso del plátano frito, se procedió a eliminar la corteza, cortarlo de manera transversal en forma de tajadas con un grosor de 2 cm aproximadamente que se colocaron en aceite previamente calentado a 200 °C; se dejaron cocinar hasta alcanzar un color dorado en ambas caras por un tiempo aproximado de entre 3 a 4 min, se retiraron del aceite y se ubicaron sobre toallas de papel absorbente. Finalizados los procesos de cocción se dejaron enfriar las porciones antes de suministrarlas a los participantes.

En el caso de la yuca se preparó de dos formas: hervida (sancochada) y hervida/frita. También se incluyó la preparación artesanal en forma de casabe adquirido en mercados de la localidad. Para la preparación, la yuca se cortó y peló para sumergirla en agua en ebullición durante 30 min. Luego se retiró el exceso de agua, una mitad se dejó enfriar para suministrársela a los participantes y la otra se cortó en trozos más pequeños y se colocó en aceite previamente calentado a 200°C para freírla durante un lapso aproximado de 10 min hasta alcanzar el aspecto dorado. La yuca frita se retiró del aceite y se colocó sobre toallas de papel absorbente a fin de retirar el exceso de aceite; se dejó enfriar y luego se suministró a los participantes.

Diseño experimental

En total se formaron siete grupos de cinco personas cada uno, escogidas al azar, a fin de suministrar a cada uno el alimento preparado de acuerdo con una técnica de cocción definida y un grupo control al cual se le suministró pan blanco. Los grupos formados fueron: G1 plátano hervido o sancochado, G2 plátano frito, G3 plátano horneado, G4 yuca

hervida o sancochada, G5 yuca frita, G6 casabe y G7 pan blanco (control).

Toma de muestras

Las muestras se correspondieron a sangre capilar tomada de los participantes con una lanceta (Accu-Chek Softclix, Roche Diagnostics) para los tiempos 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90 y 105 min. Se tomaron con tiras reactivas y se analizaron con un equipo automatizado. A todos los sujetos se les instruyó para que el día previo a la toma de muestra permanecieran en ayuno durante 8 horas como tiempo mínimo y sin haber realizado ejercicio físico. El día de la toma de la muestra los participantes se dividieron en sus respectivos grupos para determinarles su glicemia basal, suministrarles el alimento (50 g) y proceder a coleccionar las muestras en los tiempos definidos. Se estableció un tiempo para el consumo de 3-5 min y el consumo de hasta 100 ml de agua durante la ingesta.

Curvas de glicemia e índice glicémico

Los valores de glicemia obtenidos de los individuos se expresaron en mg/dL. Con el fin de representar una curva de glicemia para cada tipo de cocción, se procedió a calcular el promedio y la desviación estándar de la glicemia de los individuos que conformaban cada grupo en los distintos tiempos de medición.

En el caso del cálculo del IG se realizaron las curvas de glicemia para cada uno de los participantes que conformaban los grupos y se procedió a calcular el área bajo la curva. Obtenidas las áreas, se promedió y midió su desviación estándar con el objetivo de medir los IG por grupo.

Análisis estadístico

Para los valores de glicemia se calcularon medias y desviaciones estándares con el programa Excel de Microsoft Office®. Las curvas de glicemia, tanto individuales como las promedio por grupo, también se realizaron con este programa.

En el caso del IG se efectuó un análisis de varianza y una prueba de comparación de Tukey entre grupos, categorizados por alimentos, para determinar si había efectos significativos según el tipo de cocción. Para ello se utilizó el programa Minitab versión 2.0.

Limitantes del estudio

Por ser un estudio donde se involucra el análisis de muestras biológicas proveniente de pacientes, se requiere una permisología bioética y un consen-

timiento informado que en algunos casos limita la participación de las personas en los estudios. Específicamente en este trabajo se consideró que el número de participantes fue un limitante para establecer conclusiones generalizadas desde el punto de vista estadístico; sin embargo, pueden considerarse como indicios como parte de un estudio exploratorio.

RESULTADOS

Caracterización de los grupos formados

Se evaluó la homogeneidad de los grupos formados con respecto a las variables: edad, IMC y glicemia basal. Se encontró que no hubo diferencias estadísticamente significativas en cuanto a estas variables. La edad exhibió un promedio de 22,5 años con una desviación de $\pm 1,7$ años, el IMC un promedio y una desviación de $22,9 \pm 1,8$ y la glicemia basal de 88 ± 10 mg/dl.

Curvas de glicemia

Las curvas de glicemia se categorizaron para su análisis de acuerdo con el alimento (plátano o yuca) y comparadas con el grupo control (pan blanco) (Figura 1).

En el caso del plátano (Figura 1A) se observó que para todos los grupos (G1, G2, G3), el pico máximo de glicemia se alcanzó 30 min después de su ingesta, mientras que en el caso del pan fue a los 45 min, lo que representó una tasa de descenso más rápida.

En lo que respecta a las magnitudes, en el caso del grupo que consumió plátano sancochado (G1) fue superior al del grupo control en dos unidades, equivalente a un incremento del 1,6%. Mientras que para los grupos que lo consumieron frito (G2) y horneado (G3), los valores estuvieron por debajo del grupo control, en un 3,92% y 3,0% respectivamente.

En cuanto al tiempo en que los individuos alcanzaron su glicemia basal, quienes consumieron el plátano frito (G2) lo alcanzaron a los 60 min, seguido por los que los ingirieron plátano sancochado (G1) a los 90 min y por último, a los 105 min los que consumieron plátano horneado (G3) que coincidió con el tiempo en que la alcanzó el grupo control (G7). Esta diferencia en las curvas implica necesariamente diferentes IG de acuerdo con el tipo de preparación.

En las curvas para yuca (Figura 1B) el comportamiento fue diferente. En todos los casos el pico de glicemia estuvo por debajo del exhibido por el grupo control (G7), con una reducción de 10,70% para el grupo que consumió yuca sancochada (G4), 5% para el que la ingirió sancochada/frita (G5) y de 0,36% para quienes consumieron casabe (G6).

El tiempo en que se alcanzó el valor máximo de glicemia para G4 y G5 coincidió con el del grupo control (G7) a los 45 min. Pero para los individuos que ingirieron casabe (G6) este máximo ocurrió a los 30 min después de la ingesta.

En lo referente al tiempo que tardaron los sujetos en volver a su glicemia basal, se encontró que todos los que consumieron yuca alcanzaron estos niveles más rápido que los que ingirieron pan (G7). El grupo que consumió yuca sancochada/frita (G5) lo alcanzó a los 60 min después de la ingesta y los otros (G4 y G6) a los 75 min.

Índice glicémico

Los IG se categorizaron de acuerdo con el tipo de alimento para facilitar las comparaciones.

Para los grupos que consumieron plátano, los valores de IG variaron entre bajo, intermedio y alto, y arrojaron diferencias significativas entre los mismos ($p < 0,001$). El valor promedio más bajo lo exhibió G2 (plátano frito) con $12,16 \pm 2,67$, seguido por G1 (sancochado) con $IG = 48,43 \pm 9,73$ y G3 (horneado) con $IG = 91,13 \pm 11,52$ (Figura 2).

En el caso de los grupos que consumieron yuca, los valores de IG resultaron entre bajos e intermedios. El grupo G6 (casabe) exhibió el mayor $IG = 65 \pm 5,79$, el cual fue significativamente superior ($p < 0,001$) al de los grupos G4 (yuca sancochada, $IG = 24 \pm 3,51$) y G5 (sancochada/frita, $IG = 32 \pm 4,45$). En este caso, el casabe se clasificaría dentro de la categoría de alimento con IG intermedio, y la yuca sancochada y sancochada/frita como alimentos con IG bajo (Figura 2).

En cuanto a la prueba de Tukey realizada para los grupos se encontró que, en el caso del plátano, los tres tipos de cocción ocasionaron respuestas estadísticamente distintas del IG ($p < 0,001$), mientras que en el caso de la yuca la prueba de comparación de medias demostró que las cocciones sancochada y sancochada/frita fueron estadísticamente similares en cuanto a su IG, pero resultaron estadísticamente inferiores al IG del casabe ($p < 0,001$).

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos probaron que las técnicas de cocción empleadas generaron diferencias significativas en las respuestas glicémicas de los individuos y, por ende, en el IG del alimento. La diferencia de condiciones con respecto al agente de transferencia del calor, tiempo y temperaturas de cocción ocasionan modificaciones estructurales y

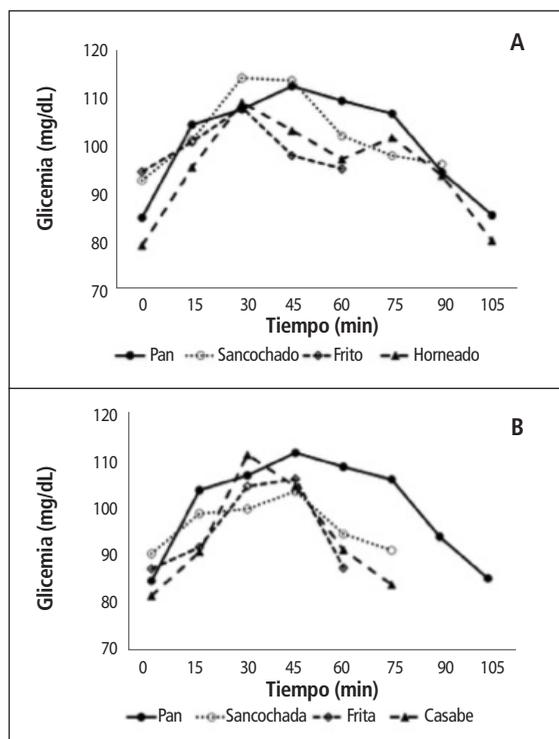


Figura 1: Efecto de las distintas técnicas de cocción sobre el comportamiento de la glicemia capilar. A) Grupos de participantes que ingirieron plátano en sus distintas preparaciones (G1, G2 y G3) vs grupo control (G7). B) Grupos de participantes que ingirieron la yuca en sus diferentes preparaciones (G4, G5 y G6) vs grupo control (G7).

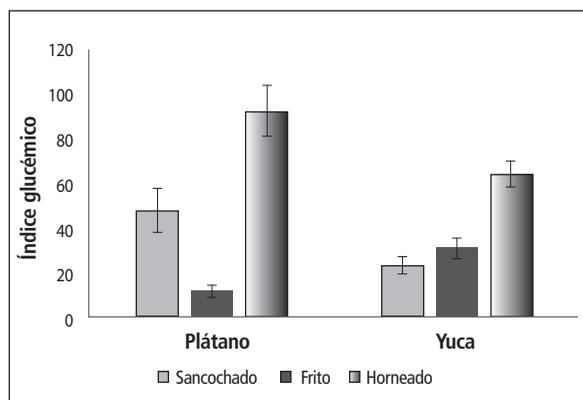


Figura 2: Índices glicémicos promedios de los grupos generados a partir de la ingesta de plátano y yuca en sus diferentes preparaciones.

fisicoquímicas de los carbohidratos presentes en los alimentos, que pueden influir sobre el grado de gelatinización y de retrogradación, tal como lo describen Goni et al.¹².

La exposición del plátano al proceso de horneado favoreció un incremento significativo del IG de este alimento con respecto a los otros procesos de

cocción. Esto coincide con los hallazgos obtenidos por Brand et al. en 1985⁹, quienes afirmaron que las altas temperaturas y el tiempo mayor tiempo de cocción favorecen la liberación de una mayor proporción de moléculas de amilosa y amilopectina, y hacen el almidón presente en el alimento más bio-disponible a la acción enzimática, lo que conduce a una mayor absorción de glucosa y digestibilidad de este alimento.

En cuanto al bajo IG del plátano frito en forma de tajada puede justificarse de acuerdo con lo descrito por Boskou y Edmalfa¹³, quienes señalaron que al freír los alimentos aumenta su contenido de carbohidratos, pero se hacen menos accesibles a la digestión debido a la capa lipídica que los envuelve. El aceite, al interactuar con el alimento, favorece una serie de cambios que incide en su calidad nutricional y sensorial, se produce una reacción de Maillard y los grupos amino libre de proteínas y los grupos carbonilo de los azúcares son rápidamente polimerizados a la temperatura de fritura y forman macromoléculas de color oscuro más difíciles de digerir¹³.

Con respecto a la yuca, la preparación tipo casabe fue la que generó el IG más elevado, esto asociado muy probablemente a que el proceso de elaboración favorece el incremento de los sólidos totales presentes en el alimento debido a la pérdida de agua¹¹. El proceso de elaboración, tal como lo describe Álvarez et al.¹⁴, inicia con el pelado, lavado y posteriormente rallado de la yuca hasta que se vuelve una masa pastosa, la cual se exprime para eliminar la máxima cantidad de agua. De esta manera, queda la harina de yuca semi seca para incorporarla a una hornilla precalentada a 100°C, donde se extiende de manera circular y se deja cocer durante breves minutos por ambos lados¹⁴.

Un aspecto importante con respecto al casabe es que suele relacionarse con un alto contenido de fibra y los nutricionistas en general recomiendan su consumo; sin embargo, este hallazgo requiere que se estudie el efecto metabólico global que este alimento puede tener.

En el caso de la yuca sancochada el IG resultó ser el menor, muy probablemente porque la inmersión en agua favoreció la pérdida de carbohidratos solubles. En este sentido, Moncada y Gualdrón¹¹ demostraron que la cocción por inmersión provocó una disminución de este contenido de sólidos totales de la yuca debido a las pérdidas por solubilización.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demostraron que los distintos procesos de cocción a los que se sometieron el plátano y la yuca ocasionaron diferentes respuestas en la glicemia postprandial de individuos sanos.

REFERENCIAS

1. Franco-Mijares AC, Cardona-Pimentel G, Villegas-Canchola KP, et al. Revisión-opinión. Sobre el índice glucémico y el ejercicio físico en la nutrición humana. *El Residente* 2013; 8(3): 89-96.
2. Biesalski HK, Grimm P. *Nutrición. Texto y Atlas*. Madrid, Editorial Médica Panamericana; 2007.
3. Gunathilaka MD, Ekanayake S. Effect of different cooking methods on glycaemic index of Indian and Pakistani basmati rice varieties. *Ceylon Medical Journal* 2015; 60(2):57-61.
4. Eluazu CO. The concept of low glycemic index and glyce-mic load foods as panacea for type 2 diabetes mellitus; prospects, challenges and solutions. *African Health Sciences* 2016; 16(2):468-479.
5. Gattás V, Barrera G, Leiva L, et al. Determinación de los índices glicémicos y de insulina en fórmulas para alimentación enteral en adultos sanos. *Revista Médica de Chile* 2007; 135:879-884.
6. Picó C, Oliver P, Priego T, et al. Alimentos funcionales y obesidad: estrategias, eficacia y seguridad. *Revista Española de Obesidad* 2006; 4(3):156-174.
7. Ridner E, Di Sibio A. Medición del índice glucémico de dos variedades de pastas y dos variedades de arroz. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 2015; 65(2):79-85.
8. Olivares M. Índice glucémico de los alimentos. Nota del Sistema de Atención Integral a la Salud de la Universidad Veracruzana. Acceso: abril de 2019. Disponible en: <https://www.uv.mx/saisuv/files/2016/08/indice-glucemico-de-los-alimentos.pdf>.
9. Brand JC, Nicholson PL, Thorburn AW, Truswell AS. Food processing and the glycemic index. *The American Journal of Clinical Nutrition* 1985; 42:1192-1196.
10. Ojeda L, Claramonte M, Rey J, et al. Efecto de los procesos de congelación y descongelación sobre los almidones en un alimento a base de maíz. *Revista Chilena de Nutrición* 2018; 45(4):310-315.
11. Moncada LM, Gualdrón L. Retención de nutrientes en la cocción, freído y horneado de tres alimentos energéticos. *Revista de Investigación* 2006; 6(2):179-187.
12. Goni I, Garia-Alonso A, Saura-Calixto F. A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. *Nutrition Research* 1997; 17:427-437.
13. Boskou D, Edmalfa I. *Frying of foods: oxidation, nutrient and non nutrient antioxidants, biologically active compounds and high temperatures. Changes of nutrients at frying temperatures in frying of food*. Technomic Publishing. Lancaster, Pensilvania. 1999.
14. Álvarez BE, Cordero AB, Becerra JP. Caracterización del producto artesanal Casabito. *Journal of Agriculture and Animal Science* 2017; 6(1):8-18.