

ALIMENTOS

ÍNDICE GLUCÉMICO DE TOSTADAS DE MAÍZ NIXTAMALIZADAS ECOLÓGICAMENTE

GLUCEMIC INDEX OF NIXTAMALIZED CORN TOASTS

Joary Padilla Pavón¹, Claudia Secchi²¹ Egresada, Universidad Adventista del Plata, Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Nutrición, Entre Ríos, Argentina² Docente, Universidad Adventista del Plata, Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Nutrición, Entre Ríos, Argentina

Correspondencia: Joary Padilla Pavón

E-mail: joary.pavonce@gmail.com

Presentado: 30/08/19. Aceptado: 02/10/19

Conflictos de interés: las autoras declaran no tener conflictos de interés

RESUMEN

Introducción: el maíz y sus métodos de procesamiento se estudiaron a lo largo de los años para proveer subproductos de mejor calidad sensorial y nutricional. Uno de estos métodos es la nixtamalización ecológica, una variante de la nixtamalización tradicional. En México se estudiaron las tortillas de maíz elaboradas con la nixtamalización ecológica, las caracterizaron fisicoquímicamente y calcularon el índice glucémico *in vivo*. Estudios recientes también muestran la influencia entre la fibra alimentaria y un bajo índice glucémico.

Materiales y métodos: estudio de tipo descriptivo cuasi experimental, desarrollado entre los meses de julio y septiembre de 2018. Participaron seis sujetos voluntarios de la ciudad de Libertador San Martín, Entre Ríos, Argentina. Se siguió el protocolo propuesto por la FAO/OMS para determinar el índice glucémico. Para el análisis de los datos se utilizó el programa informático Microsoft Excel. El análisis físico-químico de las tostadas se realizó en un laboratorio químico en la ciudad de Paraná.

Resultados: el índice glucémico para las tostadas de maíz amiláceo amarillo nixtamalizadas ecológicamente fue de 53 puntos y se clasificó como un alimento de bajo índice glucémico. Para la carga glucémica se calculó una porción de 30 g de tostadas equivalente a 22 g de carbohidratos y resultó una puntuación de 12 con una carga glucémica media. En el análisis físico-químico se resaltó el bajo contenido en fibra de las tostadas elaboradas con maíz amiláceo amarillo.

Conclusiones: las tostadas de maíz nixtamalizadas ecológicamente son de bajo índice glucémico y carga glucémica media en una porción de 30 g de tostada aún cuando el porcentaje de fibra alimentaria no corresponde a un alimento fuente de fibra, lo cual las convierte en un producto apto para la población celiaca y diabética.

Palabras clave: maíz; índice glucémico; carga glucémica; nixtamalización.

ABSTRACT

Introduction: corn and its processing methods have been studied throughout the years, to be able to provide by-products of better sensory and nutritional quality. One of these methods is the Ecological nixtamalization; this is a variant of the traditional nixtamalization. In Mexico, corn tortillas made with the Ecological nixtamalization were studied, they were characterized physicochemically, and the index of glycemic was calculated. Recent studies also show the influence between dietary fibre and a low glycemic index.

Materials and methods: quasi-experimental descriptive study, carried out between the months of July and September 2018. Six voluntary subjects from the city of Libertador San Martín, Entre Ríos, Argentina, participated in the study. The protocol proposed by the FAO/WHO to determine the glycemic index was followed. For the analysis of the data the Microsoft Excel computer program was used. The physicochemical analysis of the toasts was performed in a chemical laboratory, in the city of Paraná.

Results: the glycemic index for the yellow starchy corn toast ecologically nixtamalized was of 53 points, being classified as a food with low glycemic index. For the glycemic load, a 30 g portion of toast was calculated, the equivalent of 22 g of carbohydrates, the result being 12 points, a medium glycemic load. In the chemical physical analysis, the low fiber content of the toasts made with yellow corn starch stands out.

Conclusions: the ecologically nixtamalized corn toasts have a low glycemic index and a medium glycemic load in a 30 g serving of toast, even when the percentage of dietary fiber does not correspond to a food source of fiber; becoming a product suitable for the celiac and diabetic population.

Key words: corn; glycemic index; glycemic load; nixtamalization.

INTRODUCCIÓN

El maíz es básico en la alimentación porque es uno de los cereales más consumidos del mundo después del trigo y el arroz¹. Las variedades que se usan para la alimentación son el maíz dulce, reventador, dentado, amiláceo o harinoso y el cristalino². Cuenta con cuatro estructuras básicas: endospermo, germen, pericarpio y piloriza¹, y su composición química presenta carbohidratos 74,9%, proteínas 9,5% grasas 0,9% y fibra dietética 7,3%³.

El endospermo contiene gran parte del almidón presente en el grano². Las proteínas son el segundo macronutriente más abundante en el maíz, presentes la mayor parte en el endospermo y el resto en el germen^{1,2}. Los lípidos que se encuentran principalmente en el germen² se componen de ácidos grasos poliinsaturados y en menor proporción de saturados⁴. En el pericarpio y la piloriza es donde está la fibra alimentaria; es la parte más externa del grano e incluye todos los tejidos que lo recubren^{2,4}. Esta fibra está formada principalmente por hemicelulosa, celulosa y lignina¹. La fibra es el cuarto componente más significativo en el grano de maíz. En proporción, la fibra insoluble es más abundante que la fibra soluble. El maíz también contiene vitaminas liposolubles, hidrosolubles y minerales⁴.

El maíz es un cereal adecuado para celíacos y suele mezclarse con otros ingredientes para elaborar productos aptos para ellos². Deben aplicarse las recomendaciones de buenas prácticas de manufactura para evitar la contaminación cruzada, la cual sucede por el contacto del alimento inocuo con productos, utensilios o manos contaminadas con gluten⁵.

En Argentina sólo un 7% de la producción de maíz es para consumo humano, aún cuando es un país altamente productor a nivel mundial⁶. Esta producción se procesa principalmente mediante la molienda seca y la molienda húmeda. Con la molienda seca se obtienen las sémolas, harinas de maíz gruesa y fina, etc., mientras que con la molienda húmeda, almidón, aceite, jarabes de maíz y maíz nixtamalizado, etc.^{2,7}.

Herrera menciona que algunas empresas elaboradoras de *snacks* realizan la nixtamalización en Argentina⁸. El Código Alimentario Argentino contempla el proceso de cocción alcalina del maíz y autoriza el uso de hidróxido de calcio (cal) y el cloruro de calcio (CaCl₂) como aditivos con el fin de modificar la textura, las características físico-químicas y aportar firmeza al grano⁹.

La nixtamalización es uno de los métodos utilizados en el mundo para procesar el maíz y tiene di-

versas variantes, la más antigua es la nixtamalización tradicional. Se realiza con la cocción del maíz en una solución con agua e hidróxido de calcio (cal), se deja reposar el grano de maíz en la solución durante 12 a 16 h, se lava el maíz para eliminar toda la solución alcalina, lo cual deja como resultado maíz nixtamalizado, y luego se muele para hacer la masa¹⁰.

La nixtamalización tradicional se utiliza para suavizar el grano y le otorga mayor calidad nutricional a diferencia del grano crudo o no nixtamalizado^{1,11}. El tiempo de reposo ayuda a que se presenten cambios a nivel molecular y físico-químico lo cual modifica la textura¹². La concentración de calcio en el grano aumenta un 400% en relación al calcio presente en el grano crudo, con una concentración del 2% de cal¹¹. Pese a estos beneficios se comprobó la pérdida de materia seca en la nixtamalización tradicional¹³. Esto contamina los afluentes hídricos por el desecho del líquido que contiene hidróxido de calcio y residuos de materia seca. Esta materia seca se compone de partes del pericarpio, almidón, proteínas y partes del germen. La gran cantidad de agua necesaria para el procesamiento a nivel industrial es otra problemática de este proceso¹⁴.

Actualmente se investigan nuevos métodos de nixtamalización para mejorar la calidad nutricional y el proceso productivo de harina de maíz, mantener la calidad sensorial y disminuir el impacto ambiental¹⁴. Algunos de los procesos que se implementaron son: la cocción a vapor, a presión, calor seco, la micronización¹ o calentamiento óhmico, entre otros¹⁰. Ninguno de estos métodos pudo mantener la calidad sensorial, la eficiencia de producción, la calidad nutricional y disminuir la contaminación al mismo tiempo¹⁴.

La nixtamalización ecológica es un método moderno patentado en México por Figueroa et al.¹⁵ quienes evaluaron los beneficios de la nixtamalización ecológica en comparación con la nixtamalización tradicional. Este método propone cambiar el hidróxido de calcio por otras sales de calcio que produzcan efectos similares en el maíz. Ramos y su equipo afirmaron que en el producto realizado con la nixtamalización ecológica al 0,6% de CaCl₂, el contenido de almidón resistente, lípidos, proteína y fibra alimentaria es mayor que la nixtamalización tradicional y sin el agravante de la contaminación hídrica. Observaron que la pérdida de materia seca fue menor en la nixtamalización ecológica y también encontraron que en las tortillas realizadas con esa concentración de sal de calcio, el índice glucémico fue bajo^{14,16}.

El índice glucémico es una herramienta desarrolla-

da por Jenkins y propuesta por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (ONUAA, o más conocida como FAO)/Organización Mundial de la Salud (OMS)^{17,18} que cataloga los alimentos según su capacidad para aumentar la glucemia^{18,19}. El índice glucémico se mide al calcular con regla la trapezoidal, el incremento del área bajo la curva de la respuesta glucémica a un alimento estándar comparado con un alimento ensayo, en donde ambos representen 50 g de carbohidratos consumidos por la misma persona en diferentes momentos. El alimento estándar puede ser pan o glucosa¹⁸. Se considera índice glucémico alto (≥ 70), medio (55-69) y bajo (≤ 55). El índice glucémico está influenciado por el tipo y las propiedades de los carbohidratos, la interacción con otros nutrientes, la textura, el proceso de elaboración del alimento y el almidón resistente^{19,14}.

Diversos trabajos científicos estudiaron el índice glucémico de diferentes alimentos como las barras de cereal y las pastas. Apaza et al. lo midieron en papa, moraya y chuño²⁰⁻²², y Ramos y Sáyago investigaron el índice glucémico específicamente de las tortillas de maíz^{14,23}. Gracias a estos estudios se elaboraron tablas de índice glucémico a nivel internacional de diferentes alimentos.

La carga glucémica también es un indicador que clasifica cuantitativamente la respuesta glucémica dado que relaciona el índice glucémico con la porción habitual de alimento y su cantidad de carbohidratos¹⁶. La fórmula de carga glucémica es: índice glucémico * carbohidratos de la porción (g)/100. La carga glucémica puede clasificarse en alta (≥ 20), media (11-19) y baja (≤ 10). Un alimento con un índice glucémico bajo no necesariamente tendrá una carga glucémica baja porque la carga glucémica varía según la cantidad de carbohidratos aportados por la porción y esto no ocurre con el índice glucémico¹⁹.

Cuando la síntesis, secreción y sensibilidad insulínica es normal, el consumo de un alimento con carga glucémica alta provoca una hiperglucemia que es compensada y seguida con una fase hipoglucémica que provoca más apetito y por ende más ingesta. El consumo frecuente de alimentos con carga glucémica alta afecta las células beta pancreáticas por sobre demanda insulínica, lo cual aumenta el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2¹⁹.

Planteo del problema

¿Cuál es el índice glucémico, carga glucémica y contenido de fibra de las tostadas de maíz elaboradas con el método de nixtamalización ecológica?

OBJETIVOS

Objetivo general

- Medir el índice glucémico y la carga glucémica, y comprobar el contenido de fibra de las tostadas de maíz elaboradas con el método de nixtamalización ecológica.

Objetivos específicos

- Elaborar tostadas de maíz con un aporte de fibra alimentaria igual o mayor a 6 g por cada 100 g de alimento.
- Analizar la composición nutricional de las tostadas de maíz.
- Medir el índice glucémico *in vivo* con el protocolo recomendado por la FAO/OMS.

Justificación

En esta investigación se elaboraron tostadas de maíz con el método de nixtamalización ecológica. Se analizaron de manera físico-química y se obtuvo su información nutricional. Se aplicó el protocolo de la FAO/OMS para determinar el índice glucémico. Se calculó la carga glucémica de la porción.

El índice glucémico, al ser una herramienta de educación alimentaria para profesionales de la nutrición, ayuda en la orientación de los pacientes en riesgo o con patologías como la diabetes tipo 2 y la resistencia a la insulina. Los alimentos de bajo índice glucémico y baja carga glucémica son beneficiosos para la salud porque evitan los ciclos de hiperglucemia e hipoglucemia, lo cual se relaciona con apetito aumentado, mayor ingesta y un bajo nivel de saciedad, y a la larga consumir alimentos con carga glucémica alta incrementa el riesgo de diabetes¹⁶. Cada vez más alimentos se clasifican en las tablas de índice glucémico a nivel mundial, lo cual ayuda en su selección. Por ello es importante elaborar y clasificar alimentos con bajo índice glucémico que pueda consumir la población celíaca, diabética y personas sanas que desean cuidar su salud.

Con los resultados de esta investigación pueden ampliarse y completarse los datos en las tablas de índice glucémico y aportar información sobre la composición de macro y micronutrientes y fibra de un producto novedoso.

También la intención es dar a conocer otros métodos de elaboración de productos a base de maíz implementados en otras partes del mundo pero poco utilizados en Argentina, métodos que no perjudiquen el medio ambiente y a su vez mantengan o aumenten la calidad nutricional de los productos.

El procedimiento propuesto para investigar es el método de nixtamalización ecológica.

Al ampliarse el panorama cultural con la globalización, los alimentos o métodos de elaboración extranjeros son cada vez más aceptados en la sociedad argentina y traen beneficios adicionales a la dieta, la salud y el medio ambiente.

Teniendo en cuenta el alcance que podría tener esta investigación al bienestar público, se considera de extrema importancia realizarla.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio fue de tipo descriptivo cuasi experimental. Para la elaboración de las tostadas de maíz se utilizó maíz amiláceo amarillo y se aplicó el proceso de nixtamalización ecológica con una concentración de CaCl_2 a 0,6%. Se cocinó el maíz una hora y reposó en el líquido con el CaCl_2 . Antes de la molienda se desechó el líquido de la cocción, se formaron discos con la masa que se cocinaron a la plancha, se congelaron durante un mínimo de 48 h y luego se tostaron en el horno a una temperatura baja (180°C) durante 20 minutos (min). Una vez fríos se almacenaron en bolsas cerradas. Se tomaron en cuenta recomendaciones proporcionadas por la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT) para evitar la contaminación cruzada con gluten⁵.

Esta investigación se desarrolló en la ciudad de Libertador San Martín, Entre Ríos, Argentina, entre los meses de julio y septiembre de 2018. El procedimiento se realizó en las instalaciones del Centro Universitario de Atención Interdisciplinaria. Para determinar el índice glucémico se evaluaron seis sujetos voluntarios de la comunidad. Se incluyeron aquellos que presentaron un IMC normal, glucemia en valores normales, que estuviesen en ayunas más de 8 h, con edades entre 18 y 65 años que firmaron el consentimiento informado. Se mantuvieron los datos en total confidencialidad al momento de realizar el estudio. Se solicitaron datos personales como peso y talla que refirieron los participantes, y se escribieron en la planilla de registro de la glucemia (ver Anexo). Se excluyeron del estudio personas que estuviesen en gestación, con enfermedades metabólicas o endocrinas, o que tomaran algún tipo de medicamento que altere la glucemia al momento del estudio. Este trabajo fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Adventista del Plata bajo la Resolución 9/6-2018.

Se realizó un análisis físico-químico en un laboratorio químico de terceros, en la ciudad de Paraná, En-

tre Ríos, para determinar los macronutrientes, contenido de fibra alimentaria, cenizas, humedad y calcio.

El índice glucémico se midió según el protocolo de la FAO/OMS. Se midió la glucemia capilar en cuatro instancias en semanas diferentes. Las primeras tres con la ingesta de una solución de 50 g de glucosa en polvo diluida en 250 ml de agua y en la última ingiriendo el equivalente a 50 g de carbohidratos de las tostadas de maíz. En cada instancia se midió en intervalos: 0, 15, 30, 45, 60, 90, 120 min, consumiendo en los primeros 15 min los respectivos productos. Para medir la glucemia capilar se utilizaron dos glucómetros (true metrix, USA; Accu Check, Argentina) y la medición la realizaron enfermeros profesionales. Al final de cada instancia se proporcionó a los participantes un refrigerio. Con los datos obtenidos se calculó el incremento del área bajo la curva (IABC) con la regla trapezoidal. Se buscó la media de los tres IABC correspondientes a la glucosa y se aplicó una fórmula con el IABC de las tostadas y IABC media de la glucosa. Se promedió el resultado de la fórmula de todos los sujetos para conseguir el índice glucémico.

Se calculó la carga glucémica con la fórmula $\text{IG}^* \text{carbohidratos de la porción (g)/100}$.

Los datos se analizaron con el programa de procesamiento de datos Microsoft Excel 2013. Se realizaron tablas, gráficos para calcular IABC, media, fórmulas para obtener el índice glucémico y carga glucémica.

RESULTADOS

Se elaboraron tostadas de maíz amiláceo amarillo con el método de nixtamalización ecológica con CaCl_2 al 0,6%. El análisis físico-químico realizado en el laboratorio químico de la ciudad de Paraná, Entre Ríos, determinó: valor energético 398 Kcal%, carbohidratos totales 74,6%, proteínas totales 9,6%, materia grasa 6,8%, humedad 6,7%, fibra 1,6% calcio 0,020%, cenizas 0,70% y sodio 447,40% ppm.

Para la determinación del índice glucémico se siguió el protocolo de la FAO/OMS. Participaron seis sujetos de ambos sexos de los cuales 67% (n:4) sexo femenino y 33% (n:2) sexo masculino; todos cumplían con los criterios de inclusión y exclusión del presente estudio.

Al analizar los datos se halló un valor de 84 mg/dl para el promedio de glucemias en ayunas y un promedio de glucemia de 99 mg/dl (15 min), 134 mg/dl (30 min), 145 mg/dl (45 min), 134 mg/dl (60 min), 112 mg/dl (90 min), 93 mg/dl (120 min) para el alimento estándar. Para el alimento en estudio los valores promedios encontrados fueron de 94 mg/dl (15 min),

117 mg/dl (30 min), 124 mg/dl (45 min), 114 mg/dl (60 min), 105 mg/dl (90 min), 98 mg/dl (120 min).

El índice glucémico fue de 53 puntos y se clasificó como un alimento de bajo índice glucémico. Para la carga glucémica el valor encontrado fue 12 siendo una puntuación media para una porción de 30 g de tostadas que equivalen a 22 g de carbohidratos.

DISCUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos en el presente estudio se elaboraron tostadas de maíz amiláceo amarillo con el método de nixtamalización ecológica al 0,6% de CaCl_2 y se halló un valor mucho menor de fibra que el encontrado en el estudio de Ramos, quien determinó un 19,7% de fibra en tortillas de maíz elaboradas con el mismo proceso y la misma concentración de sal de calcio. Esto puede relacionarse con la variedad de maíz utilizada y también con el método empleado para el procesamiento, a pesar que se evitó usar el método tradicional con el cual se observaron mayores pérdidas de fibra alimentaria¹⁴.

Se descubrió que el índice glucémico de las tortillas de maíz nixtamalizadas con el proceso ecológico con una concentración del 0,6% de CaCl_2 fue de 43,3 un resultado similar al encontrado en este estudio a pesar de tener un menor porcentaje de fibra; esto puede deberse al almidón resistente¹⁴.

Al someter las tostadas a un proceso en el cual se alternaron las temperaturas y se congelaron, pudo haberse desarrollado almidón retrogrado, lo cual también contribuye a que tanto el índice glucémico como la carga glucémica de dicho alimento sean menores^{24,14}.

Se comprobó la absorción y biodisponibilidad de calcio en la nixtamalización tradicional¹¹, y comparadas en este estudio la absorción de calcio fue mucho menor en la nixtamalización ecológica.

CONCLUSIONES

Las tostadas de maíz nixtamalizado ecológicamente son de bajo índice glucémico y carga glucémica media en una porción de 30 g de tostada, aún cuando el porcentaje de fibra alimentaria no corresponde a un alimento fuente de fibra pero aún es un producto apto para la población celíaca y diabética en el marco del tratamiento.

REFERENCIAS

1. FAO. El maíz en la nutrición humana. Biblioteca David Lubin, Roma (Internet) 1993. Citado: 3 de abril de 2018. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/t0395s/T0395S00.htm>.

2. ILSI. El cultivo del maíz en la Argentina. Buenos Aires: ILSI (Internet) 2006. Citado: 16 de abril de 2018; 2. Disponible en: <http://www.ilsi.org.ar/index.php?com=biblioteca&id=9&tipo=1>.
3. Argenfood. Tabla de composición química de los alimentos (Internet) Citado: 11 de junio de 2018. Disponible en: <http://www.argenfoods.unlu.edu.ar/Tablas/Tabla.htm>.
4. Ortega I. Maíz I (Zea mays). REDUCA Biol (Internet) 2014. Citado: 30 de abril de 2018; 7(2). Disponible en: <http://revisatareduca.es/index.php/biologia/article/view/1739>.
5. ANMAT. Guía de recomendaciones para un menú libre de gluten seguro (Internet) 2017. Citado: 11 de junio de 2018. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/Enfermedad_Celiaca/Guia_BPM_ALG_gastronomicos_2017.pdf.
6. AGPyA. Cálculo de consumo interno de maíz en Argentina, 2017. Cosecha 2016-2017. Primera estimación. Argentina: SAGPyA (Internet) 2017. Citado: 30 de abril de 2018; p.1-10. Report N° 1. Disponible en: https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/granos/_archivos/000061_Informes/899992_C%3%A1nculo%20inicial%20de%20Consumo%20de%20Ma%C3%ADz%20en%20Argentina%20-%20Cosecha%2016-17%20-%20Julio%202017.pdf.
7. Méndez-Rodríguez LI, Juan AD, Cárdenas-Figueroa D. Evaluación de propiedades físico-químicas y nutraceuticas de harina y tortilla elaboradas con un proceso de nixtamalización ecológica. Universidad Autónoma de Queretaro (Internet) 2013. Citado: 30 de abril de 2018. Disponible en: <http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/908/1/RI000087.pdf>.
8. Herrera CA. Elaboración de snacks a partir de masa de maíz nixtamalizado. Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industrial (Internet) 2017. Citado: 16 de abril de 2018. Disponible en: <http://bdigital.uncu.edu.ar/9293>.
9. ANMAT. Código Alimentario Argentino (Internet). Sec. IX, 18284. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas_alimentos_caa.asp.
10. Saénz-Montañez JC, Reyes-Vega LM, Ménera-Lopez I. Calentamiento óhmico para la producción de harina de maíz. Ciencia Cierta (Internet) 2011. Citado: 3 de abril de 2018; 7(25). Prox 5 p. Disponible en: <http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/CienciaCierta/CC25/12calentamiento.html>.
11. Castillo VKC, Ochoa MLA, Figueroa CJD, et al. Efecto de la concentración de hidróxido de calcio y tiempo de cocción del grano de maíz (Zea mays L.) nixtamalizado, sobre las características fisicoquímicas y reológicas del nixtamal. ALAN (Internet) 2009. Citado: 3 abril de 2018; 59(4): 425-432. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000406222009000400011&lng=es.
12. Arámbula-Villa G, Barrón-Ávila L, González-Hernández J, et al. Efecto del tiempo de cocimiento y reposo del grano de maíz (Zea mays L.) nixtamalizado sobre las características físico-químicas, reológicas, estructurales y texturales del grano, masa y tortillas de maíz. ALAN (Internet) 2001. Citado: 3 abril de 2018; 51(2): 187-194. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000406222001000200011&lng=es&nrm=iso&tling=es.
13. Medina-Velés JJ. Caracterización de tostadas elaboradas con maíces pigmentados y diferentes métodos de nixtamalización. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada. I.P.N., Santiago de Querétaro (Internet) 2008. Citado: 16 de abril de 2018; 1-178. Disponible en: <http://itzamna.bnct.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/689/JUANVELESMEDINA1.PDF?se=quence=1&isAllowed=y>.

14. Ramos DS. Efecto de la concentración de sales de calcio en la gelatinización del almidón durante el proceso de nixtamalización ecológico y tradicional. Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Química (Internet) 2014. Citado: 30 de abril de 2018. Disponible en: <https://studylib.es/doc/5592974/efecto-de-la-concentraci%C3%B3n-de-sales-de-calcio-en-lagelat>.

15. Figueroa JDC, Rodríguez-Chong A, Vélez-Medina JJ (inventores). Proceso ecológico de nixtamalización para la producción de harinas, masa y tortillas integrales (Internet). Citado: 7 de junio de 2018. Patente mexicana N° 289339 (en español). 15 de agosto de 2011. Disponible en: <http://siga.impi.gob.mx/newSIGA/content/common/busquedaSimple.jsf>.

16. Campechano-Carrera EM, Figueroa JD, Arámbula-Villa G, Martínez-Flores H, Jiménez-Sandoval S, Luna-Barcenas G. New ecological nixtamalisation process for tortilla production and its impact on the chemical properties of whole corn flour and wastewater effluents. *Int J Food Sci Technol* (Internet) 2012. Citado: 1° de mayo de 2018; 47:564-571. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/247769825_New_ecological_nixtamalisation_process_for_tortilla_production_and_its_impact_on_the_chemical_properties_of_whole_corn_flour_and_wastewater_effluents.

17. Jenkins DJ, Wolever TM, Taylor RH, et al. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate Exchange. *Am J Clin Nutr* (Internet) 1981. Citado: 1° de mayo de 2018; (34) issue 3, 362-366. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/ajcn/34.3.362>.

18. FAO/OMS. Los carbohidratos en la nutrición humana. *Fiat Panis*, Roma (Internet) 1997. Citado: 1° de mayo de 2018. Disponible en: https://books.google.com.ar/books?id=FZ_ed5pkNdoC&pg=PA1&dq=carbohidratos+y+nutricion&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKewjgiem32OLaAhVDCpAKHZRvCv8Q6AEIKzAB#v=onepage&q&f=true.

19. Torresani ME, Somoza MI. Lineamientos para el cuidado nutricional. 4° Ed. Buenos Aires: Eudeba; 2016.

20. Apaza H, Mayra H, Huaman R, Mayra H. Índice glicémico y carga glicémica de la papa, moraya y chuño en pobladores sanos altoandinos de la ciudad del Cusco. *Universidad Andina Cusco* (Internet) 2018. Citado: 2 de mayo de 2018. Disponible en: <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/1434>.

21. Hirsch BS, Barrera AG, Leiva BL, et al. Índice glicémico e insulínico de dos tipos de pasta de presentación larga y corta en individuos sanos. *Rev Chil Nutr* (Internet) 2010. Citado: 2 de mayo de 2018; 37(4): 474-479. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182010000400008.

22. Zambrano R, Granito M, Valero Y. Respuesta glicémica al consumo de una barra de cereales-leguminosa (*Phaseolus vulgaris*) en individuos sanos. *ALAN* (Internet) 2013. Citado: 1° de mayo de 2018; 63(2): 134-141. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000406222013000200004&lng=es.

23. Sáyo-Ayerdi SG. Estudio de biodisponibilidad del almidón en una mezcla de tortilla de maíz y frijol. Instituto Politécnico Nacional. Yuatepec (Internet) 2004. Citado: 1° de mayo de 2018. Disponible en: <http://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/1474/1/LUPITA-SAYAGO.PDF>.

24. Parada JA, Rozowski NJ. Relación entre la respuesta glicémica del almidón y su estado microestructural. *Rev Chil Nutr* (Internet) 2008. Citado: 2018 Oct 28; 35(2): 84-92. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182008000200001&lng=e. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182008000200001>

ANEXO

Código del participante _____

	Planilla de registro de glucemia							
	Instancia 1		Instancia 2		Instancia 3		Instancia 4	
	Fecha:		Fecha:		Fecha:		Fecha:	
Minutos	Hora	Resultado	Hora	Resultado	Hora	Resultado	Hora	Resultado
0								
15								
30								
45								
60								
90								
120								
Observaciones:								

Datos:

1. Sexo: F M Fecha de nacimiento: __/__/__
 Peso____ (kg) Talla____ (mts) IMC____ (kg/m²)

2. En caso de ser mujer ¿está embarazada?
 Sí___ No___

3. ¿Padece alguna de enfermedad?:
 Sí___ No___ En caso de ser positivo indique cuál:

4. ¿Toma algún medicamento?:
 Sí___ No___
 En caso de ser positivo indique cuál: _____

5. ¿Está en este momento en ayunas hace más de 8 horas?
 Sí___ No___