

# Comparación del efecto de la fibra

## sobre el índice glicémico y carga glicémica en distintos tipos de pan

*Comparison of fiber effect on glycemic index and glycemic load in different types of bread*

Lissé Angarita Dávila, MgSc, PhD<sup>1</sup>, Ma Cristina Escobar MgSc<sup>1</sup>, Mabel Garrido MgSc, MgSc<sup>1</sup>, Paula Carrasco MgSc<sup>1</sup>, José López-Miranda, MD, PhD<sup>2</sup>, Daniel Aparicio, MD, MgSc<sup>2</sup>, Virginia Céspedes MD, MgSc<sup>2</sup>, Robys González, MD<sup>2</sup>, Rendy Chaparro, MD<sup>2</sup>, Michelle Angarita, ND<sup>2</sup>, Sandra Wilches-Duran, MgSc<sup>2</sup>, Modesto Graterol-Rivas, MgSc, PhD<sup>2</sup>, José Chacón, MgSc, MgSc, PhD<sup>2</sup>, Marco Cerda, MgSc<sup>2</sup>, Julio Contreras-Velasquez, MgSc<sup>2</sup>, Nadia Reina, MgSc, PhD<sup>2</sup>, Valmore Bermúdez, MD, MPH, MgSc, PhD<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Carrera de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina, Universidad Andres Bello, Sede Concepción, Talcahuano, Chile.

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones Endocrino-Metabólicas "Dr. Félix Gómez". Facultad de Medicina, Universidad del Zulia – Venezuela.

<sup>3</sup>Lipid and Atherosclerosis Unit, Department of Medicine, Carlos III Institute of Health, IMIBIC/Reina Sofia University Hospital. University of Córdoba and CIBER Obesity and Nutrition Physiopathology (CIBEROBN). Córdoba, Spain.

<sup>4</sup>Carrera de Nutrición y Dietética, Universidad San Sebastián, Santiago, Chile.

<sup>5</sup>Grupo de Investigación Altos Estudios de Frontera (ALEF), Universidad Simón Bolívar, Cúcuta, Colombia.

<sup>6</sup>Servicio de Medicina Física y Rehabilitación, Hospital 12 de Octubre, Madrid, España.

Título corto: pan, fibra, índice glicémico

Autor de correspondencia: Lissé Chiquinquirá Angarita Dávila, MgSc, PhD. Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Medicina. Universidad Andres Bello Sede Concepción Autopista 7100 Concepción-Talcahuano

041-266 2435 anexo 2147. Chile. e-mail: lisse.angarita@unab.cl

### Resumen

Existen diversos alimentos que contienen como nutriente principal hidratos de carbono, destacando entre ellos el pan por su masivo consumo a nivel mundial. Numerosos estudios se han llevado a cabo con el fin de reducir su índice glicémico, sin embargo, aún existe controversia sobre la acción de la fibra dietética en la disminución del IG en este alimento. Este estudio determinó el efecto de la fibra dietética sobre el índice glicémico y carga glicémica en dos tipos de panes comerciales en 23 individuos sanos quienes consumieron aleatoriamente 3 diferentes productos, de 50 g de carbohidratos cada uno, durante 6 días: pan blanco (PH), pan integral (PF), y solución glucosada como producto de referencia (SG). Se midió glicemia en ayunas y post-prandial a los tiempos 15, 30, 45, 60, 90 y 120 min. La insulina fue medida en el minuto 0 y 120 min. El área bajo la curva de glicemia resultó más baja para ambos tipos de pan PH 13589 ±1557, PF 12005 ±1254 que para el producto de referencia SG 14089 ±1245. Los valores del índice glicémico PH 68,55 ±1,2 y PF 62,10 ±1,3 y carga glicémica PH 16,45 ±1,4 resultaron más bajos para el pan con mayor aporte de fibra 9,93 ± 1,1, sin diferencias en la concentración de insulina, sugiriendo que la cantidad de carbohidratos y tipo de fibra contenidos en el pan integral, pueden considerarse factores intrínsecos en su composición nutricional, capaces de afectar la respuesta glicémica post- ingesta de estos productos en individuos sanos.

**Palabras claves:** índice glicémico, carga glicémica, pan, fibra

### Abstract

There are several foods that contain carbohydrates as the main nutrient, being one of the most important the bread for its massive worldwide consumption. Numerous studies have been done in order to reduce its glycemic index, however there is still controversy about the action of dietary fiber in the decrease of GI in this product. In this study, it was determined the effect of dietetic fiber on glycemic index and glycemic load in two types of commercial breads in 23 healthy individuals who randomly consumed 3 different products during 6 days of 50g of carbohydrates each: white bread (PH), whole wheat bread (PE) and glucose solution as reference product (SG). Fasting and postprandial glycemia was measured at times 15, 30, 45, 60, 90 and 120 minutes. Insuline was measured at 0 min and 120 min. The area under de glycemia curve was lower for both bread types PH 13589 ±1557, PF 12005 ±1254 than for the reference product SG 14089 ±1245. The values of the glycemic index PH 68,55 ±1,2 and PF 62,01 ±1,3 and glycemic load PH 16.45 ±1,4 were lower for bread with more amount fiber 9,93 ± 1,1, with no difference in insulin concentration, suggesting that the amount of carbohydrates and fiber type contained in whole wheat bread can be considered intrinsic factors in bread composition, affecting the post-intake glycemic response of this type of products in healthy individuals.

**Key words:** glycemic index, glycemic load, bread, fiber

## Introducción

En la actualidad, existe suficiente evidencia sobre el riesgo elevado de desarrollar enfermedades cardiovasculares en sujetos sanos y con diagnóstico de diabetes mellitus (DM), con el incremento excesivo de la glicemia e insulina post-prandial<sup>1</sup>. Durante el año 2014, la Organización Mundial de la Salud (OMS) reportó una incidencia mundial de obesidad de aproximadamente 600 millones de adultos<sup>2</sup>. Por otra parte, la Federación Internacional de la Diabetes (IDF) en el 2015 estimó la existencia de 415 millones de diabéticos<sup>3</sup>. Considerando la realidad de Venezuela, el año 2013 mostraba una prevalencia de diabetes de un 6,6%, equivalente a 1,2 millones de personas<sup>4</sup>. Específicamente en la ciudad de Maracaibo, se realizó un análisis que permitió reflejar el comportamiento epidemiológico de la población de esta zona, reportando 33,3% de sujetos obesos y 8,4% de individuos diabéticos<sup>5,6</sup>. Estas cifras promueven la necesidad de implementar nuevas estrategias terapéuticas dirigidas a prevenir ambas enfermedades dando un mayor énfasis al control glicémico<sup>7</sup>.

En este contexto, cabe señalar que uno de los principales nutrientes que influye directamente sobre la variabilidad de la respuesta glicémica e insulínica post-prandial son los hidratos de carbono. Planteada la hipótesis de que el consumo habitual de alimentos ricos en carbohidratos puede promover el riesgo de desarrollar obesidad y diabetes mellitus<sup>9</sup>, estudios han demostrado que la ingesta de alimentos de bajo índice glicémico (IG) es beneficioso para la salud, ya que disminuye la velocidad de absorción de la glucosa en sangre, así como la demanda insulínica<sup>10</sup>. Por definición, este indicador califica la calidad más no la cantidad del carbohidrato<sup>11</sup>. Sin embargo, tanto la cantidad como la calidad de este macronutriente influyen en la respuesta glicémica, siendo factores determinantes de la carga glicémica (GL), convirtiéndolo en un indicador más reciente para predecir el impacto glicémico post-prandial de una porción de alimento<sup>10,11</sup>.

Entre estos alimentos, el pan blanco preparado con harina de trigo es el producto más consumido<sup>12</sup> y a su vez, el principal contribuyente sobre el índice glicémico (GI) de la dieta humana<sup>13</sup>. A nivel global, la principal fuente de energía dietaria diaria proviene de cereales y alimentos que contienen almidón superando al resto de los productos alimenticios. Entre estos alimentos, el pan blanco preparado con harina de trigo es el producto más consumido y a su vez, el principal contribuyente sobre el índice glicémico (GI) de la dieta humana. Numerosos estudios se han llevado a cabo con el fin de reducir su índice glicémico, sin embargo, aún existe controversia sobre el efecto de la fibra dietética en la disminución del IG en este alimento<sup>12</sup>.

La incorporación de fracciones de fibra de cereal y de leguminosas extraídas tecnológicamente, así como la adición de fibras viscosas y no viscosas, desarrolladas específicamente para la fabricación de panes, constituyen estrategias eficaces<sup>12</sup>. Sin embargo, cuando la fibra o la harina integral se incluyen en la panificación con la finalidad de afectar la

respuesta glicémica, el protocolo de formulación necesita reconsiderar distintos parámetros tecnológicos para obtener productos de alta calidad aceptables para el consumidor.

La presente investigación tiene por objetivo comparar el índice glicémico y la carga glicémica en dos tipos de panes comerciales (con y sin fibra) en individuos sanos, así como el comportamiento de la respuesta insulínica post-prandial.

## Material y métodos

Fueron seleccionados 23 sujetos sanos (13 mujeres, 10 hombres), que asistieron al Centro de Investigación Endocrino-Metabólicas de la Facultad de Medicina de la Universidad del Zulia, bajo los siguientes criterios de inclusión y exclusión: índice de masa corporal normal (IMC) de 18.4 a 24.9 Kg/m<sup>2</sup>, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud<sup>14</sup>, ausencia de enfermedades crónicas, historia familiar de DM, sin tratamiento médico y con valores bioquímicos normales. Glicemia basal >100 mg/dL fue criterio de exclusión.

Fueron excluidos sujetos con: presencia de diabetes mellitus, glucosa en ayunas mayor de 100 mg/dl, dislipidemia, enfermedad renal, hipertensión arterial, mujeres en período de embarazo o lactancia, síndrome de ovario poliquístico, trastornos gastrointestinales, uso de medicación que afecte el vaciamiento gástrico como (antihistamínicos, anti-depresivos tricíclicos, fenotiazinas, antiácidos que contienen aluminio y los opiáceos); uso de laxantes o suplementos vitamínicos que interfirieran en la digestión y/o absorción de alimentos (tales como aquellos que contengan fibra en su composición). Se excluyó del estudio también a las personas que siguieran un régimen de alimentación específico y aquellas que realizaran una actividad física intensa mayor a 90 min por semana.

### Productos evaluados:

Se utilizó la solución glucosada al 20%, aportando 220 Kcal como producto de referencia, se seleccionó el pan blanco Holsum® y el pan Holsum integral® como alimentos experimentales. El tamaño de la porción del pan blanco Holsum® es de 46 g. La composición nutricional por porción del producto es 110 calorías, 24 g de carbohidratos totales, proteínas totales 3 g, colesterol 5 mg, hierro 3%, sodio 220 mg, azúcares totales 4 g. Por otra parte, la porción del pan Holsum integral corresponde a 45 g, aportando 80 calorías, 1g de grasa, 16 g de carbohidratos disponibles, 3 g de proteínas, 3 g de fibra dietética, 2 g de azúcares totales, 125 mg de sodio, 10% de calcio y 4% de hierro. Estos valores fueron obtenidos a través de la información nutricional presente en el etiquetado de los productos. Es importante considerar que cada alimento experimental fue administrado en una cantidad de 50 g de hidratos de carbono disponibles, lo que corresponde a 96 g de pan blanco equivalentes a 230 calorías y a 141 g de pan integral aportando 276 calorías.

### Diseño del Estudio:

Se realizó un estudio cruzado en donde todos los sujetos fueron sometidos a 6 pruebas de consumo, (2 para cada pro-

ducto), con un intervalo de 1 semana entre cada prueba, con diferentes secuencias. La primera sesión correspondió al alimento de referencia, la segunda y tercera sesión al producto experimental y de forma inversa se hicieron las otras tres sesiones. El número de sujetos en el estudio así como la cantidad de pruebas a las que fueron sometidos los individuos fueron realizadas de acuerdo a una de las consideraciones metodológicas para el protocolo de respuesta glicémica e índice glicémico publicadas en el 2009 15. Todos los participantes leyeron y aceptaron firmar el consentimiento informado del proyecto de investigación. El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética del Centro de Investigaciones Endocrino-Metabólicas "Dr. Félix Gómez" Facultad de Medicina, Universidad del Zulia, fundamentado en la Declaración de Helsinki, Facultad de Medicina, Universidad del Zulia<sup>16</sup>.

#### **Procedimiento:**

Los participantes acudieron al laboratorio en ayuno de 10 horas a las 7:00 a.m. durante 4 días distintos. El horario de asistencia por cada participante a las sesiones, así como el control de los minutos en la toma de las muestras fue supervisado por el investigador principal. Se tomaron muestras de sangre (0.5 ml) de forma capilar (por duplicado), antes del inicio de cada sesión para confirmar que los valores de glicemia estuvieran entre los rangos esperados 70 - 100 mg/ dL. En caso de no tener los valores de glicemia requeridos, se dieron instrucciones a estos individuos para que regresaran otro día a realizar su prueba. Una vez tomadas las muestras basales, al sujeto se le dio a consumir en un período estandarizado de 15 min, la solución glucosada o pan, este último junto a 250 ml de agua. Posteriormente, se obtuvieron muestras de sangre capilar a los tiempos 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 min, para la medición de glucosa; muestras basales y post-prandiales venosas de 2 h para la medición de insulina<sup>15</sup>.

#### **Prueba de Alimentos:**

Con el fin de homogeneizar la cantidad de carbohidratos consumida antes de cada sesión, a cada sujeto se le realizó un registro de alimentos de 3 días, por un profesional de la nutrición; y se les instruyó para que el día anterior a la prueba consumieran un menú estandarizado de 2100 calorías para las mujeres y 2500 calorías para los hombres con una distribución de 13% de proteínas, 31% de grasas y 56% de carbohidratos para asegurar que todos estuvieran en las mismas condiciones para el día de la prueba.

Sólo se les permitió ingerir agua durante el ayuno, ningún alimento con cafeína, leguminosas, ni bebidas alcohólicas en la noche anterior; y se les solicitó no realizar esfuerzo físico las 24 h del día anterior a la prueba<sup>15</sup>. Para las determinaciones bioquímicas iniciales y post-prandiales de inclusión en los sujetos (se les suministró un desayuno estandarizado) de 440, kcal, compuesto por 52 gr pan integral, 25 gr de jamón de pavo, 30 gr queso pasteurizado, y 190 ml de jugo de naranja.

#### **Análisis de las Muestras:**

Con el fin de evaluar los parámetros bioquímicos de inclusión, se les tomó muestra de sangre en ayunas a todos los sujetos a partir de las 7:00 a.m. después de un ayuno nocturno de 10 horas para las determinaciones iniciales de glucosa, insulina y perfil lipídico, posterior a la ingesta del desayuno estandarizado, se tomó una nueva muestra post-prandial (2 horas después) para determinar glucosa e insulina. La glicemia y el perfil lipídico fue cuantificado a través de métodos enzimáticos (Human GMBH, Germany), los que incluyen: colesterol total (mg/dl), y triacilglicéridos (mg/dl). La insulina se midió con el método de radio inmuno-análisis utilizando un kit comercial (DRG); los coeficientes de variación intra e inter ensayo para el método fueron de 5,1% y 7,1%, respectivamente, con una sensibilidad de 1,2 LtIU/ml. Las muestras de glicemia capilar fueron determinadas con glucómetros de Marca<sup>®</sup> Optium Xceed y cintas reactivas denominadas Medisense Optium<sup>®</sup> (Laboratorios Abbott).

#### **Cálculo del Índice Glicémico:**

Los valores de las áreas bajo la curva se utilizan para calcular el IG por medio de la siguiente ecuación<sup>15</sup>:

$$\text{IG} = \frac{\text{Valor del AUC del alimento prueba}}{\text{Valor del AUC del alimento de Referencia}} \times 100$$

Donde IG es el índice glicémico y AUC es el área bajo la curva. El IG es expresado como porcentaje

#### **Carga glicémica:**

La carga glicémica (CG) representó una medida derivada del IG del alimento en estudio y fue calculada con la siguiente fórmula:

$$\text{CG} = \text{IG} \times \text{CHO por porción de alimento}/100.$$

Los valores resultantes han sido categorizados en CG alta >20, CG media 11-19 y CG baja <10.9. <sup>15</sup>

#### **Análisis Estadístico:**

Para evaluar la presencia de diferencias entre las variables antropométricas y bioquímicas según sexo se empleó la prueba U de Mann-Whitney, considerándose significativo un valor de  $p < 0,05$ . Asimismo, fue utilizada esta prueba para dilucidar las diferencias en el área bajo la curva, el índice glicémico y la carga glicémica entre los diferentes grupos de tratamiento. Por otro lado, se empleó la prueba ANOVA para medidas repetidas con prueba post- hoc de Tukey para comparar las curvas de glicemia entre cada tratamiento a lo largo de cada minuto de corte predeterminado, previa verificación de la normalidad en la distribución de los datos a través de

la prueba de Kolmogorov Smirnov. Los resultados fueron expresados como media  $\pm$  DE. Todos los análisis estadísticos se hicieron con el software SPSS Statistics 17.0.

### Incremento del área bajo la curva:

La respuesta glicémica postprandial fue evaluada como el incremento del área bajo la curva (IAUC) a las 2 h. El IAUC se calculó geométricamente utilizando el método trapezoidal<sup>15</sup>. La IAUC para el alimento de referencia y para los productos experimentales fueron evaluadas individualmente para cada día de medición. Así se obtuvieron 2 IAUC para cada tipo de pan y 2 para la solución glucosada como producto de referencia. Para el cálculo de las IAUC, se utilizó el programa NCSS 2007.

## Resultados

### Características de los sujetos:

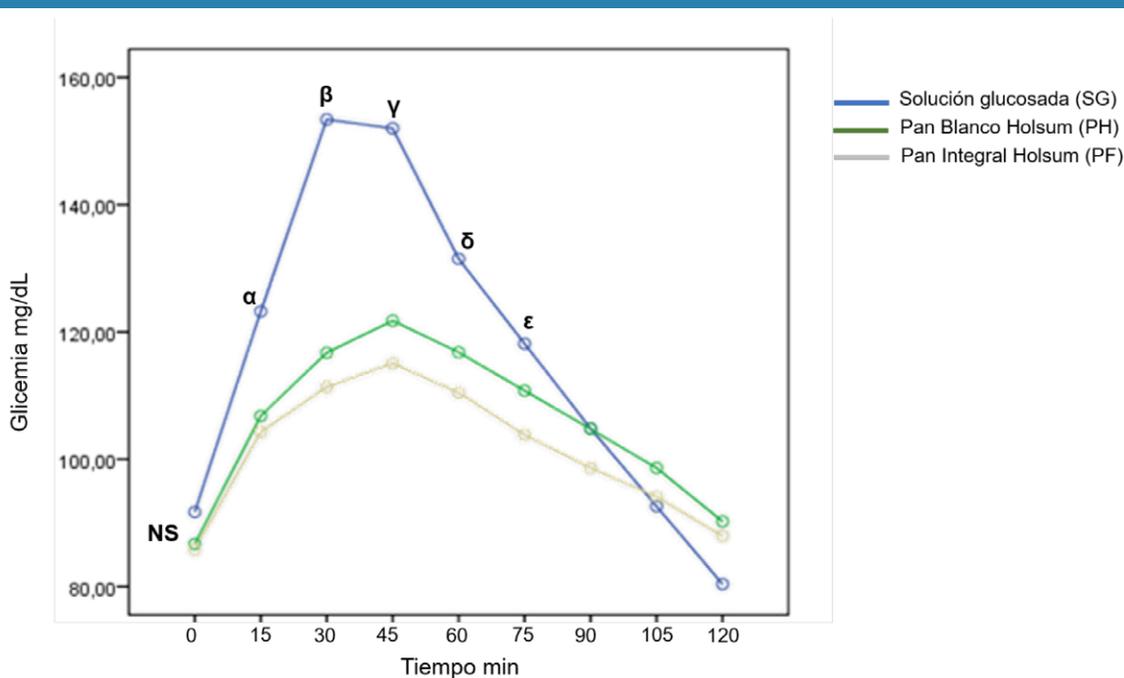
Se evaluaron 23 sujetos exponiéndose la media  $\pm$  (DE) para la edad, peso, estatura, IMC y circunferencia abdominal siendo de 25,15 años  $\pm$  (1,5); 62,7 Kg  $\pm$  (9,0); 164,1 cm  $\pm$  (10,6); 23,3 Kg/m<sup>2</sup>  $\pm$  (1,5) y 78,92  $\pm$  (4,5) respectivamente. La media  $\pm$  (DE) de insulina, fue de 12,2  $\pm$  (3,0). En los valores de glicemia, colesterol y triglicéridos se observó una media  $\pm$  (DE) de 85,64 mg/dl  $\pm$  (6,3); 149 mg/dl  $\pm$  (21,03); y 71,10 mg/dl  $\pm$  (21,89) en forma respectiva, calificando a todos los sujetos participantes de este estudio como individuos sanos.

### Respuesta Glicémica:

El perfil glicémico basal y posterior a la ingesta de todos los tratamientos, así como las diferencias de tiempo se muestran en la figura 1. Los valores se encuentran expresados como media  $\pm$  (DE). No existieron diferencias en las concentraciones de glucosa en ayuno para ninguno de los tratamientos. Al compararlo con la solución glucosada, ambos productos alcanzaron su pico máximo a los 45 minutos posterior a la ingesta, con una diferencia de ( $p=0,01$ ) entre ambos tipos de pan, y una media en las concentraciones de glucosa de 121 $\pm$ 12,1 para PH y 115 $\pm$ 10,2 para el PF, sin diferencias significativas entre sí. Contrario a lo ocurrido con el producto de referencia, el pico máximo se produjo a los 30 min post-ingesta con una concentración en la glicemia de los sujetos de 154,2  $\pm$  22,8.

Los niveles de glicemia, al término del período prueba (120 min), no retornaron a la concentración de glucosa inicial con valores estadísticamente distintos al ayuno ( $p<0,02$ ), tanto para el producto de referencia como para los dos tipos de pan. La curva glicémica (mg/dl) fue significativamente más alta en el total de los sujetos a los 15, 30, 45, 60, 75, minutos para la solución glucosada (SG) que para ambos productos experimentales (Figura 1).

Respuesta glicémica al consumo de 50 g de dos tipos de pan (PB) y (PF) y solución glucosada como producto de referencia (SG)



Solución glucosada (SG); Pan Blanco Holsum (PH); Pan Integral Holsum (PF).

Letras distintas indican diferencias significativas. Se encontraron diferencias significativas:  $\alpha$ :  $p < 0,024$  SG vs. PH y  $p < 0,010$  SG vs. PF;  $\beta$ :  $p < 0,01$  SG vs. PH y PF;  $\gamma$ :  $p < 0,01$  para SG vs. PH y PF;  $\delta$ :  $p < 0,033$  SG vs. PF;  $\epsilon$ :  $p < 0,042$  SG vs. PF; **NS**: no significativo

## Área de incremento bajo la curva, índice glicémico y comportamiento de la insulina plasmática:

El área bajo la curva de todos los tratamientos se muestra en la Tabla 1. El índice glicémico y la carga glicémica de cada producto experimental resultaron intermedios, tal y como se muestra en la tabla 2, resultando significativamente más alto para el pan blanco PH que para el pan con mayor aporte de fibra PF ( $p > 0,05$ ). Tabla 2. La carga glicémica de ambos productos resultó más baja para el PF que para el PH. Tal y como se muestra en la tabla 3, no hubo diferencias significativas en la media de insulina basal ni post-prandial de (2 h) posterior a la ingesta del producto de referencia ni del consumo de ambos alimentos experimentales.

**Tabla 1. Comparación del área bajo la curva en todos los tratamientos**

| Área bajo la curva(mg/dL/min) |       |       |       |
|-------------------------------|-------|-------|-------|
|                               | SG    | PH    | *PF   |
| Media                         | 14089 | 13589 | 12005 |
| Mínimo                        | 11970 | 11441 | 10190 |
| Máximo                        | 16245 | 16657 | 15061 |
| DE                            | 1245  | 1557  | 1254  |

Solución glucosada (SG), Pan Blanco Holsum (PH), Pan Integral Holsum (PF). \* Se encontraron diferencias significativas entre SG y PF ( $p < 0,003$ )

**Tabla 2. Comparación del índice glicémico y carga glicémica según el tipo de tratamiento**

|      | *IG        | Tamaño de la Porción | CHO disponibles(g) | CG/ Glucosa |
|------|------------|----------------------|--------------------|-------------|
| (PH) | 68,55±1,2  | 46 g                 | 24 g               | 16,45± 1,4  |
| (PF) | 62,10± 1,3 | 45 g                 | 16 g               | 9,93 ± 1,1  |

Pan Blanco Holsum (PB), Pan Integral Holsum (PF), Índice glicémico (IG), Carga glicémica (CG). \* Se encontraron diferencias significativas del índice glicémico entre PN vs. PF ( $p = 0,050$ ) y en la carga glicémica de ( $p=0,05$ ).

**Tabla 3. Valores de insulina plasmática basal y posterior a la ingesta de los tratamientos**

| Valores de insulina plasmática (UI/ml) |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|
|  | SG    | PH    | PF    |
|  | MEDIA | MEDIA | MEDIA |
| Insulina basal                         | 12,1  | 13,3  | 12,9  |
| Insulina post-prandial                 | 16,4  | 25,2  | 23,6  |

Solución glucosada (SG), Pan Blanco Holsum (PH), Pan Integral Holsum (PF). No existieron diferencias estadísticas por tratamiento, ni por grupo.

## Discusión

Los hallazgos de este estudio muestran un índice glicémico intermedio en ambos tipos de pan, con valores en la carga glicémica y en el índice glicémico significativamente más altos para el pan blanco. Al comparar con los valores publicados en la tabla de Atkinson<sup>17</sup>, de otros tipos de panes integrales cuyo contenido de fibra oscilan entre 1-3 g/por porción de producto, se evidencia un rango en el IG = 54- 67; estos valores son similares a nuestros resultados obtenidos posterior a la ingesta del pan integral IG=62,1 ±1,3. Otros autores<sup>18</sup> han evaluado la respuesta glicémica en matrices alimentarias con la incorporación de un complejo multifibra (PGX) en

distintas proporciones variando entre 2.5 a 7 g /50 g de CHO, obteniendo un rango de valores en el IG de 33.9 - 47.5, tomando como referencia al pan blanco con un IG= 66,8<sup>18</sup>.

La cantidad de fibra derivada del salvado de trigo, presente en el pan integral evaluado en este estudio, fue de 3 g por porción; si bien el contenido de fibra del pan blanco evaluado fue de 1 g, la menor cantidad de hidratos de carbono disponibles por porción en el pan integral versus el pan blanco, 16 y 24 g respectivamente, así como la diferencia en la cantidad de azúcares totales, puede en parte explicar el efecto favorable sobre la respuesta glicémica. Sin embargo, no se evidenciaron diferencias significativas en la respuesta insulínica entre ambos productos. Otro factor importante a considerar es la cantidad variable de micro-nutrientes presentes en los dos tipos de pan.

Efectos similares del salvado de trigo, han sido reportados en sujetos sanos posterior a la ingesta de pan enriquecido con un 10% de este componente<sup>19</sup>. Los resultados sugieren que este tipo de fibra, dependiendo del método de procesamiento, puede aumentar la viscosidad del bolo alimenticio en el intestino delgado interfiriendo con la absorción de macronutrientes, influyendo así en las respuestas post-prandiales de glucosa e insulina<sup>18</sup>.

La respuesta glicémica post-prandial del pan se debe principalmente a la adición de fibras dietéticas solubles. Yanni y col<sup>19</sup>, estudiaron el efecto de la fortificación de panes con distintas fibras insolubles derivadas del trigo, centeno,  $\beta$ -glucanos de avena y de cebada, sobre la tolerancia a la glucosa y la sensibilidad insulínica.

Los resultados de esta investigación mostraron una menor IAUC de insulina posterior a la ingesta del pan rico en  $\beta$ -glucano, en tanto que la grelina se mantuvo disminuida durante casi 120 minutos después del consumo de fibra derivada del trigo integral y del  $\beta$ -glucano<sup>19</sup>. La fortificación de harina con este tipo de componente induce una respuesta glicémica post-prandial más atenuada al pan sin necesidad de altas cantidades de fibra, generando otra estrategia para el control glicémico<sup>18,19</sup>.

Otro estudio, evaluó el efecto de la fibra intrínseca e incorporada tecnológicamente al pan sobre la respuesta glicémica e insulínica, sugiriendo que la presencia de estructuras intactas no digeribles por las amilasas humanas<sup>12</sup>, así como un pH reducido capaz de retrasar el vaciamiento gástrico o de crear una barrera a la digestión del almidón<sup>20</sup>, simula ser una estrategia más eficaz que la fortificación de fibra dietética para el control metabólico de la glucosa, independientemente del tipo de cereal<sup>21</sup>.

En un ensayo realizado en Malasia para determinar la respuesta glicémica y el IG de cuatro tipos de panes comercialmente disponibles se observó un índice glicémico intermedio en los productos elaborados con fibra de grano entero (IG= 56 ± 6.2) y con fibra de avena (IG=67 ± 6.9)<sup>22</sup>, mientras que

el IG del pan con miel resultó alto ( $IG=85 \pm 5,9$ ), similar al del pan blanco ( $IG=82 \pm 6,5$ ). No hubo relación entre el contenido de fibra dietética del pan con el IAUC ( $r = 0,15$ ,  $P = 0,15$ ) o con los valores del IG ( $r = 0,17$ ,  $P = 0,12$ ). Esto podría explicarse debido al pequeño tamaño de las partículas de ambos panes derivados de la harina de trigo, cuya concentración de almidón es mayor que en el grano entero<sup>23,24</sup>.

En relación a la disminución de la liberación de azúcar y de degradación del almidón después de la digestión, se produce una reducción en el valor del índice glicémico previsto (IGP) de estos alimentos<sup>25,26</sup>. Se ha utilizado una gama de fibra dietética en la producción de pastas y en la panificación. La descomposición de almidón in vitro de estos alimentos ha demostrado que la adición de fibra dietética tiene un efecto fisiológico importante mediante la reducción de la cantidad de glucosa producida posterior a la digestión con alfa amilasa<sup>27</sup>.

En un estudio realizado por Vuksan y cols<sup>28</sup>, con la incorporación de granos de *Salvia Hipánica* L. al pan blanco, se observó una reducción de la respuesta glicémica post-prandial y en el IAUC  $p=0.002$ . La sensación de apetito disminuyó a los 60, 90 y 120 minutos post- ingesta de todos los tratamientos ( $P <0.05$ ). La disminución de la glicemia post-prandial proporciona una posible explicación para las mejoras en la presión arterial, la coagulación y los marcadores inflamatorios previamente observados, en un ensayo de 12 semanas con el consumo de suplementos Salvia en diabéticos tipo 2<sup>29</sup>.

Las fibras dietéticas viscosas incluyendo el  $\beta$ -glucano de la avena son uno de los ingredientes funcionales más eficaces para disminuir la respuesta glicémica<sup>30,31</sup>. En un reporte realizado por Steinert y cols, se intentó evaluar el efecto del consumo de un 22% de  $\beta$ -glucano de avena de alto peso molecular mezclado en agua antes del consumo de pan blanco en 10 sujetos sanos, encontrando un efecto significativo sobre el IAUC ( $p = 0,006$ ) específicamente con 27,3 g de  $\beta$ -glucano, siendo significativamente menor que el pan blanco únicamente. El análisis de regresión lineal mostró que cada gramo de  $\beta$ -glucano de avena redujo el IAUC de glucosa en un 4,35% ( $r = 0,507$ ,  $p = 0,0008$ ) y la concentración máxima de glicemia en un 6,57%  $p=0,0001$ .

Finalmente sería interesante correlacionar el efecto de la fibra con los niveles de hormonas como la grelina y el neuropéptido- Y, así como los indicadores de la respuesta glicémica en diabéticos posterior al consumo de panes formulados específicamente para este tipo de consumidores.

**Limitaciones del estudio:** En este estudio no fue realizada la curva insulínica completa, únicamente se realizaron mediciones en el minuto 0 y 120 de la respuesta post-prandial, por lo que futuras investigaciones podrían incluir todos los tiempos de la curva, para determinar además el índice insulínico en los sujetos.

## Conclusión

La cantidad y calidad de fibra de los panes analizados, es determinante en el índice glicémico y carga glicémica del producto, evidenciando valores más bajos en estos indicadores para el pan integral comparado con el pan blanco. Cabe mencionar, que en la concentración plasmática de insulina de los sujetos evaluados no se mostraron diferencias. Estos resultados sugieren que la fibra y la menor cantidad de hidratos de carbono disponibles, así como la cantidad de azúcares totales contenida en el pan integral actúan como factores intrínsecos en su composición, siendo capaces de afectar la respuesta glicémica post- ingesta en individuos sanos.

Otros nutrientes presentes en el pan podrían ser factores importantes de considerar sobre la carga glicémica, índice glicémico y respuesta insulínica, lo que genera la necesidad de realizar futuros estudios con fracciones de fibra tecnológicamente extraídas de semillas oleaginosas como el girasol, linaza, chía, y sésamo. Esto podría también potenciar los efectos aislados que posee la adición de salvado de trigo al pan, contribuyendo en la mejora de la presión arterial, coagulación y marcadores inflamatorios en individuos con diagnóstico de diabetes tipo 2.

**AGRADECIMIENTOS:** Al Centro de Investigaciones Endocrino-Metabólicas "Dr. Félix Gómez" en Venezuela por la ejecución de este estudio, al Departamento de Medicina de la Universidad de Córdoba en España, a la Escuela de Nutrición y Dietética de la Universidad Andres Bello en Chile y al Grupo de Investigación Altos Estudios de Frontera (ALEF) en Colombia, por hacer posible la publicación de este artículo.

## Referencias

1. Balkau, B. The DECODE study. Diabetes epidemiology: collaborative analysis of diagnostic criteria in Europe. *Diabetes Metab.* 2000; 26(4):282-6.
2. Obesity and overweight OMS 2016. (citado 20 de diciembre,2016). Disponible en <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>
3. International Diabetes Federation (IDF) (Internet). International Diabetes Atlas 7th edition 2015 (citado 16 Dic. 2016). Disponible en: <http://www.diabetesatlas.org>.
4. Nieto-Martínez, R., González-Rivas, J. P., Lima-Martínez, M., Stepenka, V., Rísquez, A., & Mechanick, J. I. Diabetes Care in Venezuela. *Annals of global health.* 2015; 81(6),776-791.
5. Bermúdez, V., Pacheco, M., Rojas, J., Córdova, E., Velázquez, R., Carrillo, D., Parra, M. G., Toledo, A., Añez, R., Fonseca, E., Marcano, R. P., Cano, C., Miranda, J. L. Epidemiologic behavior of obesity in the Maracaibo City metabolic syndrome prevalence study. *PLoS One.* 2012; 7(4):e35392.
6. Bermúdez, V., Salazar, J., Rojas, J., Calvo, M., Rojas, M., Chávez-Castillo, M., Añez, R., Cabrera, M. Diabetes and Impaired Fasting Glucose Prediction Using Anthropometric Indices in Adults from Maracaibo City, Venezuela. *Journal of Community Health.* 2016; 41(6):1223-1233
7. Serra-Majem, L., Bautista-Castaño, I. Relationship between bread and obesity. *British Journal of Nutrition.* 2015; 113:S29-S35.

8. Wolever T. M. S. Carbohydrate and the regulation of blood glucose and metabolism. *Nutr Rev.* 2003; 61:S40-S48.
9. De la Fuente-Arrillaga, C, Martínez-Gonzalez, M. A., Zazpe, I., Vazquez-Ruiz, Z., Benito-Corchon, S., Bes-Rastrollo, M. Glycemic load, glycemic index, bread and incidence of overweight/obesity in a Mediterranean cohort: the SUN project. *BMC Public Health.* 2014; 14:1091.
10. Brand-Miller, J., Petocz, P., Hayne, S., Colagiuri, S. Low glycemic index diets in the management of diabetes: A meta-analysis of randomized control trials. *Diabetes Care.* 2003; 26:2261-2267
11. Jenkins, A.L., Kacinik, V., Lyon, M., Wolever, T. M. Effect of adding the novel fiber, PGX<sup>®</sup>, to commonly consumed foods on glycemic response, glycemic index and GRIP: a simple and effective strategy for reducing post prandial blood glucose levels a randomized, controlled trial. *Nutr J.* 2010; 9:58
12. Scazzina, F., Siebenhandl-Ehn, S., Pellegrini, N. The effect of dietary fibre on reducing the glycaemic index of bread. *British Journal of Nutrition.* 2013; 109(7):1163-74.
13. Fardet, A., Leenhardt, F., Lioger, D., et al. Parameters controlling the glycaemic response to breads. *Nutr Res Rev.* 2006; 19:18–25.
14. Monteiro, J., Pimentel, D., Sousa, V. Relationship between body mass index with dietary fiber intake and skinfolds-differences among bodybuilders who train during morning and nocturne period. *Nutr Hosp.* 2012; 27(3):929-35
15. Aziz, A. The Glycemic Index: Methodological Aspects Related to the Interpretation of Health Effects and to Regulatory Labeling. *J AOAC Int.* 2009; 92(3):879.
16. Declaración de Helsinki de la AMM - Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. 2013 (citado 16 Dic. 2016). Disponible en: <http://www.isciii.es/ISCIII/es/contenidos/fd-investigacion/fd-evaluacion/fd-evaluacion-etica-investigacion/Declaracion-Helsinki-2013-Esp.pdf>.
17. Atkinson, F. S., Foster-Powell, K., Brand-Miller, J. C. International Tables of Glycemic Index and Glycemic Load Values: 2008. *Diab Care.* 2008; 31(12):2281–2283.
18. Jenkins AL, Kacinik V, Lyon MR, et al. Reduction of postprandial glycemia by the novel viscous polysaccharide PGX, in a dose-dependent manner, independent of food form. 2010. *J Am Coll Nutr* 29, 92–98.
19. Yanni, A. E., Stamataki, N., Stoupaki, M., Konstantopoulos, P., Pateras, I., Tentolouris, N., Perrea, D., T. Karathanos, V. Cr-enriched yeast: beyond fibers for the management of postprandial glycemic response to bread. *Eur J Nutr.* 2016.
20. Raben, A., Andersen, K., Karberg, M. A., et al. Acetylation of or beta-cyclodextrin addition to potato beneficial effect on glucose metabolism and appetite sensations. *Am J Clin Nutr.* 1997; 66:304–314.
21. Aldughpassi, A., Abdel-Aal, el-S. M. & Wolever, T. Barley cultivars, kernel composition, and processing affect the glycaemic index. *J Nutr.* 2012; 142:1666–1671.
22. Yusof, B. N., Abd Talib, R., Karim, N. A., Kamarudin, N. A., Arshad, F. Glycaemic index of four commercially available breads in Malaysia. *Int J Food Sci Nutr.* 2009; 60(6):487-96.
23. Jenkins, D. J., Wolever, T. M., Taylor, R. H., Barker, H. M., Fielden, H., Gassull, M. A. Lack of effect of refining on the glycemic response to cereals. *Diabetes Care.* 1981; 4:509513.
24. Pat, M., Burton, J. A., Monro, L. A., Eimear, G. Glycemic Impact and Health: New Horizons in White Bread. *Form Crit Rev Food Sci Nutr.* 2011; 51:965–982.
25. Symons, L. J., Brennan, C. S. The effect of barley beta-glucan fibre fractions on starch gelatinization and pasting characteristics. *J Nutr Food Sci* 2004; 69:257-261.
26. Wood, P. J., Braaten, J. T., Scott, W., Riedel, K. D. Effect of dose and modification of viscous properties of oat gum on plasma-glucose and insulin following an oral glucose load. *British J Nutr.* 1994; 72:731-743.
27. Perry J. R., Ying, W. A Review of Physiological Effects of Soluble and Insoluble Dietary Fibers. *J Nutr Food Sci.* 2016; 6:2.
28. Vuksan, V., Jenkins, A. L., Dias, A. G., et al. Reduction in postprandial glucose excursion and prolongation of satiety: possible explanation of the long-term effects of whole grain Salba (*Salvia Hispánica L.*). *Eur J Clin Nutr.* 2010; 64:436–438.
29. Vuksan, V., Whitham, D., Sievenpiper, J. L., Jenkins, A. L., Rogovik, A. L., Bazinet, R. P. et al. Supplementation of conventional therapy with the novel grain Salba (*Salvia hispanica L.*) improves major and emerging cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: results of a randomized controlled trial. *Diabetes Care.* 2007; 30:2804–2810.
30. Wolever, T.M., Vuksan, V., Eshuis, H., Spadafora, P., Peterson, R.D., Chao, E.S., Storey, M.L., Jenkins, D.J. Effect of method of administration of psyllium on glycemic response and carbohydrate digestibility. *J. Am. Coll. Nutr.* 1991; 10:364–371.
31. Cohen, M., Leong, V.W., Salmon, E., Martin, F.I. Role of guar and dietary fibre in the management of diabetes mellitus. *Med. J. Aust.* 1980; 1:59–61.
32. Steinert, R. E., Raederstorff, D., Wolever, T. M. S. Effect of Consuming Oat Bran Mixed in Water before a Meal on Glycemic Responses in Healthy Humans—A Pilot Study. *Nutrients* 2016; 8:524.

Manuel Velasco (Venezuela) **Editor en Jefe** - Felipe Alberto Espino Comercialización y Producción

Reg Registrada en los siguientes índices y bases de datos:

**SCOPUS**, EMBASE, Compendex, GEOBASE, EMBiology, Elsevier BIOBASE, FLUIDEX, World Textiles,

**OPEN JOURNAL SYSTEMS (OJS)**, REDALYC (Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal),

LATINDEX (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal)

LIVECS (Literatura Venezolana para la Ciencias de la Salud), LILACS (Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud)

PERIÓDICA (Índices de Revistas Latinoamericanas en Ciencias), REVENCYT (Índice y Biblioteca Electrónica de Revistas Venezolanas de Ciencias y Tecnología)

SCIELO (Scientific Electronic Library Online), SABER UCV, DRJI (Directory of Research Journal Indexing)

CLaLIA (Conocimiento Latinoamericano y Caribeño de Libre Acceso), EBSCO Publishing, PROQUEST.



Esta Revista se publica bajo el auspicio del  
Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico  
Universidad Central de Venezuela.

