



Trabajo Original

Obesidad y síndrome metabólico

Determinación del índice glucémico y la carga glucémica de productos lácteos fermentados en sujetos adultos sanos, sedentarios y deportistas

Determination of the glycemic index and glycemic load of fermented dairy products in sedentary healthy adults and athletes

Josefina Consuelo Morales Guerrero¹, Reina Rosas Romero¹, Rodrigo Antonio García Zepeda¹, Rodolfo Oropeza Hernández², Silvia Ruiz Jiménez¹, Alejandra N Ríos Chávez¹ y L Cervantes Covarrubias²

¹Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos y ²Departamento de Nutrición Aplicada y Educación Nutricional. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Dirección General de Servicios Operativos, Secretaría de Educación Pública. Ciudad de México, México

Resumen

Introducción: el índice glucémico (IG) y la carga glucémica (CG) de productos lácteos fermentados (PLF) con lactobacilos puede ser recomendación una útil para pacientes diabéticos y para la población en general.

Objetivo: el objetivo del estudio fue medir el IG y la CG de PLF con lactobacilos en sujetos sedentarios y deportistas y evaluar si existe diferencia entre ellos.

Métodos: el estudio se realizó en México (DF) de acuerdo con la ISO26642:210 (Organización Internacional de Normalización). Los participantes fueron: 10 sedentarios y 10 deportistas. Los PLF analizados fueron: Soful, Yakult, Gastroprotect, BeneGastro, Bonacult, LalaBio4 y leche descremada con sacarosa(LDS) y la cantidad de alimento que ingirieron dependió de ajustar a 25 g los HC en la porción.

Resultados: el IG de la mayoría de los PLF fue bajo para ambos grupos de sujetos; en los deportistas los PLF Yakult y Bonacult presentaron los mayores IG y solo el Yakult puede considerarse como de IG medio para este grupo; estos dos PLF presentaron la menor relación de proteína/HC. La LDS, lácteo con los HC no fermentados, presentó un IG alto para ambos grupos. La CG de los PLF se encontró entre 4 a 7,6 y solo Gastroprotect presentó estadísticamente la menor CG, lo que pudo deberse a su bajo IG, aun cuando su tamaño de ración no fue la menor, entre los PLF.

Conclusión: en general los valores de IG y CG de los PLF fueron bajos para ambos grupos. Por tanto, su consumo puede recomendarse en forma moderada. El IG y CG entre productos lácteos con azúcares fermentados y con azúcares no fermentados fueron diferentes.

Palabras clave:

Índice glucémico.
Carga glucémica.
Productos lácteos fermentados.
Sedentarios.
Deportistas.

Abstract

Introduction: Glycemic Index (GI) and glycemic load (GL) of natural dairy products fermented with lactobacilli may be useful for diabetic patients and the general population.

Objective: To measure the GI and GL in natural dairy products fermented with lactobacilli in sedentary individuals and athletes, and seeing if there is any difference between them.

Methods: The study was conducted in Mexico City (DF) according to the ISO26642:210, with a group of 10 sedentary individuals and 10 athletes. The GI was determined in the following dairy drinkable products, all adjusted to contain 25 g of carbohydrates: Soful, Yakult, Gastroprotect, BeneGastro, Bonacult, Lala Bio4 and Skimmed milk with sucrose (SMS).

Results: The GI of most dairy fermented products were low for sedentary and athletes, but in athletes Yakult and Bonacult showed the highest GI and Yakult's GI can be considered as medium for these group; these two dairy products had the lowest protein/carbohydrates ratio. SMS, which contain unfermented carbohydrates, had the highest GI in both groups. The GL of dairy fermented products was 4 to 7.6 and only Gastroprotect had statistically the lowest GL, it may be due to its low GI, even its serving size was not the least among dairy fermented products.

Conclusions: The GI and GL levels were relatively low for all the dairy products considered on each of the groups studied, therefore the moderate consumption of these can be recommended.

Key words:

Glycemic index.
Glycemic load.
Fermented milk products. Sedentary lifestyle. Athletes.

Recibido: 10/03/2016

Aceptado: 08/06/2016

Morales Guerrero JC, Rosas Romero R, García Zepeda RA, Oropeza Hernández R, Ruiz Jiménez S, Ríos Chávez AN, Cervantes Covarrubias L. Determinación del índice glucémico y la carga glucémica de productos lácteos fermentados en sujetos adultos sanos, sedentarios y deportistas. Nutr Hosp 2016;33:000-000

DOI: <http://dx.doi.org/00.00000/xx.000>

Correspondencia:

Josefina Consuelo Morales Guerrero. Avenida Vasco de Quiroga, 15. Colonia Belisario Domínguez. Sección 16. Delegación de Tlalpan. 14080 México DF, México
e-mail: josefina.moralesg@incmnsz.mx

INTRODUCCIÓN

La ingestión de alimentos con bajo IG es útil para las personas diabéticas, porque permite controlar su glucemia sanguínea (1) y en la población en general para prevenir o evitar la obesidad; también puede aplicarse al ámbito de los deportes (2), como herramienta en la nutrición deportiva, para mejorar la primera y segunda fase de recuperación del glucógeno, la carga del metabolismo durante el ejercicio e inclusive el control de la hipoglucemia.

La CG es un concepto más novedoso que no solo valora la rapidez con que los hidratos de carbono (HC) de un alimento se convierten en glucosa sanguínea, sino que también considera la cantidad de HC que tiene una ración del alimento (2), un alimento con CG alta tiene un valor de 20 o más. Si la CG va de 11 a 19 es media. Los valores de CG por debajo de 10 son bajos. Se creó para representar el efecto glucémico global de una dieta donde se toma en cuenta el tamaño habitual de la ración (3).

El consumo de alimentos con IG bajo facilita la liberación de la glucosa en la sangre de manera uniforme durante el día (4), incrementa la oxidación de los lípidos y la producción de energía, con la consiguiente preservación y disponibilidad de fuentes de glucosa durante el ejercicio; mientras que los alimentos o bebidas con un IG elevado permiten reponer el glucógeno muscular después del ejercicio (5).

Estudios realizados sobre la nutrición de deportistas, practicantes de actividad física y modelación corporal, así como de aquellos que quieren conservar su peso por regulación de la alimentación, consideran que una dieta óptima es aquella que incluye glúcidos de bajo IG, porque a corto plazo se disminuye la sensación de hambre y a largo plazo se reduce la incidencia de la obesidad y enfermedades crónicas asociadas (6), como la aparición de la diabetes tardía y la cardiopatía coronaria (7), lo que posiblemente se deba a la limitación de la demanda de insulina y a que mejoran la concentración del colesterol sanguíneo; sin embargo, no se sabe si se debe al IG o a otros aspectos del alimento (8).

Diversas investigaciones han concluido que la leche fermentada tiene efectos antihipertensivos, anticancerígenos y de regulación del sistema inmune, y algunos lácteos fermentados poseen propiedades antiinflamatorias y antioxidantes (9). Por otra parte, la inclusión de lácteos fermentados en el desayuno ha probado bajar la glicemia postprandrial (10). De los productos estudiados, solamente Yakult presenta en su etiqueta el valor de IG de 38,8; sin embargo, en la literatura especializada se informa un valor de 46,6 (11), lo que demuestra que existe variación en los valores de IG publicados para alimentos con la misma descripción. Estas diferencias podrían atribuirse a la técnica analítica utilizada en la determinación y a las características étnicas de la población participante en el estudio, entre otros. Actualmente, y con el objetivo de homogeneizar los criterios, para la obtención de valores de IG en alimentos, la FAO/WHO (12) y la Organización Internacional de Normalización (ISO) han establecido métodos analíticos para la obtención de valores de IG en alimentos; el más reciente es el descrito en la Norma ISO 26642 (13).

OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo fue medir el IG y calcular la CG de 6 productos lácteos fermentados, en sujetos sedentarios y deportistas sanos, así como establecer si existen diferencias en los valores de IG y CG entre los grupos de sujetos para el mismo producto lácteo; de igual manera, dentro de cada grupo se trató de determinar las diferencias entre el IG y CG de lácteos con azúcares fermentados *versus* lácteos con azúcares no fermentados.

MATERIALES Y MÉTODOS

La determinación del IG de todos los productos lácteos se realizó de acuerdo con el método ISO26642:210 (13). Adicionalmente al procedimiento descrito en la norma, se consideraron los puntos que se detallan a continuación.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUJETOS Y CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Un grupo de 10 sujetos sedentarios de 19 a 35 años de edad y 10 sujetos deportistas con 22 a 53 años de edad participaron en el estudio. En ambos grupos se estableció que los participantes no fueran diabéticos o tuvieran alguna enfermedad crónica y no estuvieran consumiendo medicamentos. Los sujetos deportistas seleccionados deberían practicar regularmente algún deporte, de preferencia en un centro deportivo.

El trabajo fue aprobado por el Comité de Ética del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Los participantes leyeron y firmaron un consentimiento informado.

Los participantes tuvieron una entrevista con la nutrióloga, quien registró su peso y la talla, para lo que se utilizó un equipo marca Braunkor. Adicionalmente se les proporcionó una dieta, de 300 g/día en HC, indicándoles que no deberían consumir leguminosas (frijoles, habas, chícharos), ni bebidas alcohólicas durante el tiempo que dura el estudio.

Las características físicas del grupo sedentario y deportistas se detallan en la tabla I.

CARACTERÍSTICAS Y PREPARACIÓN DE LOS ALIMENTOS LÁCTEOS

Los productos lácteos fermentados estudiados adquiridos en tiendas de autoservicio fueron: Soful, Yakult, Gastroprotect, Bene Gastro, Bonacult y LalaBio 4. La Norma ISO, establece que se debe proporcionar al participante una cantidad de alimento que contenga 50 g de HC para realizar la prueba; sin embargo, permite utilizar, dependiendo del tamaño de la porción, una cantidad de alimento con 25 g, por lo que en este estudio a los participantes se les presentó esta opción. Es importante mencionar que también se incluyó una muestra de leche descremada, la cual se preparó con una concentración similar de HC, proteína y grasa

Tabla I. Características físicas del grupo de sujetos sanos sedentario y deportistas

Parámetros	Total (n = 10)	Mujeres (n = 7)	Hombres (n = 3)
	Promedio ± DE		
<i>Sujetos sanos sedentarios</i>			
Edad (años)	22,6 ± 0,84	22,71 ± 0,95	22,3 ± 0,58
Peso (kg)	62,5 ± 9,47	59,29 ± 9,69	70,00 ± 1,00
Talla (m)	1,66 ± 0,06	1,63 ± 0,06	1,72 ± 0,03
IMC (kg/m ²)	22,57 ± 1,92	22,06 ± 2,09	23,76 ± 0,65
		Mujeres (n = 2)	Hombres (n = 8)
<i>Sujetos sanos deportistas</i>			
Edad (años)	33,10 ± 9,6	27,00 ± 7,07	34,06 ± 9,90
Peso (kg)	69,90 ± 12,7	53,00 ± 8,40	74,1 ± 9,70
Talla (m)	1,60 ± 0,08	1,59 ± 0,02	1,70 ± 0,08
IMC (kg/m ²)	25,50 ± 2,80	21,10 ± 3,96	25,60 ± 1,90

cruda, a la que contienen, de promedio, los productos lácteos fermentados; para tal efecto a 200 ml de leche se le adicionaron 70 ml de agua y 15 g de sacarosa.

En la tabla II se presenta la composición química de cada producto lácteo y la cantidad de producto lácteo (CPL) con 25 g de HC.

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE GLUCÉMICO

Para el estándar de glucosa

El IG se determinó en los dos grupos con previo ayuno de 12 horas. Después de tomar la muestra basal (tiempo 0) se les pro-

porcionó el estándar de glucosa, 25 g de glucosa anhidra disuelta en 250 ml de agua. Se obtuvieron muestras de sangre capilar a los tiempos 0, 15, 30, 45, 60, 90, y 120 minutos por medio de punción en la yema del dedo con una lanceta automática. La sangre se recolectó en un capilar con heparina; posteriormente, la sangre recolectada en dos capilares se depositó en un tubo eppendorf de 0,5 ml para realizar la medición de glucosa sanguínea en un equipo Biochemistry Analyzer YSI 2700.

Se obtuvieron tres mediciones con el estándar de glucosa y se obtuvo el promedio; este valor se empleó como referencia para determinar el IG de los productos lácteos fermentados y la leche descremada.

Índice glucémico. Área bajo la curva de glucemia durante dos horas que se produce por el consumo de cierto alimento comparado con el incremento que se produce al consumir un alimento de referencia como glucosa.

$$IG = \frac{\text{Área bajo la curva de glicemia 2 horas después de consumir el alimento}}{\text{Área bajo la curva de glicemia 2h después de consumir 25g de glucosa (estándar)}} \times 100$$

Para los alimentos lácteos fermentados y la leche descremada

La metodología para determinar el IG de los productos lácteos fermentados y la LDS fue igual a la que se aplicó para el estándar de glucosa. Es importante mencionar que a cada sujeto se le proporcionó un producto lácteo diferente por sesión, de forma aleatoria y de acuerdo con un diagrama de bloques.

DETERMINACIÓN DE LA CARGA GLUCÉMICA

Se basa en el concepto del índice glucémico y proporciona una medida de la respuesta glucémica total de una persona cuando ingiere un alimento o platillo.

Tabla II. Composición química de los productos lácteos fermentados en g o mg/100 g* y cantidad de producto lácteo con 25 g de HC disponibles (CPL)

Nutrimento	Soful	Yakult	Gastro protect	Bene gastro	Bonacult	Lala Bio 4	LDS+
	(g / 100 g) o (mg / 100 g)						
Proteína g	2,80	1,20	2,90	1,90	1,20	2,70	2,29
Grasa g	0,60	0,05	1,20	0,90	0,00	0,90	0,73
HC totales g	7,20	14,89	13,60	14,40	15,20	13,30	11,04
Sodio mg	46,00	15,20	60,00	34,60	19,90	43,00	39,18
Calcio mg	157,00	42,20	95,50	72,90		93,00	86,78
CPL g	347,00	168,00	184,00	174,00	165,00	188,00	226,43

* Cantidades que se obtuvieron con la información de la etiqueta comercial de cada producto lácteo fermentado.

+ Composición aproximada de la leche descremada con sacarosa adicionada (LDS), que se obtuvo por cálculo, se consideró una densidad de la leche descremada de 1,034 g/ml.

Es el resultado de multiplicar el valor del IG por la cantidad en gramos de los HC en una ración de dicho alimento.

$$CG = \frac{IG * (\text{g de HC en una ración})}{100}$$

Se consideran valores altos de CG aquellos que sobrepasan el valor de 20; mientras que los de baja carga glucémica son aquellos cuyos valores son inferiores a 10.

CONTROL DE CALIDAD DE LAS MEDICIONES

Para que la curva patrón de glucosa sea válida, el coeficiente de variación entre las mediciones debe ser \leq del 30%; si resulta mayor es posible eliminar una curva, pero si, aun así, es mayor o igual al 30% es necesario repetir la medición.

En este estudio se obtuvo el promedio y dos desviaciones estándar (2DS) de las 10 mediciones realizadas a los productos lácteos y a la leche descremada, el resultado de cada sujeto se aceptó cuando se encontró dentro del intervalo de las 2DS; de lo contrario se repitió la determinación en dicho sujeto (13).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para determinar las diferencias en el IG y CG entre productos lácteos en el mismo grupo de sujetos, se realizó un ANOVA con una significancia de 0,05. En aquellos grupos que informaron diferencia se aplicó una prueba de comparación múltiple de Duncan. Para determinar diferencias entre grupos de sujetos para el mismo producto lácteo se utilizó una prueba t para muestras relacionadas con una significancia de 0,05.

RESULTADOS

En el grupo de los deportistas predominó el género masculino (Tabla I), lo que se atribuyó a que fue más fácil que los hombres aceptaran participar en el estudio, aunque tener un grupo con igual número de mujeres y hombres no fue prioridad en este estudio.

Los deportistas tenían en promedio $10,87 \pm 9,11$ años de entrenamiento con un tiempo de $8,12 \pm 2,56$ horas/semana. Por sesión realizaron $61,25 \pm 27,13$ minutos de ejercicio cardiovascular y $39,37 \pm 33,17$ minutos de fuerza (con pesas); es decir, en promedio los sujetos deportistas estudiados tuvieron en promedio 487 ± 153 min de entrenamiento por semana.

Los productos lácteos fermentados presentaron un IG bajo para ambos grupos (Tabla III); en el grupo sedentario no se observaron diferencias estadísticas en el IG entre los productos lácteos fermentados estudiados; el valor promedio se encontró debajo de 55 (13); sin embargo, para los deportistas, el producto lácteo Yakult, con un IG de 59,98 que no puede considerarse de IG bajo, y Bonacult presentaron IG significativamente mayores. Lo anterior pudo deberse al menor contenido proteico y de grasa de estos lácteos con respecto a los demás lácteos fermentados (Tabla II).

Tabla III. Índice glucémico (IG) de productos lácteos fermentados por grupo*

Producto lácteo	Sedentarios	Deportistas	p
	IG (Promedio \pm DS)		
Soful	41,03 \pm 14,66 ^a	39,98 \pm 16,76 ^a	0,778
Yakult	44,88 \pm 14,37 ^a	59,98 \pm 20,42 ^b	0,072
Gastroprotect	27,36 \pm 13,51 ^a	32,03 \pm 6,28 ^a	0,564
BeneGastro	46,44 \pm 17,97 ^a	43,26 \pm 17,19 ^a	0,482
Bonacult	41,87 \pm 19,46 ^a	48,57 \pm 15,39 ^b	0,929
LalaBio4	37,09 \pm 17,02 ^a	34,37 \pm 9,28 ^a	0,365
Leche	71,07 \pm 30,28 ^b	77,66 \pm 23,76 ^c	0,267

*La misma letra por columna indica que no hay diferencia significativa.

Los IG de los productos lácteos fermentados entre grupos de sujetos no fueron estadísticamente diferentes y se puede decir que no hubo efecto en el IG por ser sujeto deportista o sedentario.

En la figura 1 se observa que la mayoría de los productos lácteos estudiados, a excepción del Yakult para los deportistas, pueden considerarse de IG bajo para ambas poblaciones. En los productos lácteos estudiados, el IG disminuyó en los productos con una mayor relación de proteína/HC, esta resultó de dividir el contenido de proteína entre el contenido de HC en 100 g de producto lácteo, situación que se cumplió para la mayoría de los productos lácteos estudiados. La excepción fue el producto lácteo Soful, ya que el IG obtenido para este producto lácteo, no a pesar de que la relación proteína/HC es la mayor, no presentó un IG menor con relación a los demás productos estudiados.

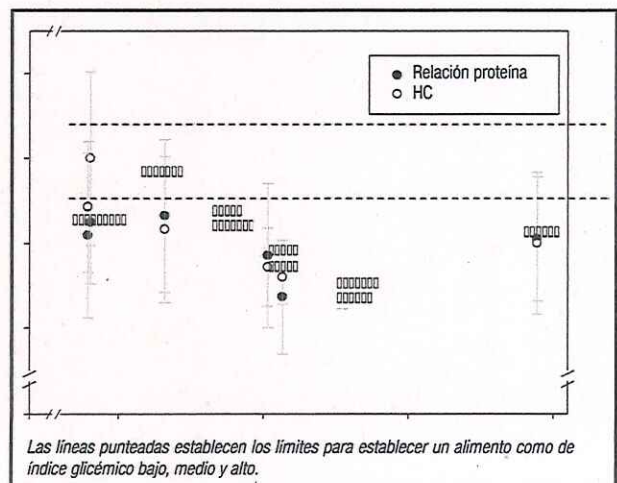


Figura 1.

Índice glucémico de los productos lácteos fermentados respecto a su relación de proteína/HC.

La LDS, producto lácteo que contenía los azúcares no fermentados, tuvo un IG mayor que el de las leches fermentadas. Lo anterior permite establecer que la fermentación tiene efecto positivo y reduce el IG en los productos lácteos; también se debe considerar que los HC contenidos en los productos lácteos fermentados no son libres, como en el caso de esta muestra considerada testigo. Es de interés mencionar que la LDS tuvo una relación de proteína/HC de 0,21 similar a la de Gastroprotect.

En la tabla IV se observa que la CG fue menor a 10 para todos los productos lácteos fermentados, valor que se encuentra en el intervalo de CG baja aun considerando su desviación estándar. Para el grupo sedentario Benegastro obtuvo la CG mayor *versus* aquellos productos cuyo tamaño de ración se encontró cercana a los 100 g. En el grupo de deportistas Yakult presentó la CG mayor; lo que podría deberse al porcentaje de sólidos solubles en este lácteo o, más específicamente, al contenido de azúcares reductores; coincidentemente estos productos lácteos obtuvieron el mayor IG en sus respectivos grupos. La LDS obtuvo la mayor CG de los productos estudiados como era de esperarse, y Gastroprotect presentó estadísticamente la menor CG en ambos grupos.

La CG entre los grupos de sujetos para un mismo lácteo no fue estadísticamente diferente, por lo que ser deportista o sedentario no determinó la CG de los productos lácteos.

DISCUSIÓN

La variación en el IG de un alimento puede deberse:

A la forma en que se toma la muestra de sangre, ya sea por medio de punción en la vena o sangre capilar. Algunos métodos de determinación de IG pueden incluir alguna de estas formas de obtención de sangre

- Al uso de diferentes tablas de composición de alimentos para calcular la porción requerida de alimento a probar, o
- Al método para calcular el área bajo la curva (11,14). E

Estas fuentes de variación no se presentaron en este estudio, por lo que se deduce que la variación se puede deber al alimento, a la variación entre lotes de fabricación, o a las características

de la población participante. En algunas investigaciones se hace referencia al cambio de materia prima y a diferentes condiciones de elaboración cuando se estudian productos similares de diferentes fabricantes (11).

En el presente trabajo no se encontraron diferencias estadísticas en el IG entre población sedentaria y deportista para los productos lácteos estudiados; sin embargo, Yakult se acercó a la significancia con una $p = 0,072$, lo que nos hace pensar que, si se incrementa el número de sujetos, la diferencia en el IG para este producto lácteo podría ser significativa. Al evaluar el IG de cereales para desayuno en estudios realizados por Mettler S y col. (15,16) se encontró diferencia en el valor IG del alimento entre dos grupos de deportistas con diferente intensidad de entrenamiento, 163 ± 55 y 659 ± 192 minutos/semana y sedentarios. El IG del cereal fue mayor en los sujetos sedentarios que en los deportistas, lo que se atribuyó al tiempo de entrenamiento; sin embargo Trompers W y cols. (17), quienes determinaron el IG de una barra energética, no encontraron estas diferencias entre población sedentaria y deportista. Estos hallazgos nos llevaron a suponer que encontrar diferencias en el IG de un producto alimenticio entre estas poblaciones depende del alimento más que de una diferencia en el metabolismo de los hidratos de carbono de cada grupo.

Originalmente el IG se utilizó para el manejo de pacientes diabéticos en nutrición clínica. Posteriormente se ha ampliado su aplicación y puede ser útil en el diseño de las raciones alimentarias del deportista. Las pruebas sugieren que el consumo de alimentos con IG elevado, previo al ejercicio puede ser perjudicial por la tendencia a producir durante el ejercicio hipoglucemia y reducir la oxidación de lípidos *versus* la de los HC. Estas desventajas se pueden eliminar si se consumen altas concentraciones de HC de elevado IG durante el esfuerzo. Cuando se realizan ejercicios prolongados de moderada intensidad, el beneficio de consumir HC de alto IG se asocia a mantener la glucemia; mientras que durante ejercicios de baja intensidad, el consumo de HC de alto IG puede reducir la oxidación de las grasas, situación no deseable en sujetos que realizan ejercicio como medio de reducir su tejido adiposo. Posterior al ejercicio, el consumo de HC de IG alto ha

Tabla IV. Carga glucémica (CG) de los productos lácteos por grupo*

Producto lácteo	Ración (g)+	Sedentarios	Deportistas	p
		CG (promedio \pm DS)		
<i>Soful</i>	213,00	6,29 \pm 2,25 ^b	6,13 \pm 2,57 ^b	0,778
<i>Yakult</i>	85,13	5,69 \pm 1,82 ^b	7,60 \pm 2,59 ^b	0,829
<i>Gastroprotect</i>	110,00	4,09 \pm 2,02 ^a	4,79 \pm 0,94 ^a	0,561
<i>Benegastro</i>	100,00	6,69 \pm 2,59 ^b	6,23 \pm 2,48 ^b	0,482
<i>Bonacult</i>	75,20	4,79 \pm 2,22 ^b	5,55 \pm 1,76 ^b	0,928
<i>LalaBio4</i>	120,00	5,92 \pm 2,72 ^b	5,49 \pm 1,48 ^b	0,365
<i>Leche descremada</i>	240,00	17,48 \pm 7,45 ^c	19,10 \pm 5,84 ^c	0,267

*Misma letra por columna indica que no hay diferencia significativa.

+Cantidad de producto que se sugiere consumir o generalmente se consume en una ingestión, expresada en gramos.

demostrado utilidad en acelerar la reposición de los depósitos de energía y reducir el catabolismo proteico (18).

Otros investigadores han establecido su influencia en la homeostasis de la glucosa antes y durante el ejercicio y han demostrado cómo el IG puede modular la respuesta fisiológica para mejorar el rendimiento durante el ejercicio (19,20).

Los resultados obtenidos en el IG de los productos lácteos fermentados podrían atribuirse a la relación de proteína/HC, ya que esta relación tiene un mayor efecto de control glucémico que la relación grasa/HC (21). O'Connor y cols. (22) mencionan que productos lácteos fermentados se asociaron con un menor riesgo de diabetes porque el proceso de fermentación hidroliza a los HC y se forman disacáridos, polisacáridos y ácidos orgánicos, por lo que la biodisponibilidad de los HC disminuye. Mencionan también que existen otros mecanismos potenciales para explicar la relación de la disminución del riesgo de padecer diabetes de tipo 2 y el consumo de productos lácteos fermentados, como son la presencia de menaquinonas (vitamina K2) sintetizadas por el tejido animal, aunque también puede ser de origen microbiano. Aunado a lo anterior, las bacterias probióticas presentes en los lácteos fermentados han demostrado mejorar el perfil lipídico y el estado antioxidante en individuos con diabetes de tipo 2 y tener efectos beneficiosos sobre las concentraciones de colesterol (22).

El resultado del IG obtenido para el producto lácteo Soful, que presentó la mayor relación de proteína/HC, se explica porque este producto fue probablemente adicionado con sacarosa, que es un HC de rápida absorción y la relación proteína/HC no influyó en el IG obtenido. Se han informado diferencias importantes en el valor del IG de los alimentos en función del tipo de azúcares, gomas, fibras o almidones que contienen (14,23,24); en el caso de las proteínas se ha comprobado que las proteínas lácteas tienen un efecto positivo en el control de peso, mejoran la sensibilidad de la insulina, el control glucémico y la dislipidemia, comportamiento que se relacionó con su significativo menor IG (25,26). Lo anterior sugiere que el Soful podría contener sólidos de leche o caseinatos, los cuales pueden modificar la relación de proteínas provenientes de la leche en el producto final y modificar su IG, situación que requiere estudiarse con más detalle. Otras investigaciones argumentan que los ácidos orgánicos en los lácteos fermentados tienen efecto glicémico e insulínico (10); estos ácidos se forman durante la fermentación, lo que se debería a la cepa utilizada para la fermentación.

Las leches fermentadas en deportistas mejoran el metabolismo de la glucosa y disminuyen el dolor muscular después del ejercicio intenso (9); sin embargo, no hay información de cómo se manifiesta esta respuesta con el IG o CG del producto lácteo. Una hipótesis sería que a menor IG o CG se mejora esta respuesta.

El conocer del IG y CG de los alimentos ayuda a comprender su efecto en la dieta y puede evitar que grandes cargas de glucosa circulen en la sangre (2). En la actualidad no existen estudios IG y CG en productos lácteos fermentados en los que concretamente hayan experimentado en sujetos sedentarios y deportistas.

CONCLUSIÓN

Existe diferencia significativa entre el IG de la leche adicionada con sacarosa y el IG de los productos lácteos fermentados con lactobacilos, diferencia que no se observó entre el grupo de participantes sedentarios y el de deportistas. En general se obtuvo un bajo índice glucémico y carga glucémica para cada producto estudiado, en ambos grupos. Por tanto, es posible recomendar su consumo en forma moderada para personas sedentarias, deportistas y a la población en general. La relación de proteína/HC influye en el IG de la mayoría de los PLF estudiados y las excepciones tendrían que estudiarse.

BIBLIOGRAFÍA

- Goto M, Morita A, Goto A, et al. Dietary glycemic index and glycemic load in relation to HbA1c in Japanese obese adults: a cross-sectional analysis of the Saku Control Obesity Program. *Nutr Metab (Lond)* 2012;9(1):79. DOI:10.1186/1743-7075-9-79.
- Franco-Mijares AC, Cardona-Pimentel G, Villegas-Canchola KP, Vázquez-Flores AL, Jáuregui-Vega PI, Jaramillo-Barrón E. Sobre el índice glucémico y el ejercicio físico en la nutrición humana. *El Resid* 2013;8(3):89-96.
- Wolever TM, Jenkins DJ, Jenkins AL, Josse RG. The glycemic index: methodology and clinical implications. *Am J Clin Nutr* 1991;54(5):846-54.
- Opperman M, Venter CS, Oosthuizen W, Thompson R, Vorster H. Meta-analysis of the health effects of using the glycaemic index in meal-planning. *Br J Nutr* 2004;92(03):367-81. DOI:10.1079/BJN20041203.
- Mondazzi L, Arcelli E. Glycemic Index in Sport Nutrition. *J Am Coll Nutr* 2009;28(sup4):455S - 463S. DOI:10.1080/07315724.2009.10718112.
- Hernández D, Arencibia R, Bosques JJ. Índice glicémico y carga glicémica en la alimentación del deportista. *efdeportes.com* 2010;144(15). <http://www.efdeportes.com/efd144/carga-glicemica-en-la-alimentacion-del-deportista.htm>
- Kelly S, Frost G, Whittaker V, Summerbell C. Low glycaemic index diets for coronary heart disease. *Cochrane Database Syst*. 2004;18(4):1-94. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD004467.pub2/pdf/standard>. Accessed November 26, 2014.
- Siu P, Wong S. Use of the glycemic index: effects on feeding patterns and exercise performance. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci* 2004;23:1-6. <http://jlc.jst.go.jp/JST.JSTAGE/jpa/23.1?from=Google>. Accessed November 26, 2014.
- Iwasa M, Aoi W, Mune K, et al. Fermented milk improves glucose metabolism in exercise-induced muscle damage in young healthy men. *Nutr J* 2013;12(1):83-90. DOI:10.1186/1475-2891-12-83.
- Östman E, Lilljeborg HG, Björck IME. Inconsistency between glycemic and insulinemic responses to regular and fermented milk products. *Am J Clin Nutr* 2001;74(4):96-100. <http://ajcn.nutrition.org/content/74/1/96.short>. Accessed November 11, 2014.
- Foster-Powell K, HA Holt S, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *Am J Clin Nutr* 2002;76(2):5-56. <http://ajcn.nutrition.org/content/76/1/5.full>. Accessed November 11, 2014.
- FAO, WHO. FAO/WHO Carbohydrates in human nutrition. Report of a Joint FAO/WHO Expert consultation. 1998:1-122.
- The International Organization for Standardization. ISO 26642:2010 Food products- Determination of the glycaemic index (GI) and recommendation for food classification; 2010.
- Aston LM, Gambell JM, Lee DM, Bryant SP, Jebb S. Determination of the glycaemic index of various staple carbohydrate-rich foods in the UK diet. *Eur J Clin Nutr* 2008;62(2):279-85. DOI:10.1038/sj.ejcn.1602723.
- Mettler S, Lamprecht-Rusca F, Stoffel-Kurt N, Wenk C, Colombani PC. The influence of the subjects' training state on the glycemic index. *Eur J Clin Nutr* 2007;61(1):19-24. DOI:10.1038/sj.ejcn.1602480.
- Mettler S, Wenk C, Colombani PC. Influence of training status on glycemic index. *Int J Vitam Nutr Res* 2006;76(1):39-44. DOI:10.1024/0300-9831.76.1.39.
- Trompers W, Perry TL, Rose MC, Rehner NJ. Glycemic and insulinemic response to selected snack bars in trained versus sedentary individuals. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2010;20(1):27-33.

18. MacMillan N. Utilidad del Índice Glicémico en Nutrición Deportiva. *Rev Chil Nutr*. 2002;29(2):92-97. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182002000200003. Accessed November 26, 2014.
19. Wright HH. The glycaemic index and sports nutrition. *SAJCN* 2005;18(3):222-8.
20. Marcelo Fernández J, Miranda López J, Pérez Jiménez F. Índice glucémico y ejercicio físico. *Rev Andaluza Med del Deport* 2008;1(3):116-24.
21. Panahi S, El Khoury D, Kubant R, et al. Mechanism of action of whole milk and its components on glycemic control in healthy young men. *J Nutr Biochem* 2014;25(11):1124-31. DOI:10.1016/j.jnutbio.2014.07.002.
22. O'Connor LM, Lentjes MH, Luben RN, Khaw KT, Wareham NJ, Forouhi NG. Dietary dairy product intake and incident type 2 diabetes: A prospective study using dietary data from a 7-day food diary. *Diabetologia* 2014;57(5):909-17. DOI:10.1007/s00125-014-3176-1.
23. Marco MsA, Douglas Goff MsH, Kisch PJA, Coulson MsA, Wright PAJ. Effects of soy-soluble fiber and flaxseed gum on the glycemic and insulinemic responses to glucose solutions and dairy products in healthy adult males. *J Am Coll Nutr* 2013;32(2):98-110. DOI:10.1080/07315724.2013.767579.
24. Torres NT, Palacios-González B, Noriega-López L, Tovar-Palacio AR. Índice glicémico, Índice insulinémico y carga glicémica de bebidas de soya con un contenido bajo y alto en hidratos de carbono. *Rev Investig Clin* 2006;58:487-97.
25. Shlisky JD, Durward CM, Zack MK, Gugger CK, Campbell JK, Nickols-Richardson SM. An energy-reduced dietary pattern, including moderate protein and increased nonfat dairy intake combined with walking promotes beneficial body composition and metabolic changes in women with excess adiposity: a randomized comparative trial. *Food Sci Nutr* 2015;3(5):376-93. DOI:10.1002/fsn3.231.
26. Parker B, Noakes M, Luscombe N, Clifton P. Effect of a high-protein, high-monounsaturated fat weight loss diet on glycemic control and lipid levels in type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2002;25(3):425-430. DOI:10.2337/diacar.25.3.425.