

## Índice, carga glicémica y fibra dietética de los alimentos y su asociación con resistencia a la insulina en adultos chilenos

*Javiera Evans, Hugo Amigo, Patricia Bustos.*

Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Chile

**RESUMEN.** El Índice y Carga Glicémica (IG y CG) categorizan los alimentos según su capacidad de incrementar la glicemia, considerando cantidad y calidad de hidratos de carbono consumidos. Diferentes estudios han postulado que una dieta con IG y CG altos y bajo consumo de fibra incrementan la glicemia e insulinemia, aunque con resultados heterogéneos. El objetivo de este estudio fue analizar la asociación entre IG, CG e ingesta de fibra y valores HOMA-IR en adultos jóvenes. En una muestra representativa de 738 personas que tenían entre 32 y 38 años, nacidos en el Hospital de Limache, Región de Valparaíso, Chile, se recogió información socioeconómica, de salud, se determinó estado nutricional, glicemia, insulina basal y HOMA, y con la encuesta de frecuencia de consumo se estimó IG, CG e ingesta de fibra. Se construyeron modelos de regresión múltiple, controlando efectos de confusión e interacción. En modelos ajustados, se observó que por cada 10 unidades que aumenta el IG y CG de la dieta en individuos con exceso de peso, aumenta el HOMA-IR en 0,31 ( $p=0,042$ ) y 0,03 ( $p=0,012$ ), respectivamente y por cada 10 gramos que aumenta la fibra total y soluble, disminuye el HOMA-IR en 0,10 ( $p=0,04$ ) y 0,62 ( $p=0,034$ ) respectivamente. En personas sin exceso de peso no hubo estos efectos. Existe una asociación directa entre el aumento de IG y CG de los alimentos y el incremento de HOMA-IR sólo en individuos con exceso de peso y una asociación inversa entre ingesta de fibra dietética total y soluble y HOMA-IR.

**Palabras clave:** Índice glicémico, carga glicémica, fibra dietaria, resistencia a la insulina.

**SUMMARY. Glycemic index, glycemic load and dietary fiber of foods and its association with insulin resistance in Chilean adults..** Glycemic index and glycemic load (GI and GL) categorize foods according to their ability to increase blood sugar levels, considering quantity and quality of carbohydrates consumed. Different studies have postulated that a high GI and GL diet and low fiber intake increased glycemia and insulinemia, although with heterogeneous results. The aim of this study was to analyze the association between GI, GL and fiber intake and HOMA-IR values in young adults. In a representative sample of 738 people aged between 32 and 38 years old, born in the Limache's Hospital, Valparaiso, Chile, socioeconomic and health information, nutritional status, basal glycemia, insulin and HOMA were collected. With a food frequency questionnaire, GI, GL and fiber intake were estimated. Multiple regression models were constructed, controlling confounding and interaction effects. In adjusted models, it was found that for every 10 units that increases diet GI and GL in overweight individuals, HOMA-IR increases in 0.31 ( $p = 0.042$ ) and 0.03 ( $p = 0.012$ ) respectively, and for every 10 grams that increases total and soluble fiber intake, HOMA-IR reduces in 0.10 ( $p = 0.04$ ) and 0.62 ( $p = 0.034$ ) respectively. In people without overweight such effects were not observed. There was a direct association between increased GI and GL foods and increased HOMA-IR only in individuals with overweight and an inverse association between total and soluble fiber intake and HOMA-IR.

**Key words:** Glycemic index, glycemic load, dietary fiber, insulin resistance.

### INTRODUCCIÓN

Un problema de salud pública actual es el aumento de la prevalencia de sobrepeso y obesidad, condiciones bien establecidas como factores de riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT). De acuerdo a la última Encuesta Nacional de Salud de Chile, el 64,5% de los chilenos mayores de 15 años sufre de exceso de peso y un 9,4% de Diabetes mellitus 2 (DM2)

(1). Asumiendo que continúe el incremento en la prevalencia de sobrepeso y obesidad, se espera que también lo haga la prevalencia de Resistencia a la Insulina (RI) y DM2.

Para evitar una malnutrición por exceso y el desarrollo de ECNT, es necesaria la regulación del peso corporal. En dicho proceso actúa, entre otros factores, la hormona insulina siendo necesario que sus niveles plasmáticos se encuentren dentro de rangos normales

(2). No obstante, puede existir una reducida respuesta fisiológica de los tejidos a la acción de la insulina, no respondiendo de manera adecuada a una concentración normal, lo que se expresa como RI (3).

Dentro de los factores que condicionan los niveles de insulina plasmática se encuentran el tipo de dieta, sobre la cual la evidencia demuestra que una alimentación con un contenido elevado de carbohidratos (CHO) se asocia a mayores niveles de glicemia e insulina plasmática y que los CHO simples inducen un incremento de la glicemia de forma más rápida que los complejos, razón por la cual se utilizan los conceptos de Índice glicémico (IG) y Carga glicémica (CG). El primero categoriza a los alimentos que contienen CHO en relación a su capacidad de incrementar los niveles de glicemia, según velocidad y magnitud, respecto a la calidad pero no a la cantidad. En su lugar, la CG considera ambos aspectos, al cuantificar el impacto de una porción consumida de un alimento con determinado IG (4). Pese a lo anterior, se debe tener mayor evidencia para probar esta teoría ya que los resultados de los diferentes estudios al respecto no son concluyentes (5).

Otro componente de la dieta asociado a los niveles de insulina plasmática con beneficios en salud, es la fibra dietética (FD). En diferentes estudios, se ha encontrado que la concentración de insulina y glucosa es menor en individuos que reportaban dietas altas en FD, especialmente la de tipo soluble (FDS). Diferentes mecanismos se proponen para explicar este efecto, tales como el aumento de la viscosidad de los nutrientes en el intestino delgado, lo que disminuiría la disponibilidad de la glucosa para ser absorbida, observándose finalmente un retardo del vaciamiento gástrico (6).

Si bien la RI es un problema de salud cada vez más frecuente, los estudios que han medido el efecto de IG, CG y FD sobre los niveles HOMA-IR indican que la evidencia es poco concluyente e insuficiente.

El objetivo de este estudio fue evaluar la asociación entre índice glicémico, carga glicémica y fibra de la dieta y los niveles HOMA, en adultos entre 32 y 38 años. Con los resultados de este estudio se espera poder entregar nuevos antecedentes a la evidencia ya disponible. Este estudio es parte del seguimiento de una cohorte en comunas semi rurales de la zona central del país cuyo interés central es identificar factores de riesgo de enfermedades crónicas en adultos jóvenes en una zona de limitada migración.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El diseño de este estudio corresponde a un corte transversal de una muestra de 738 adultos, nacidos en el Hospital de Limache, Región de Valparaíso, Chile, entre los años 1974 y 1978 y que al momento del estudio tenían entre 32 y 38 años. Para efectos del presente trabajo, se excluyeron aquellos individuos diabéticos (Glicemia  $\geq 126$  mg/dl) ó que estuviesen tomando medicamentos hipoglicemiantes. De la muestra inicial, 46 fueron excluidos por estas razones, resultando una muestra final de 692 sujetos.

A cada una de las personas se les tomó una muestra de sangre en ayunas, en la cual se obtuvieron los niveles de glucosa basal (utilizando el método colorimétrico enzimático GOD/PAP, Human Diagnostic, Alemania) y de insulina (los que fueron determinados a través de radioinmunoensayo). Posteriormente se calculó el HOMA-IR, a través de la fórmula  $[\text{Insulina mmol/l} \times \text{Glucosa mmol/l} / 22,5]$  (7).

Se aplicó una "Encuesta de Tendencia de Consumo Cuantificado" (ETCC), de tipo semi abierto, en la que se recopiló información respecto a los alimentos consumidos en los últimos 30 días. Con la ayuda de un atlas fotográfico construido especialmente para este estudio, se identificó el gramaje de la porción y la frecuencia de consumo (diaria, semanal o mensual) según correspondiera. Posteriormente, se estimó la ingesta diaria de dicho alimento. Con el programa FoodProcessor 2, se obtuvo el consumo diario de calorías totales, CHO, FD y FDS.

El IG de cada alimento, se obtuvo de la Tabla internacional de IG (8), y en el caso de que para un alimento hubiese más de un valor asignado, se utilizó el promedio de los datos entregados de los diferentes estudios. Para aquellos alimentos sin CHO no se asignó ningún valor. Para estimar el IG de cada alimento de acuerdo a su consumo diario, se utilizó la fórmula  $\text{IG del alimento} \times \text{Proporción de CHO en la dieta}$  (9), luego se sumaron cada uno de los resultados y se obtuvo el IG total de la dieta, el cual fue clasificado en tres categorías: IG alto  $\geq 70$ , IG intermedio 56-69, IG bajo  $\leq 55$  (10). La CG de la dieta se estimó a través de la fórmula  $(\text{IG de la dieta} \times \text{Contenido neto de CHO de la dieta}) / 100$  (9), y se categorizó en CG alta, mayor a 120, CG media entre 81-120 y CG baja, menor o igual a 80 (11). El consumo de FD fue clasificada en las siguientes categorías: Consumo bajo (menor a 20 g/día), con-

sumo adecuado (entre 20 y 35 g/día) y consumo alto (mayor a 35 g/día). Respecto a la FDS, se trabajó con el aporte parcial debido a la escasa información nutricional disponible de este componente de la dieta.

El NSE fue definido utilizando una matriz que incluyó información de ocupación y nivel de educación del jefe de hogar, de acuerdo a una clasificación socioeconómica que ha sido ampliamente utilizada en Europa y adaptada a la realidad chilena. Acorde a esta matriz, los sujetos se clasificaron en 5 niveles: alto, medio-alto, medio, medio-bajo y bajo (12).

Se estimó el nivel de actividad física (NAF), aplicando el cuestionario internacional de actividad física (IPAQ), versión corta, de autopercepción del NAF (13). Los participantes fueron clasificados en su condición, "Muy activo", "Medianamente activo", "Poco o Nada activo".

Para evaluar el estado nutricional, se consideró el peso (kilogramos), el cual fue medido en una balanza SECA con precisión de 100 g., y la estatura (metros), que se midió usando un tallímetro con precisión de 1 mm, lo que posteriormente permitió estimar el índice de masa corporal de cada individuo, a través de la fórmula  $\text{Peso (kg) / Talla}^2 \text{ (mt)}$ . Estas mediciones fueron tomadas por profesionales Nutricionistas, especialmente capacitadas y permanentemente supervisadas según técnicas internacionales(14).

Para la estrategia de análisis se construyeron modelos de regresión lineal múltiple previa comprobación de la normalidad de los residuos, controlando efectos de interacción y de confusión.

Este estudio fue aprobado por el comité de ética para Estudios en Seres Humanos de la Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Los participantes firmaron un consentimiento informado antes de comenzar el estudio.

## RESULTADOS

Los participantes de este estudio fueron mayoritariamente mujeres (n=459), correspondiendo a un 66% de la muestra, la mediana de edad fue 35 años, con un promedio de edad en hombres de 35,4 años y en mujeres de

34,9 años (p=0,021). Menos de un 10% de la muestra fue clasificada en el nivel socioeconómico bajo y alrededor de la mitad de la población en estudio fue clasificada en el nivel socioeconómico medio. En esta muestra no hubo personas clasificadas en los niveles alto y medio-alto y no se observaron diferencias significativas en la distribución por sexo (p=0,206).

La mediana de IMC en los participantes fue alta (27.7 Kg/m<sup>2</sup>), observándose que las mujeres tuvieron 0,99 puntos más de IMC respecto a los hombres (p=0,002). Tres cuartas partes de la población en estudio presentó exceso de peso, sin diferencias significativas por sexo. El NAF, en la mitad de los participantes se caracterizó por ser "Muy activo". El nivel "Poco o nada activo" correspondió a un bajo porcentaje, en ambos sexos, la distribución de esta variable fue distinta al observarse mayor actividad en los varones.

La mediana de HOMA de los participantes (variable dependiente) fue 1,9, siendo 0,1 puntos mayor en hombres (p=0,021). Cerca de un cuarto de los participantes presentó RI (HOMA-IR  $\geq 2.53$ ) y los hombres presentaron un 7% más que las mujeres (p=0,05). Todo lo anterior se puede observar en la Tabla 1.

La mediana de consumo de fibra dietética fue de 25,4 g/día, destacando que la ingesta diaria fue superior en hombres que en mujeres. Alrededor de la mitad de

TABLA 1. Caracterización de la muestra según sexo.

	Total (n=692)	Hombres (n=233)	Mujeres (n=459)	P
Edad (años), Mediana (p25-75)	35,1 (34,0-36,4)	35,4 (34,3-36,6)	34,9 (33,9-36,3)	0,021
IMC (kg/mt <sup>2</sup> ), Mediana (p25-75)	27,7 (24,9-30,9)	27,2 (24,4-29,9)	28,1 (25,2-31,4)	0,002
Exceso de peso (%)	74,9	71,7	76,5	0,100
HOMA-IR, Mediana(p25-75)	1,9 (1,5-2,5)	1,9 (1,5-2,7)	1,8 (1,4-2,4)	0,021
Resistencia a la insulina (%)	22,7	27,0	20,5	0,052
Nivel socioeconómico (%)				
Bajo	8,5	11,2	7,2	
Medio Bajo	42,8	42,1	43,1	0,206
Medio	48,7	46,8	49,7	
Nivel de actividad física (%)				
Muy activo	52,7	60,5	48,8	
Medianamente activo	37,1	30,9	40,3	0,014
Poco o nada activo	10,1	8,6	10,9	

la población en estudio presentó un consumo adecuado de FD, mayor en hombres y sólo una tercera parte presentó un consumo bajo, mayor en mujeres. La mediana para IG fue de 59, obteniendo un muy bajo porcentaje de IG alto. Cerca de tres cuartas partes de la población se caracterizó por tener una dieta de IG moderado, para esta variable se observó que los hombres tiene una dieta de mayor IG moderado y las mujeres de IG bajo. En términos de CG, la mediana fue de 149, siendo significativamente más elevada en hombres (p=0,001), lo que se reafirma al categorizar esta variable, obteniéndose en los hombres un mayor porcentaje de CG alta. (Tabla 2).

En el modelo que midió la asociación entre ingesta de FD y niveles de HOMA-IR con ajuste, se observó

que por cada 10 gramos diarios de aumento de la FD, disminuye significativamente el HOMA-IR en 0,1 (Tabla 3). Al observarse una interacción entre IMC y las diferentes variables de exposición del estudio, se segmentaron los modelos observándose una asociación inversa y significativa en el modelo con exceso de peso entre la FDS y HOMA-IR, en el cual, por cada 10 gramos que aumentaba el consumo de FDS en individuos con exceso de peso, disminuyó el HOMA en 0,62 (p=0,034). El mismo efecto inverso y significativo se observó en los modelos tanto para IG como CG, en donde por cada 10 unidades que aumentaba el IG y CG en individuos con exceso de peso, aumentó el HOMA en 0,31 (p=0,042) y 0,03 (p=0,012) respectivamente (Tabla 4).

TABLA 2. Fibra dietaria, Índice y Carga glicémica diaria de acuerdo a sexo.

	Total	Hombres	Mujeres	P
Ingesta de fibra diaria (gr/día) Med (P25 - P75)	25,4 (18,7 - 35,2)	30,5 (23,9 - 41,5)	22,6 (17,5 - 30,8)	0,001
Consumo Bajo de fibra (%)	29,5	13,7	37,5	
Adecuado	45,1	48,5	43,4	0,001
Elevado	25,4	37,8	19,2	
Índice glicémico diario (IG) Med (P25 - P75)	59,0 (55 - 61)	59,0 (57 - 62)	58,0 (55 - 61)	0,066
IG Bajo (%)	27,2	19,3	31,2	
Moderado	72,7	80,3	68,8	0,002
Alto	0,1	0,4	0	
Carga glicémica diaria (CG) Med (P25 - P75)	149 (111 - 205)	207 (157 - 277)	126 (101 - 168)	0,001
CG Baja (%)	9	3	12	
Moderada	21,1	3,9	30,1	0,001
Alta	69,8	93,1	58	

TABLA 3. Asociación entre ingesta de fibra dietética total y HOMA-IR

Variable	Sin ajuste		Ajustado**	
	β (95% IC)	P	β (95% IC)	P
Ingesta de Fibra diaria*	0,02 (-0,06 a 0,09)	0,629	-0,10 (-0,2 a 0,001)	0,04

\*Cada 10 gr/día

\*\*Modelo ajustado por sexo, edad, NAF, IMC, Calorías, NSE

TABLA 4. Asociación entre ingesta parcial de fibra dietética soluble, índice glicémico y carga glicémica y HOMA-IR, según IMC

Variable	Ajustado*** Sin exceso de peso		Ajustado*** Con exceso de peso	
	β (95% IC)	P	β (95% IC)	P
Ingesta de Fibra soluble (parcial)*	-0,2 (-0,5 a 0,91)	0,574	-0,62 (-1,19 a -0,05)	0,034
Índice glicémico**	-0,24 (-0,50 a 0,03)	0,087	0,31 (0,01 a 0,61)	0,042
Carga glicémica**	-0,01 (-0,03 a 0,00)	0,184	0,03 (0,01 a 0,05)	0,01

\*Cada 10 gr/día    \*\*Cada 10 unidades

\*\*\*Modelos ajustados por sexo, edad, NAF, Calorías, NSE

## DISCUSIÓN

En este estudio se encontró una asociación directa y significativa, entre el aumento de índice y carga glicémica de los alimentos y el incremento de HOMA-IR. En ambos casos la asociación mencionada se observó solamente en los individuos con exceso de peso. Además, se comprobó una asociación inversa y significativa entre ingesta de fibra dietética total y soluble y HOMA-IR.

La asociación encontrada sólo en individuos con exceso de peso, estaría relacionado con el hecho que el tejido adiposo afectaría la producción de insulina del cuerpo y la capacidad de respuesta de esta hormona. Los adipocitos funcionan como glándulas endocrinas que están involucradas en el proceso de regulación del consumo de energía y la actividad de la insulina, secretando varias hormonas y mensajeros químicos tales como la leptina, factor de necrosis tumoral, y resistina (15). Estudios recientes demuestran que la RI se asocia a menudo con la inflamación del tejido adiposo, la que puede ser reducida por la pérdida de peso (16).

Algunos estudios han reportado asociaciones directas entre IG, CG y FD con HOMA-IR, no obstante la evidencia no es homogénea, existiendo investigaciones que no muestran dicha asociación, siendo el caso de un trabajo realizado en Rotterdam y otro en Japón, donde no se encontró la asociación mencionada, ni con DM2 ni con hemoglobina glicosilada (9, 17). No obstante, en otros trabajos (basados en la cohorte de Framingham) se encontró una asociación directa y significativa entre IG y CG y niveles HOMA-IR, también entre la FD proveniente de cereales y frutas y HOMA-IR (18). En un estudio basado en el efecto de un subtipo de FDS, se comprobó que su consumo a largo plazo se asociaba a una disminución de RI (19). Esta heterogeneidad podría deberse a diferentes características de los estudios como el método de recolección dietaria, el rango de valores de IG y CG observado, el rango de edad de los participantes, entre otros (20).

Respecto a la diferencia entre la alta proporción de la muestra con IG moderado y por otra parte una alimentación con CG alta, se debería a que esta última considera no solo la calidad de los CHO de un alimento, sino también la cantidad ingerida. Se debe mencionar que se constató una CG mayor en hombres que mujeres, coincidente con la ingesta calórica diferenciada por sexo (20).

Cerca de la mitad de la población de este estudio se caracterizó por presentar un consumo adecuado de FD, la cual se asoció de manera indirecta y significativa con HOMA-IR, siendo también significativo al medir la asociación entre FDS parcial y HOMA-IR, controlando por IMC. Lo observado, podría deberse a que una mayor ingesta de FDS ha reportado mejor poder de asociación con los niveles HOMA-IR, por lo que es esperado que dicha clasificación demuestre un mayor poder de asociación. (21).

La ingesta de FD fue mayor a lo observado en la Encuesta Nacional de Consumo Alimentario del año 2010-2011 (ENCA) duplicando lo referido en esta encuesta (22). Estos resultados podrían deberse a que las comunas donde habitan los participantes, corresponden a zonas con gran producción de frutas y verduras durante todo el año, existiendo una amplia disponibilidad de estos alimentos. Eventualmente, podría existir un sobreraporte alimentario debido al instrumento utilizado (ETCC), pero también hay que considerar que el valor de ingesta de FD (g/día) de la ENCA proviene de un recordatorio 24 horas y por ende se espera observar algunas diferencias si el instrumento de medición es distinto (23).

Dentro de las limitaciones de este trabajo, están que se utilizó la ETCC, como único método para estimar la ingesta alimentaria, que al ser dependiente de la memoria del sujeto, podría haber sobreestimación de las cantidades consumidas. También el tiempo que toma realizarla (lo que puede haber implicado pérdidas de atención y rutinización de sus respuestas) y el que no haya sido diseñada específicamente para medir el IG y CG de la dieta. Sin embargo, ese tipo de encuesta alimentaria se ha validado en diferentes estudios, pudiendo demostrar ciertas ventajas como el proporcionar información sobre hábitos y conductas alimentarias lo que es una buena aproximación para analizar la relación entre dieta y enfermedad en estudios epidemiológicos.

La escasez de resultados homogéneos entre estudios que miden el efecto del IG y CG se puede deber a diferentes factores, como por ejemplo que en la literatura se han encontrado diferentes fórmulas para su cálculo, lo que muestra falta de estandarización para su estimación. Por otra parte, es importante mencionar que los datos de la tabla internacional de IG fueron medidos de manera aislada y no como parte de una preparación o dieta mixta, como es habitualmente consumido el alimento. Además, no todos los valores de IG de los alimentos

están disponibles, especialmente aquellos más propios del país. Algo similar ocurre respecto a la información nutricional de FD soluble e insoluble de los alimentos, la cual no está disponible en las tablas de composición química de los alimentos y sólo algunos presentan dicha información en su etiquetado, lo que dificulta medir la asociación entre FDS total con HOMA-IR.

Dentro de las fortalezas de este estudio, se debe mencionar que se dispone de una amplia información, lo que permite controlar por factores de confusión como NSE, NAF, IMC, edad y sexo y verificar si hay interacción. El rango de edad similar en los participantes de este estudio ayudó a minimizar posibles sesgos que esta variable pudiese tener. Además, el trabajar con adultos jóvenes permite identificar tempranamente factores de riesgo para desórdenes metabólicos, como RI y DM2. Cabe mencionar también que fueron aplicados diversos controles de calidad de la información recolectada a través de capacitación y supervisión de los encuestadores, lo que asegura una buena confiabilidad del dato recolectado.

Finalmente, los resultados de este estudio permiten sugerir un aumento del consumo de alimentos de bajo IG y CG, controlando la ingesta de carbohidratos así como también priorizar un alto consumo de FDS, para lograr un mejor manejo de los niveles HOMA-IR en adultos jóvenes.

## CONCLUSIÓN

Hubo una asociación directa entre el aumento de IG y CG de los alimentos y el incremento de HOMA-IR en individuos con exceso de peso y una asociación inversa y significativa entre ingesta de fibra dietética total y soluble y HOMA-IR.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por el Fondo Nacional para el Desarrollo Científico y Tecnológico de Chile (FONDECYT), Proyecto N° 1100414. Nuestros agradecimientos a la nutricionista Lucía Pienovi, quien estimó el aporte de energía y macronutrientes de las encuestas alimentarias.

## REFERENCIAS

1. Ministerio de Salud de Chile. Encuesta Nacional de Salud 2009-2010. [updated 2010; cited 10/05/2014];

Available from <http://web.minsal.cl/portal/url/item/bcb03d7bc28b64dfe040010165012d23.pdf>

2. Vásquez-Machado M, Ulate-Montero G. Regulación del peso corporal y del apetito. *Acta Med Costarric.* 2010;52:79-89.
3. Riobo Servan P. Obesity and diabetes. *Nutr Hosp.* 2013;28 Suppl 5:138-43.
4. Arteaga Llona A. The glycemic index. A current controversy. *Nutr Hosp.* 2006;21 Suppl 2:53-9, 55-60.
5. Ajala O, English P, Pinkney J. Systematic review and meta-analysis of different dietary approaches to the management of type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr.* 2013;97:505-16.
6. Kaczmarczyk MM, Miller MJ, Freund GG. The health benefits of dietary fiber: beyond the usual suspects of type 2 diabetes mellitus, cardiovascular disease and colon cancer. *Metabolism.* 2012;61:1058-66.
7. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia.* 1985;28:412-9.
8. Foster-Powell K, Holt SH, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *Am J Clin Nutr.* 2002;76:5-56.
9. Goto M, Morita A, Goto A, Sasaki S, Aiba N, Shimbo T, 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. *Nutrition & Metabolism.* 2012 Sep 10;9(1):79. doi: 10.1186/1743-7075-9-79.
10. Brand-Miller J, Hayne S, Petocz P, Colagiuri S. Low-glycemic index diets in the management of diabetes: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Care.* 2003;26:2261-7.
11. Hosseinpour-Niazi S, Sohrab G, Asghari G, Mirmiran P, Moslehi N, Azizi F. Dietary glycemic index, glycemic load, and cardiovascular disease risk factors: Tehran Lipid and Glucose Study. *Arch Iran Med.* 2013;16:401-7.
12. ADIMARK. El nivel socioeconómico ESOMAR. Santiago de Chile; 2000 [updated 2000; cited 10/11/2013]; Available from: <http://www.microweb.cl/idm/documentos/ESOMAR.pdf>.
13. Craig CL, Marshall AL, Sjostrom M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35:1381-95.
14. Onis M, Onyango AW, Van den Broeck J, Chumlea WC, Martorell R. Measurement and standardization protocols for anthropometry used in the construction of a new international growth reference. *Food Nutr Bull.* 2004;25:S27-36.

15. Shuldiner A, Yang R, Gong D-W. Resitin, obesity, and insulin resistance- the emerging role of the adipocyte as an endocrine organ. *N Engl J Med*. 2001;345:1345–6.
16. Wieser V, Moschen AR, Tilg H. Inflammation, cytokines and insulin resistance: a clinical perspective. *Arch Immunol Ther Exp (Warsz)*. 2013;61:119–25.
17. Van Woudenberg GJ, Kuijsten A, Sijbrands EJ, Hofman A, Witteman JC, Feskens EJ. Glycemic index and glycemic load and their association with C-reactive protein and incident type 2 diabetes. *J Nutr Metab*. 2011;623076 doi: 10.1155/2011/623076
18. McKeown NM, Meigs JB, Liu S, Saltzman E, Wilson PW, Jacques PF. Carbohydrate nutrition, insulin resistance, and the prevalence of the metabolic syndrome in the Framingham Offspring Cohort. *Diabetes Care*. 2004;27:538-46.
19. Brockman D, Chen X, Gallaher D. Hydroxypropyl methylcellulose, a viscous soluble fiber, reduces insulin resistance and decreases fatty liver in Zucker diabetic fatty rats. *Nutrition and Metabolism*. 2012;9:100.
20. Hartman TJ, Albert PS, Zhang Z, Bagshaw D, Kris-Etherton PM, Ulbrecht J, et al. Consumption of a legume-enriched, low-glycemic index diet is associated with biomarkers of insulin resistance and inflammation among men at risk for colorectal cancer. *J Nutr*. 2010;140:60-7.
21. Grover GJ, Koetzner L, Wicks J, Gahler RJ, Lyon MR, Reimer RA, et al. Effects of the soluble fiber complex PolyGlycopleX on Glucose Homeostasis and Body Weight in Young Zucker Diabetic Rats. *Frontiers in pharmacology*. 2011;2:47.
22. Ministerio de Salud de Chile. Encuesta Nacional de Consumo Alimentario. Chile, 2010 [updated 2010; cited 10/05/2014]; Available from: [http://web.minsal.cl/sites/default/files/ENCA-INFORME\\_FINAL.pdf](http://web.minsal.cl/sites/default/files/ENCA-INFORME_FINAL.pdf)
23. Thompson F, Byers T. Dietary Assessment Resource Manual. *J. Nutr* 1994;124:2245-2317.

Recibido: 16-06-2016

Aceptado: 09-08-2016