



Determinación del índice glucémico de un producto elaborado a base de amaranto (*Amaranthus caudatus* Linnaeus), quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para tratamiento coadyuvante de diabetes tipo 2 y obesidad

Glycemic Index of a product made from amaranthus (*Amaranthus caudatus* Linnaeus), quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) and tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) to adjuvant treatment of diabetes type 2 and obesity

GRADOS TORREZ, RICARDO ENRIQUE¹

TRINO, RODRIGO DANIEL¹

PEREZ GONZALES, JULIO²

GONZALES DÁVALOS, EDUARDO^{1*}

FECHA DE RECEPCIÓN: 22 DE MARZO DE 2018

FECHA DE ACEPTACIÓN: 25 DE MAYO DE 2018

Resumen

El Índice Glucémico (IG) es un parámetro que indica el impacto agudo de los carbohidratos de un alimento sobre los niveles de Glucosa en sangre, por tanto, la cantidad y tipo de carbohidratos son los principales factores determinantes de la glucemia. En diabéticos, los alimentos con IG bajo tienen un impacto favorable en el control de glucemia, mejoran la resistencia a la insulina e incrementan el HDL-Colesterol; además, en personas sanas reducen el riesgo para desarrollar diabetes y enfermedades cardiovasculares.

En este trabajo se determinó el IG de un producto elaborado a base de harinas de amaranto (*Amaranthus caudatus* Linnaeus), quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) (Producto nutracéutico: "AQT Regulador Metabólico") mediante la respuesta glucémica postprandial después de su consumo por voluntarios sanos, en comparación con la glucosa anhidra (alimento de referencia) para

Abstract

The Glycemic Index (GI) is a parameter that indicates the acute impact of carbohydrates in a food on the levels of Glucose in blood, therefore, the amount and type of carbohydrates are the main determinants of glycaemia. In diabetics, foods with low GI have a favorable impact on glycemic control, improve insulin resistance and increase HDL-Cholesterol; in addition, in healthy people they reduce the risk of developing diabetes and cardiovascular diseases.

In this work, the GI of a product made from amaranth (*Amaranthus caudatus* Linnaeus), quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) and tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) (Nutraceutical product: "AQT Metabolic Control") was determined by the postprandial glycemic response after its consumption by healthy volunteers, compared to anhydrous glucose (reference food) to corroborate its potential nutraceutical role as a coadjuvant treatment of DM2 and/or metabolic

1 Área de Farmacología, Instituto de Investigaciones Fármaco Bioquímicas "Luis Enrique Terrazas Siles". Universidad Mayor de San Andrés, Av. Saavedra 2224. La Paz, Bolivia.

2 Carrera de Bioquímica, Fac. Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas, Universidad Mayor de San Andrés, Av. Saavedra 2224. La Paz, Bolivia.

* Autor Correspondencia

corroborar su potencial rol nutracéutico como tratamiento coadyuvante de la DM2 y/o regulador metabólico en obesos no diabéticos con o sin resistencia a la insulina.

Este estudio reveló que tras 15 y 30 min del consumo de glucosa anhidra, la glucemia en el grupo control alcanzó unos picos máximos de 115 y 118 mg/dL respectivamente, mientras que, tras el consumo de producto nutracéutico: "AQT Regulador Metabólico" los picos máximos a los mismos tiempos fueron de 95,4 y 106,4 mg/dL respectivamente. La curva de tolerancia para el producto "AQT Regulador Metabólico" fue más plana en comparación con la glucosa anhidra y estas diferencias fueron estadísticamente significativas. La comparación de las áreas bajo la curva indica que el IG del producto: "AQT Regulador Metabólico" es igual a 30,6 % que es considerado como un IG bajo, por tanto, el producto es un complemento alimenticio aconsejable en la dieta de pacientes diabéticos, debido a que el incremento de glucemia postprandial no es significativo en comparación con la glucosa.

PALABRAS CLAVE

Índice Glucémico, Amaranth, Quinoa, Tarwi, Diabetes, Obesidad.

regulator in non-diabetic obese patients with or without insulin resistance.

This study revealed that after 15 and 30 min of the consumption of anhydrous glucose, the glycaemia in the control group reached maximum peaks of 115 and 118 mg/dL respectively, while, after the consumption of the nutraceutical product: "AQT Metabolic Control", maximum peaks at the same times were 95,4 and 106,4 mg/dL respectively. The tolerance curve for the product: "AQT Metabolic Control" was flatter compared to anhydrous glucose and these differences were statistically significant. The comparison of the areas under the curve indicates that the IG of the product: "AQT Metabolic Control" is equal to 30,6 % that is considered as a low GI, therefore, the product is a recommended dietary supplement in the diet of diabetic patients, due to that the increase in postprandial glycaemia is not significant compared to glucose.

KEY WORDS

Glycemic Index, Amaranth, Quinoa, Tarwi, Diabetes, Obesity.

INTRODUCCIÓN

Heterogeneidad metabólica de alimentos ricos en carbohidratos

Los carbohidratos son tradicionalmente clasificados como mono, oligo y polisacáridos de acuerdo a su estructura química. Sin embargo, una clasificación basada únicamente en su estructura química no provee información acerca de su importancia en la salud (Asp, 1995). Es adecuada e importante una clasificación basada en la habilidad que tienen de ser digeridos y absorbidos por el intestino delgado, contribuyendo directa o indirectamente al suministro corporal (Riccardi *et al.*, 2008). Por tanto, los alimentos ricos en carbohidratos también han sido clasificados en base a sus efectos en la glucemia postprandial como se indica de acuerdo a su índice glucémico (IG) (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de acuerdo al Índice Glucémico. Tres categorías, alto, medio y bajo (Extraído de Glycemic Index Foundation, 2017).

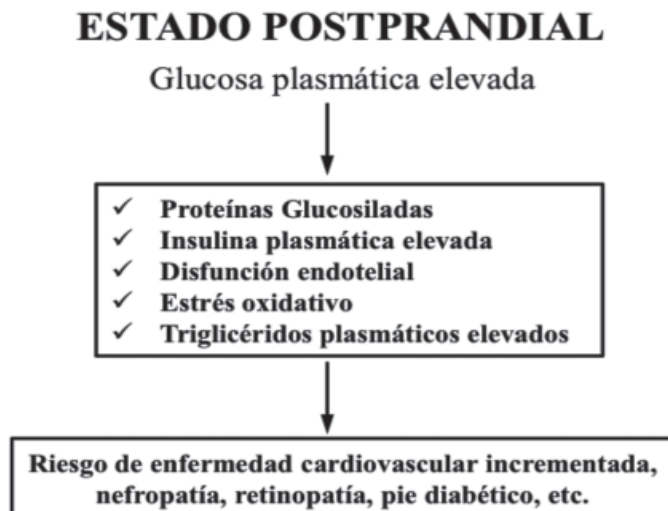
ÍNDICE GLUCÉMICO	%
ALTO	70 o más
MEDIO	56 - 69
BAJO	55 o menos

El IG es un parámetro que indica el impacto agudo de los carbohidratos de un alimento sobre los niveles de Glucosa en sangre (Wolever y Jenkins, 1986), por tanto, la cantidad y tipo de carbohidratos son los principales factores determinantes de la glucemia. El IG clasifica a los carbohidratos de un alimento de acuerdo a como afectan a la glucemia; de esta manera, carbohidratos con un IG bajo (55 % o menos) son digeridos, absorbidos y metabolizados más lentamente y ocasionan un incremento en la glucemia más bajo y lento (Jenkins *et al.*, 1983). En diabéticos, los alimentos con IG bajo tienen un impacto favorable en el control de glucemia, mejoran la resistencia a la insulina e incrementan el HDL-Colesterol; además, en personas sanas reducen el riesgo para desarrollar diabetes y enfermedades cardiovasculares (Garg *et al.*, 1988; Parillo *et al.*, 1996). Alimentos ricos en fibra generalmente tienen un IG bajo, aunque no todos los alimentos con IG bajo necesariamente tienen un alto contenido en fibra. Por otro lado, La glucemia postprandial está influenciada no solo por el IG del alimento, sino también por la cantidad de carbohidrato ingerido (Riccardi *et al.*, 2008).

Consecuencias de la hiperglucemia postprandial

La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) es un desorden crónico-progresivo del metabolismo de carbohidratos (Chawla *et al.*, 2016), donde la hiperglucemia postprandial es el principal riesgo para complicaciones micro/macro vasculares (como enfermedades cardiovasculares, nefropatía, retinopatía, pie diabético, etc), incrementando la morbilidad y mortalidad cardiovascular en sujetos diabéticos (Martín-Timón *et al.*, 2014; Figura 1). Muchas de éstas complicaciones pueden ser reducidas mediante el control glucémico, así, la dieta juega un papel crítico en mantener niveles de glucemia estables (Shreef *et al.*, 2016).

Figura 1. Efectos relacionados entre la hiperglucemia postprandial y el incremento en el riesgo de enfermedad cardiovascular, nefropatía, retinopatía, pie diabético, etc. (Extraído de Riccardi *et al.*, 2008).



Una dieta basada en alimentos con IG bajo es una herramienta para mejorar la resistencia a la insulina y el control glucémico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 (Wood y Fernandez, 2009).

Alimentos andinos: Amaranto (*Amaranthus caudatus* Linnaeus), Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)

Pertenecen a la categoría de pseudo-cereales. Se caracterizan por su excelente perfil de nutrientes y la ausencia de proteínas del gluten (prolaminas) que se encuentran en los cereales de uso común, como el trigo, la cebada y la avena. Éstos pseudo-cereales son esencialmente cultivos amiláceos, ricos en aminoácidos esenciales, ácidos grasos, minerales y vitaminas (Shreef *et al.*, 2016).

El amaranto es una semilla nativa americana. Se caracteriza por ser una fuente de proteínas, minerales y vitaminas A y C. Tiene un alto contenido de fibra soluble (alrededor del 42%) (Early y Early, 1987) y de proteínas (12,5 – 17,5 %) (Teutonico y Knorr, 1985), y especialmente un elevado contenido de lisina y metionina en comparación con otros cereales (Bressani, 1989). La mayor parte de las propiedades del amaranto, radica en su contenido de sustancias como la lunasina, un péptido con efectos antitumorales, antihiperlipidé-micos, antidiabéticos y antihelmínticos (Huerta-Ocampo y de la Rosa, 2011; Gonzales *et al.*, 2016; Trino *et al.*, 2017; Zambrana *et al.*, 2017).

La Quinoa es una semilla ancestral cultivada en la región andina. Se caracteriza por sus elevadas propiedades nutricionales. Los granos de quinoa son ricos en proteínas teniendo un buen balance en el contenido de aminoácidos esenciales cuando se compara con otros cereales. Además, contiene cantidades significantes de fitoquímicos incluyendo saponinas, flavonoides, fitoesteroles, ácidos fenólicos, vitaminas liposolubles, ácidos grasos, elementos traza y minerales los cuales tienen muchos efectos bioquímicos ventajosos (Mota *et al.*, 2016; Shreef *et al.*, 2016; Gonzales *et al.*, 2016; Trino *et al.*, 2017). Existen muy pocos estudios sobre el efecto hipoglucemiante de la quinoa in vivo.

El tarwi originario de los Andes es un grano medicinal que presenta mayor contenido de proteínas que la soya, siendo la leucina y lisina los principales aminoácidos útiles en la cicatrización de tejido muscular, piel y huesos, absorción de calcio y formación de colágeno. El tarwi controla diferentes enfermedades como la diabetes y enfermedades renales. Tiene actividad antihipertensiva y antihiperglucémica. Es la única especie del género *Lupinus* que posee compuestos fitoestrógenos como isoflavonas (un tipo de flavonoide) que tienen una actividad similar al Tamoxifen utilizado en el tratamiento de cáncer de mama (Ha y Zemel, 2003; Jacobsen y Mujica, 2006; Carrillo *et al.*, 2012; Gonzales *et al.*, 2016; Trino *et al.*, 2017).

El objetivo de este estudio fue determinar el IG de un producto elaborado a base de harinas de amaranto, quinoa y tarwi (Producto nutracéutico: “AQT Regulador Metabólico”) mediante la respuesta glucémica postprandial des-

pués de su consumo en comparación con la glucosa anhidra (alimento de referencia); de esta forma, corroborar su potencial rol nutracéutico como tratamiento coadyuvante de la DM2 y/o regulador metabólico en obesos no diabéticos con o sin resistencia a la insulina.

METODOLOGÍA

Diseño del Estudio

Estudio de corte transversal descriptivo. Participaron de forma voluntaria estudiantes de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas (F.C.F.B) y de la Facultad de Medicina. Los voluntarios se encontraron en un rango de edad entre 18 – 35 años para ambos géneros, aparentemente sanos, sin alergias, desórdenes alimentarios ni consumo habitual de suplementos alimenticios, alcohol ni en estado de gestación. Los voluntarios fueron provistos de una hoja informativa con todos los detalles del estudio y además firmaron un consentimiento informado como requisito indispensable para su participación. Se contó con un total de 10 voluntarios. Este estudio, fue realizado en el Instituto de Investigaciones Fármaco Bioquímicas (Área de Farmacología) FCFB-UMSA, La Paz - Bolivia.

Elaboración del Producto Nutracéutico: “AQT Regulador Metabólico” y determinación del aporte de macronutrientes

Constituido por harinas tostadas de amaranto, quinua y tarwi. El producto final AQT Regulador Metabólico fue preparado en el departamento de Desarrollo y control de calidad de productos naturales, área de Farmacología, Instituto de Investigaciones Fármaco Bioquímicas (IIFBfar-UMSA). El análisis físico-químico fue realizado en INLASA, La Paz – Bolivia.

Administración de los productos en estudio

El análisis bromatológico del producto AQT Regulador Metabólico (Amaranto, quinua y tarwi) realizado en INLASA (NB 312031-2006; NB 312027-2006) indica que en 25 g de producto AQT se hallan presentes 15,9 g de hidratos de carbono. Los productos: AQT y Glucosa anhidra (referencia), fueron codificados y distribuidos aleatoriamente a los voluntarios divididos en 2 grupos para evitar sesgos. El producto AQT Regulador Metabólico fue preparado disolviendo 25 g en 250 mL de agua, mientras que 15,9 g de Glucosa Anhidra fueron disueltos en la misma cantidad de agua para su consumo por voluntarios en ayunas.

Determinación de la curva de tolerancia

La glucemia de los voluntarios fue determinada con Glucómetro por punción capilar a tiempo 0 (antes del consumo de Producto AQT Regulador Metabólico o Glucosa anhidra), 15, 30, 45, 60 y 90 min. La curva de tolerancia fue realizada con la media y desviación estándar de los resultados.

Determinación del IG

Las áreas bajo la curva (*Area Under the Curve*: AUC) del producto AQT Regulador Metabólico y de la glucosa anhidra (referencia) fueron determinadas. El IG para el producto AQT Regulador Metabólico fue entonces calculado dividiendo el valor del AUC del producto AQT Regulador Metabólico entre el AUC de la glucosa anhidra (referencia) ignorando cualquier área debajo de la línea base y multiplicando por 100 (Torres *et al.*, 2006):

$$IG = (AUC \text{ producto AQT} / AUC \text{ glucosa anhidra}) \times 100$$

Análisis estadístico

Las gráficas de la curva de tolerancia y el cálculo del AUC para el Producto AQT Regulador Metabólico y la Glucosa Anhidra fueron realizados utilizando programa estadístico GraphPad Prism 6.0, t-test pareada fue utilizada para determinar las diferencias entre Producto AQT Regulador Metabólico y Glucosa Anhidra, $p < 0,05$ indica una diferencia estadísticamente significativa.

RESULTADOS

Análisis fisicoquímico de harinas de amaranto, quinua y tarwi

En la Tabla 2 se puede observar una comparación entre el contenido de macronutrientes presentes en el amaranto, quinua y tarwi.

Tabla 2. Análisis fisicoquímico del amaranto, quinua y tarwi, INLASA, La Paz – Bolivia, 2016.

	H. CARBONO (g/100)	PROTEÍNAS (g/100)	GRASAS (g/100)	FIBRA (g/100)
Amaranto	74,4	11,4	4,2	3,2
Quinua	72,1	13,8	4,4	2,1
Tarwi	43,9	36,1	9,2	3,3

Curva de tolerancia al Producto AQT Regulador Metabólico comparado con Glucosa Anhidra (alimento de referencia)

La curva de tolerancia se muestra en la Figura 2. Tras 15 y 30 min del consumo de glucosa anhidra, la glucemia alcanzó unos picos máximos de 115 y 118 mg/dL respectivamente, mientras que, tras el consumo de producto AQT Regulador Metabólico los picos máximos a los mismos tiempos fueron de 95,4 y 106,4 respectivamente. La curva de tolerancia para el producto AQT Regulador Metabólico fue más plana en comparación con la glucosa anhidra y estas diferencias fueron estadísticamente significativas (Figura 2). En la Tabla 3 se detalla la media de la glucemia obtenida a tiempo 0 (antes del consumo) y tras 15, 30, 45 y 90 min del consumo de producto AQT Regulador Metabólico y glucosa anhidra respectivamente.

Figura 2. Curva de tolerancia con datos del promedio de la Glucemia después del consumo de Glucosa anhidra (referencia) y producto AQT Regulador Metabólico (*= $p < 0,05$)

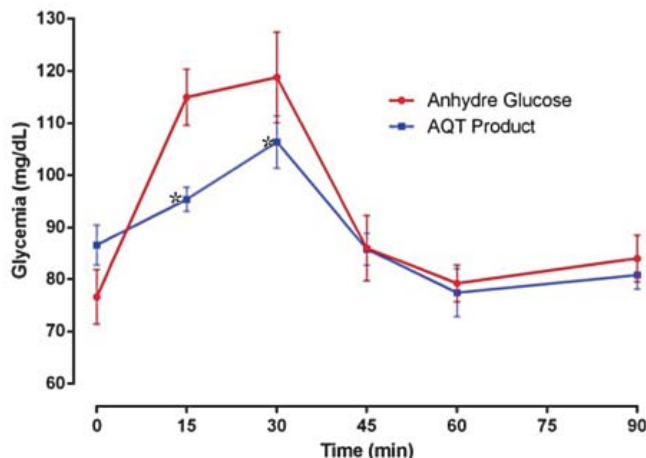
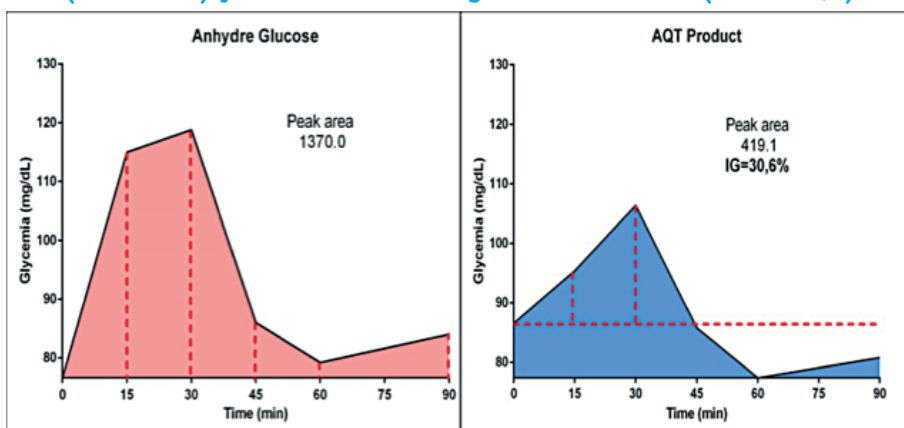


Tabla 3. Comparación de la glucemia tras consumo de glucosa anhidra (referencia) y producto AQT Regulador Metabólico

No.	GLUCOSA ANHIDRA (15,9g/250mL) Tiempo (min)						PRODUCTO AQT (25g/250mL) Tiempo (min)					
	0	15	30	45	60	90	0	15	30	45	60	90
PROMEDIO	76,6	115	118,8	86	79,2	84	86,6	95,4	106,4	85,8	77,4	80,8
ERROR EST.	5,2	5,4	8,7	6,3	3,5	4,5	3,9	2,3	5,0	3,1	4,6	2,7

IG del producto AQT Regulador Metabólico: La comparación de las áreas bajo la curva obtenidas tras consumo de glucosa anhidra y producto AQT Regulador Metabólico (Figura 3), indica que el IG del producto AQT Regulador Metabólico es igual a 30,6 % que es considerado como un IG bajo (Glycemic Index Foundation), por tanto, el producto puede ser empleado en estudios clínicos con diabéticos y/u obesos.

Figura 3. Áreas bajo la curva tras el consumo de A. Glucosa anhidra (área=1370) y B. Producto AQT Regulador Metabólico (área=419,1)



DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Los carbohidratos que influyen en la concentración sanguínea de glucosa y otros parámetros metabólicos, son aquellos que se absorben rápidamente a través del intestino delgado, contrariamente a lo que ocurre con la fibra no digerida, que alcanza el colon y sufre degradación bacteriana (Riccardi *et al.*, 2008). Esta fibra alimenticia que se encuentra presente en muchos alimentos como legumbres, vegetales, cereales y pseudo-cereales como el amaranto, quinua y tarwi, actúa sobre el metabolismo intermediario disminuyendo la absorción intestinal de glucosa y grasa, además, el proceso de fermentación en el intestino produce ácidos grasos de cadena corta que pueden contribuir a la modulación del metabolismo de la glucosa y los lípidos en el hígado (Todesco *et al.*, 1991; Thorburn *et al.*, 1993).

El consumo de carbohidratos incrementa las concentraciones sanguíneas de glucosa, particularmente en el periodo postprandial. Por tanto, en pacientes diabéticos, una dieta rica en carbohidratos puede tener efectos de detrimento en el control glucémico, el cual juega un rol principal en el desarrollo de complicaciones macro y micro-vasculares. En paralelo con el incremento de la glucosa sanguínea, las concentraciones de insulina y triacilglicéridos tienden a incrementarse junto con otros factores de riesgo de enfermedad cardiovascular (Riccardi *et al.*, 2008).

Alimentos con valores energéticos, composición nutricional, biodisponibilidad y cantidad de glúcidos muy similares pueden tener una cinética de liberación de glucosa en la luz intestinal muy variada. La glucosa como tal, no necesita una digestión previa puesto que es absorbido directamente como monosacárido por esta razón es utilizada en éste estudio como alimento de referencia. Sin embargo, el producto AQT Regulador Metabólico sufre inicialmente un proceso de digestión enzimática (hidrólisis), por tanto, la liberación y absorción de monosacáridos es paulatina. Además, la susceptibilidad de los gránulos de almidón al ataque enzimático es muy variable, debido en parte a su diferente morfología y organización cristalina (Wars *et al.*, 1986; Riccardi *et al.*, 2003; Golay *et al.*, 1986; Leclere *et al.*, 1994).

Las concentraciones de glucosa sanguínea después del consumo del producto AQT comienzan a disminuir continuamente hasta retornar a niveles basales (Figura 2). Esto podría ser explicado por el hecho de que el producto AQT Regulador Metabólico tiene un alto contenido de fitoquímicos beneficiosos para la salud como vitamina E, hierro, zinc y magnesio, así como saponinas, fenoles y fitoesteroles (Graf *et al.*, 2015). Éstos compuestos bioactivos pueden atenuar el metabolismo de carbohidratos y la hiperglucemia; mejorar la función de células pancreáticas β y la liberación de insulina (Mirmiran *et al.*, 2014). Además, compuestos antioxidantes como polifenoles y flavonoides pueden estar relacionados con el efecto de la reducción postprandial de la glucemia sugiriendo un mejoramiento en la función pancreática (Abugoch, 2009). Por otro lado, éste producto contiene además proteínas, lípidos (ácidos grasos insaturados) y fibra (Tabla 2) que aportan a que el producto en su

conjunto tenga una absorción lenta y alcance un IG bajo (igual a 30,6 %), por tanto, el producto AQT Regulador Metabólico es considerado como un complemento alimenticio aconsejable en la dieta de pacientes diabéticos, debido a que el incremento de glucemia postprandial no es significativo (Figura 2, Tabla2) en comparación con la glucosa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abugoch James L. E. (2009). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Composition, chemistry, nutritional and functional properties. *Adv Food Nutr Res.* 58: 1-31.
- Asp NG. (1995). Classification and methodology of food carbohydrates as related to nutritional effects. *Am J Clin Nutr.* 61(suppl):930S-75.
- Bressani, R. (1989). The proteins of grain amaranth. *Food Rev Intl.* 5:13-38.
- Carrillo, C., Cavia, M., and Alonso-Torres, S. R. (2012). Antitumor effect of oleic acid; mechanisms of action. A review *Nutrición Hospitalaria.* 27(5):1860-1865.
- Chawla, A., Chawla, R., Jaggi, S. (2016). Microvascular and macrovascular complications in diabetes mellitus: Distinct or continuum? *Indian J Endocrinol Metab.* 20(4):546-551.
- Early, D., Early, J. C. (1987). Transferencia de tecnología indígena para la preparación de la Kiwicha (*Amaranthus*). Primera parte. El amaranto y su potencial. *Boletín.* 4:8-12.
- Galgani, J., Aguirre, C., Díaz, E. (2006). Acute effect of meal glycemic index and glycemic load on blood glucose and insulin responses in humans. *Revista Chilena de Nutrición,* 33(1).
- Garg, A., Bonanome, A., Grundy, S. M., et al. (1988). Comparison of a high carbohydrate diet with a high-monounsaturated-fat diet in patients with noninsulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med.* 319:829-34.
- Glycemic Index Foundation. (2017). <https://www.gisymbol.com/>
- Golay, A., Coulston, A. M., Hollenbeck, C. B., et al. (1986). Comparison of metabolic effects of white beans processed into different physical forms. *Diabetes Care.* 9:260-6.
- Gonzales, E., Grados-Torrez, R. E., Trino, R. D., Gutiérrez, M. P., et al. (2016). Investigaciones sobre las propiedades medicinales de productos naturales para la diabetes y/o obesidad: Ensayo clínico fase 1 de suplementos alimenticios a base de Amaranto, Quinoa y/o Tarwi. Primera edición. Vol 1.
- Graf, B. L., Rojas-Silva, P., Rojo, L. E., Delatorre-Herrera, J., Baldeón, M. E. and Raskin, I. (2015). Innovations in Health Value and Functional Food Development of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Compr Rev Food Sci Food Saf.*14:431-445.
- Ha, E., and Zemel, M. B. (2003). Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanism underlying health benefits for active people (review). *Journal of Nutritional Biochemistry.* 14:251-258.
- Huerta-Ocampo, J. A. de la Rosa, A. P. B. (2011). Amaranth: a pseudo-cereal with nutraceutical properties. *Curr Nutr Food Sci.* 7:1-9.
- Jacobsen, E., and Mujica, A. (2006). El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y sus parientes silvestres. Universidad Mayor de San Andrés. 458-482.
- Jenkins, D. J., Wolever, T. M., Jenkins, A. L., et al. (1983). The glycaemic index of foods tested in diabetic patients: a new basis for carbohydrate exchange favouring the use of legumes. *Diabetologia.* 24:257-64.
- Leclere, C. J., Champ, M., Boillot, J., et al. (1994). Role of viscous guar gums in lowering the glycemic response after a solid meal. *Am J Clin Nutr.* 59:914-21.
- Martín-Timón, I., Sevillano-Collantes, C., Segura-Galindo, A., Del Caizo-Gómez, F.J. (2014). Type 2 diabetes and cardiovascular disease: Have all risk factors the same strength? *World J Diabetes.* 5(4):444-470.
- Mirmiran, P., Bahadoran, Z., Azizi, F. (2014). Functional foods-based diet as a novel dietary approach for management of type 2 diabetes and its complications: A review. *World J Diabetes.* 5(3):267-281.
- Mota, C., Santos, M., Mauro, R., Samman, N., Matos, A. S., Torres, D., et al. (2016). Protein content and amino acids profile of pseudocereals. *Food Chem.* 193:55-61.
- Parillo, M., Giacco, R., Ciardullo, A. V., et al. (1996). Does a high carbohydrate diet have different effects in NIDDM patients treated with diet alone or hypoglycemic drugs? *Diabetes Care.* 19:498-500.
- Riccardi, G., Clemente, G., Giacco, R. (2003). Glycemic index of local foods and diets: The Mediterranean Experience. *Nutr Rev.* 61:56-60.
- Riccardi, G., Rivellese, A.A., and Giacco R. (2008). Role of glycemic index and glycemic load in the healthy state, in pre-diabetes, and in diabetes. *Am J Clin Nutr.* 87(suppl):269S-74S.
- Shreef, G.N., Marie-Christine, R., Shakib., Gamal N. (2016). Effect of Pseudo-cereal-Based Breakfast Meals on the First

- and Second Meal Glucose Tolerance in Healthy and Diabetic Subjects. *Journal of Medical Science*, 4(4):565-573.
- Teutonico, R., Knorr, D. (1985). Amaranth, composition, properties, and applications of rediscovered food crop. *Food Technol.* 39:49-60.
- Thorburn, A., Muir, J., Proietto, J. (1993). Carbohydrate fermentation lowers hepatic glucose output in healthy subjects. *Metabolism*. 42:780 -5.
- Todesco, T., Rao, A. V., Bosello, Jenkins, D. J. A. (1991). Propionate lowers blood glucose and alters lipid metabolism in healthy subjects. *Am J Clin Nutr.* 54:860 -5.
- Torres, N. T., Palacios-González, B., Noriega-López, L., Tovar-Palacios, A. R. (2006). Índice glicémico, índice insulínico y carga glicémica de bebidas de soya con un contenido bajo y alto en hidratos de carbono. *Rev de Investig Clin.* 58(5):487-497.
- Trino, R. D., Grados-Torrez, R. E., Gutiérrez, M. P., Mamani, D. D., Perez, J., et al. (2017). Evaluación del aporte nutricional del Amarantho (*Amaranthus caudatus* Linnaeus), Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) y Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en el desayuno. *Rev. CON-CIENCIA*.
- Wars, P., Del Video, S., Koellreutter, B. (1986). Cell structure and starch nature as key determinants of the digestion rate of starch in legume. *Am J Clin Nutr.* 43:25-9.
- Wolever, T. M. S., Jenkins, D. J. A. (1986). The use of the glycemic index in predicting the bloodglucose response to mixed meals. *Am J Clin Nutr.* 43: 167-72.
- Wood, R. J., Fernandez, M. L. (2009). Carbohydrate-restricted versus low-glycemic-index diets for the treatment of insulin resistance and metabolic syndrome. *Nutr Rev.* 67(3):179-183.
- Zambrana, S., Lundqvist, C. E.; Veliz, V., Catrina, S., Gonzales, E., Ostenson, C. G. (2017). *Amaranthus caudatus* stimulates insulin secretion in Goto-Kakizaki rats, a model of diabetes mellitus type 2. *Nutrients*. 9:x. For Peer Review.