



## Evaluación del aporte nutricional del amaranto (*amaranthus caudatus linnaeus*), quinua (*chenopodium quinoa willd*) y tarwi (*lupinus mutabilis sweet*) en el desayuno

Evaluation of the nutritional contribution of amaranto (*amaranthus caudatus linnaeus*), quinua (*chenopodium quinoa willd*) and tarwi (*lupinus mutabilis sweet*) at breakfast

TRINO, RODRÍGO DANIEL<sup>1</sup>  
GRADOS TORREZ, RICARDO ENRIQUE<sup>1</sup>  
GUTIERREZ DURAN, MARIA DEL PILAR<sup>1</sup>  
MAMANI MAYTA, DEYSI DANITZA<sup>1</sup>

PEREZ GONZALES, JULIO<sup>3</sup>  
MAGARIÑOS LOREDO, WALTER<sup>3</sup>  
ARÍAS MIRANDA, JUAN LUIS<sup>1,2</sup>  
GONZALES DÁVALOS, EDUARDO<sup>1\*</sup>

FECHA DE RECEPCIÓN: 15 JUNIO DE 2017

FECHA DE ACEPTACIÓN: 26 DE OCTUBRE 2017

### Resumen

El amaranto, quinua y tarwi, son alimentos (cereales) de gran valor nutritivo y medicinal, consecuentemente es importante estudiar estas propiedades para el beneficio en la calidad de la alimentación (por su contenido en macronutrientes) como para la prevención de enfermedades. El desayuno como primera comida que se consume en el día cumple una función esencial, debido a que cubre las primeras necesidades nutricionales requeridas por el organismo, para la obtención de fuentes de energía, materias primas en la biosíntesis de compuestos necesarios para el sistema inmune, y otros. En este trabajo se realizó una evaluación de las propiedades nutritivas de estos productos cuando se complementan al desayuno, principalmente a través de la valoración de la ingesta calórica y los macro-

### Abstract

Amaranth, Quinoa and Tarwi, are foods with extraordinary nutritional and medicinal properties. The study of these properties is important to improve the feed quality and prevent diseases in the population. Breakfast as the first meal consumed in the day fulfills an essential function, because it covers the first nutritional needs required by the body, for obtaining sources of energy, raw materials in the biosynthesis of compounds necessary for the immune system, and others. In this work an evaluation of the nutritional properties of these products was carried out when they complement the breakfast, mainly through the evaluation of the caloric intake and the macronutrients, anthropometric parameters measurement and others.

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 Química Farmacéutica, Fac. Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas, Universidad Mayor de San Andrés, Av. Saavedra 2224. La Paz, Bolivia.

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

\* Autor de Correspondencia: eduardo.gonzales@gmail.com

nutrientes, medición de parámetros antropométricos y otros.

Después del consumo del amaranto, quinua y/o tarwi en el desayuno en un grupo de voluntarias (estudiantes) durante 4 semanas, se observó una disminución significativa de los parámetros antropométricos relacionados con el Peso, Circunferencia de la Cintura (CCI) e Índice de masa corporal (IMC). Este estudio también reveló que, el consumo calórico (kcal/día) en el desayuno de este grupo, fue bajo y moderado con un promedio de  $279,7 \pm 70,9$  kcal/día, equivalente al 14 % del GET (Gasto energético total). También se evidenció una pobre ingesta de hidratos de carbono, proteínas, grasas y una deficiente ingesta de fibra dietética ( $44,8 \pm 14,1$ ;  $9,8 \pm 3,5$ ;  $7,3 \pm 2,2$  y  $0,04 \pm 0,08$  g/día respectivamente). Efectos significativos fueron observado en el aumento del aporte calórico ( $57,9$ ;  $58,1$  ( $p < 0,05$ );  $59,6$  ( $p < 0,01$ ); Kcal/día con el amaranto, quinua y tarwi, respectivamente, así como en los macronutrientes.

### **PALABRAS CLAVE**

Aporte nutricional, desayuno, amaranto, quinua y tarwi.

After consumption of amaranth, quinoa and / or tarwi at breakfast in a group of volunteers (students) for 4 weeks, a significant decrease in the anthropometric parameters related to Weight, Waist Circumference (CCI) and Index of Body mass (BMI). This study also revealed that the caloric intake (kcal / day) in this group's breakfast was low and moderate with an average of  $279.7 \pm 70.9$  kcal / day, equivalent to 14% of GET (Total Energy Expenditure). Indeed, poor dietary intake of carbohydrates, proteins, fats and fiber ( $44.8 \pm 14.1$ ,  $9.8 \pm 3.5$ ,  $7.3 \pm 2.2$  and  $0.04 \pm 0.08$  g / day respectively) was evidenced. The results showed significant effects on the increase in caloric intake ( $57.9$ ,  $58.1 = p < 0.05$ ,  $59.6 = p < 0.01$ ), Kcal/day with amaranth, quinoa and tarwi respectively, As well as in macronutrients.

### **KEY WORDS**

Nutritional support, macronutrients, anthropometric parameters, breakfast.

## **INTRODUCCIÓN**

El desayuno cumple una función especial dentro de las comidas debido a que al despertarnos nuestros niveles de azúcar están bajos y se requiere reponerlos, necesitamos proteínas para reconstituir los tejidos, para producir proteínas funcionales – como la hemoglobina para el transporte de oxígeno – y ciertas hormonas, grasas como fuentes de energía y materias primas en la síntesis de compuestos necesarios en el sistema inmune y en la formación de nuevas células (Marangoni et al., 2009). Otras investigaciones reportan que las mujeres que desayunan regularmente, presentan menos problemas de sobrepeso u obesidad debido a que los alimentos que consumen tienen un alto contenido de carbohidratos como los cereales, mientras que los hombres consumen alimentos con mayor contenido de grasas saturadas (Herrera-Suárez et al., 2008). Las personas que omiten el desayuno frecuentemente tienen una mayor probabilidad de acumular grasa abdominal (adiposidad central), aspectos que aumentan el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y diabetes (Alexander et al., 2009).

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), amaranto (*Amaranthus caudatus Linnaeus*) y tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*), son alimentos de gran valor nutricional y medicinal. Se ha reportado que estos granos contienen macronutrien-

tes importantes para la dieta como los carbohidratos, ácidos grasos – como el ácido linoleico, el ácido  $\alpha$ -linolénico y ácido oleico, que disminuyen los niveles de LDL-Colesterol y de estrés oxidativo (Repo-Carrasco-Valencia, 2011; Villacrés, Pástor, Quelal, Zambrano, & Morales, 2013) – proteínas con aminoácidos esenciales y fibra, además de minerales, vitaminas y otros componentes que le otorgan un alto valor nutricional (Valcárcel-Yamani & Lannes, 2012).

El alto contenido de carbohidratos y fibra en la quinua (Gallego-Villa, Russo, Kerbab, Landi, & Rastrelli, 2014), tarwi (Repo-Carrasco-Valencia, 2011) y amaranto (Repo-Carrasco-Valencia, Peña, Kallio, & Salminen, 2009), son beneficiosos para la digestión y para la disminución del colesterol (Repo-Carrasco, Espinoza, & Jacobsen, 2003). La evaluación fisicoquímica y funcional de las proteínas de la quinua indican según la FAO/WHO (Food and Agriculture Organization of de United Nations), que la cantidad de proteínas y aminoácidos esenciales cubren con los requerimientos nutricionales necesarios para niños y adultos (Abugoch, Romero, Tapia, Silva, & Rivera, 2008).

El interés de la sociedad mundial actual por mejorar la calidad de vida se contrapone con la enorme tendencia al sobrepeso y obesidad, y es aquí donde la riqueza y diversidad de nuestros granos andinos (amaranto, quinua y tarwi) pueden jugar un papel preponderante. Además, es un reto permanente para la comunidad científica la investigación de nuevas alternativas de prevención de enfermedades mediante hallazgos relacionados con la dieta y la alimentación. En este trabajo se realizó una evaluación de las propiedades nutritivas de la ingesta de amaranto, quinua y tarwi, principalmente a través de la valoración del aporte calórico y de macronutrientes, medición de parámetros antropométricos, categorización del tipo de desayuno según estimación de aporte calórico, clasificación del estado de peso según el índice de masa corporal.

## METODOLOGÍA

---

### Diseño del Estudio.

El presente estudio fue de tipo experimental, controlado, prospectivo, doble ciego, cruzado.

En este estudio participaron en forma voluntaria estudiantes de la FCFB quienes firmaron el consentimiento respectivo.

- Edad: entre 18 y 30 años.
- Aparentemente sanos
- Alergias a quinua, tarwi y/o amaranto o a algún excipiente que se pueda utilizar en el acondicionamiento del producto en estudio.
- Consumo de suplementos alimenticios, vitaminas, minerales, antes del estudio y que no puedan ser suspendidos durante del mismo.

- Participación en estudios clínicos similares, en las 4 semanas previas al inicio del estudio
- Personas que muestren desórdenes alimentarios como anorexia, bulimia y otros.
- Edades fuera del rango establecido

## Población

Fueron seleccionadas 20 estudiantes mujeres con un rango de edad de 22 a 26 años.

## Determinación fisicoquímica de los productos en estudio.

Los productos en estudio: amaranto, quinua y tarwi, fueron proporcionados por Laboratorios Agronat S.A. Estos productos fueron enviados a INLASA (Instituto Nacional de Laboratorios de Salud) para su análisis fisicoquímico (Tabla 2).

## Administración de los productos en estudio.

Los productos fueron envasados, codificados y distribuidos aleatoriamente en tres grupos (amaranto, quinua y tarwi). Se explicó a las voluntarias la preparación del producto que consistía en utilizar un dosificador para disolver 15 g de producto en una taza con agua (fría o tibia). El producto debería ser consumido durante 28 días (4 semanas) todas las mañanas como complemento en el desayuno (Figura 1).

**Figura 1.**

**Administración de los productos en estudio (amaranto, quinua o tarwi).**  
**A. Envase del producto y su dosificador (15 g). B. Explicación oral sobre el preparado y consumo del producto durante el desayuno.**



## Determinación de las variables antropométricas.

Las variables antropométricas consideradas en este estudio fueron: edad, talla, peso corporal, circunferencia de la cintura, y el índice de masa corporal [IMC = Peso (kg)/ Talla (m<sup>2</sup>)]. Éstas variables fueron medidas antes y después del consumo de los productos en las voluntarias (Tabla 3).

## Determinación del estado nutricional

Se basó en los valores calculados del IMC antes y después del consumo de los productos, siguiendo los parámetros de la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (Salas-Salvadó, Rubio, Barbany, Moreno, & SEEDO, 2007)

## Determinación del tipo de desayuno según el aporte calórico.

La información del reporte del consumo diario de alimentos de las voluntarias recopilada a través de formularios fue utilizada para calcular el Gasto Energético Total (GET) (Lupton et al., 2002). El factor de actividad física (FA) empleado fue de 1,14 correspondiente de actividad ligera (Lupton et al., 2002)

Ecuación determinación del GET para Mujeres mayores de 19 años con peso Normal, Sobrepeso y Obesos:

$$GET = A - (B \times \text{Edad [años]}) + PA \times (D \times \text{Peso [kg]} + E \times \text{Talla [m]})$$

Dónde: A: Constante = 387; B: Coeficiente de edad = 7,31; PA: Actividad Física = 1,12; D: Coeficiente de peso = 10,9; E: Coeficiente de Talla = 660.7

En base al GET se calculó la cantidad de kcal ideal que debería aportar el desayuno en el grupo de voluntarias, teniendo en cuenta que un desayuno ideal debería aportar el 25 % del GET (Prieto-Trejo & Gaona-Villarreal, 2011).

El formulario de consumo diario de alimentos proporcionó también información acerca de los alimentos de consumo frecuente durante el desayuno y la proporción de macronutrientes ingeridos (hidratos de carbono, proteínas, grasas y fibra).

Mediante tablas de composición de alimentos (García-Gómez, Prieto, Barrientos, Rebatta, & Móron, 2009), se calculó la cantidad de kcal consumidas por las voluntarias durante el desayuno. Éstos resultados más el aporte calórico ideal permitió clasificar a las voluntarias según el consumo de Kcal en el desayuno, en: Bajo, Moderado, Bueno e Ideal. Posteriormente, se realizó la comparación antes y después del consumo de los productos (Tabla 4).

## Determinación del aporte calórico del amaranto, quinua y tarwi en el desayuno.

A partir de los datos obtenidos del formulario de registro diario de consumo de alimentos, se comparó el consumo calórico en el desayuno de las voluntarias antes y después del consumo de cada uno de los productos (Figura 2).

## Determinación del aporte de macronutrientes provenientes del amaranto, quinua y tarwi en el desayuno.

A partir de los datos obtenidos del formulario de registro diario de consumo de alimentos, se comparó la proporción de macronutrientes consumidos durante el desayuno de las voluntarias, antes y después del consumo de cada uno de los productos (Figura 3)

## Análisis estadístico.

Los resultados se expresaron como media  $\pm$  desviación estándar (DS) y el análisis estadístico se realizó mediante la prueba de T-Student empleando el software estadístico STATA v.14 y las gráficas fueron realizadas utilizando el paquete estadístico Minitab v.17. Valores de  $p < 0,05$  fueron consideradas como estadísticamente significativas.

## RESULTADOS

### Análisis fisicoquímico del amaranto, quinua y tarwi.

Reporta que el Tarwi tiene un aporte calórico (397,0 kcal/100g) ligeramente mayor en comparación con el amaranto (386,0 kcal/100g) y la quinua (387,0 kcal/100g). Los tres productos son ricos en hidratos de carbono, proteínas y fibra (Tabla 2), sin embargo, haciendo una comparación, el tarwi tiene un mayor contenido proteico y de grasas (36,1 y 9,2 g/100g, respectivamente), El amaranto y la quinua presenta un similar contenido de hidratos de carbono (74,4 y 72,1 g/100g respectivamente) y de grasas 4,2 y 4,4 g/100g respectivamente (Tabla 2).

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

PRODUCTOS	VALOR ENERGÉTICO	MACRONUTRIENTES			
	KILOCALORÍAS (kcal/100g)	H. CARBONO (g/100g)	PROTEÍNAS (g/100g)	GRASAS (g/100g)	FIBRA (g/100g)
Amaranto	386,0	74,4	11,4	4,2	3,2
Quinua	387,0	72,1	13,8	4,4	2,1
Tarwi	397,0	43,9	36,1	9,2	3,3

## Efecto del consumo de amaranto, quinua y tarwi en los parámetros antropométricos.

De las 20 voluntarias que participaron en el estudio, 17 pertenecieron al grupo de Normopeso y 3 al grupo de Sobrepeso Grado II (Pre-obesidad) de acuerdo a la escala Salas-Salvadó, et al, 2007. Tras el consumo de los productos (amaranto, quinua o tarwi) durante 4 semanas, de las 3 personas que presentaban Sobrepeso Grado II, 2 lograron disminuir su peso llegando al grupo de Sobrepeso Grado I.

En la Tabla 3 se muestra la influencia de los productos sobre los parámetros antropométricos. Se observa una disminución significativa del valor promedio del peso  $58,3 \pm 6,3$  a  $56,9 \pm 5,7$  kg ( $p < 0,001$ ); del IMC de  $23,6 \pm 2,2$  a  $23,1 \pm 2,1$  kg/m<sup>2</sup> ( $p < 0,001$ ); de la circunferencia de la cintura (CCi) de  $84,4 \pm 3,4$  a  $78,9 \pm 4$  con el tarwi, mientras solo se observó diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en el CCi con el amaranto y la quinua.

**Tabla 3.**  
**Comparación de los parámetros antropométricos del grupo de 20 voluntarias, antes y después del consumo de los productos (amaranto, quinua y tarwi).**

PARÁMETROS	AMARANTO		QUINUA		TARWI	
	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
Edad (años)	22,5±0,6		22,1±2,1		22,1±1,5	
Talla (m)	1,6±0,03		1,6±0,05		1,8±0,06	
Peso (kg)	62,3±4,4	60,4±3,8	53,5±3,8	53,0±4,4	58,3±6,3	56,9±5,7**
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	26,1±2,6	25,3±2,6	21,0±1,1	20,7±1,3	23,6±2,2	23,1±2,1**
CCi (cm)	85,5±6,7	83,3±7,0 *	79,0±5,4	74,3±4,0*	84,4±3,4	78,9±4,5 *

IMC: Índice de Masa Corporal ; CCi: Circunferencia de cintura ; \* : Estadísticamente significativo  $p < 0,05$  ; \*\* : Estadísticamente significativo  $p < 0,001$

## Evaluación del aporte calórico del amaranto, quinua y tarwi en el desayuno.

Los resultados obtenidos del cálculo del GET medio del grupo de 20 voluntarias corresponde a  $2036,3 \pm 92,4$  kcal/día, y relacionando este, con la ingesta calórica ideal que debería tener el grupo de voluntarias en el desayuno correspondió a  $509,1 \pm 23,1$  kcal/día (Prieto-Trejo & Gaona-Villarreal, 2011). Sin embargo, la ingesta calórica media del grupo de voluntarias en el desayuno fue de  $279,7 \pm 70,9$  kcal/día.

Un análisis más preciso de la ingesta calórica en el desayuno, refleja que: de las 20 voluntarias, 12 tienen una ingesta calórica Baja [de 182,3 a 283,5 kcal/día], 6 tienen una ingesta Moderada (de 283,5 a 384,8 kcal/día) y únicamente 2 una ingesta Buena (de 384,8 a 486,0 kcal/día). No obstante, tras el consumo de los productos (amaranto, quinua o tarwi), se reveló que de las 20 voluntarias, solo

4 presentaron una ingesta calórica Baja en el desayuno, 11 una ingesta Moderada, 4 una ingesta Buena y una persona logró alcanzar una ingesta Ideal. El número de voluntarias con un desayuno Bajo disminuyó, mientras que el número de voluntarias con un desayuno Moderado se incrementó tras el consumo de los productos, estas diferencias fueron estadísticamente significativas (Tabla 4).

**Tabla 4.**  
Distribución de las voluntarias según el aporte calórico consumido en el desayuno, antes y después del consumo de los productos (amaranto, quinua o tarwi).

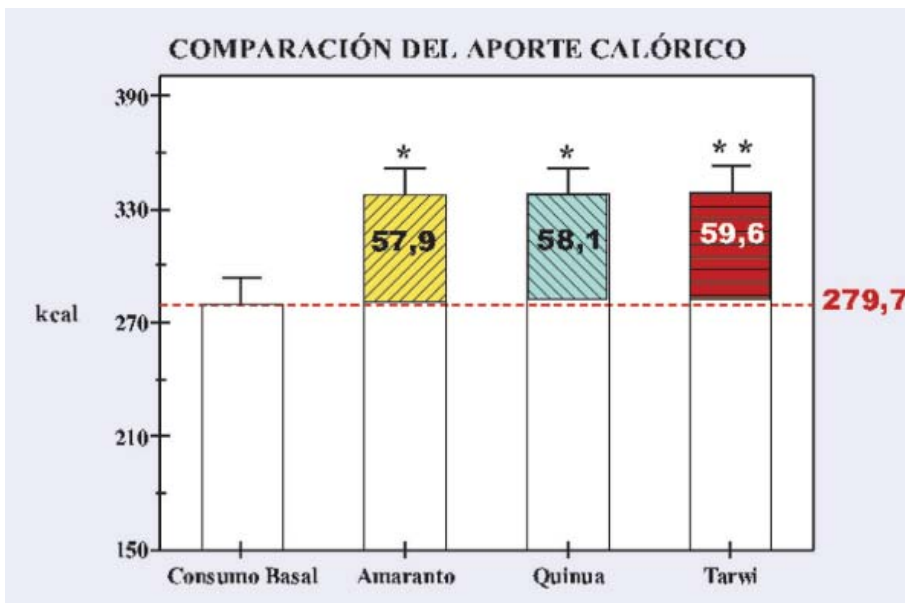
TIPOS DE DESAYUNO	INTERVALO CALÓRICO	ANTES	DESPUÉS
Bajo	[182,30-283,52]	12	4**
Moderado	(283,52-384,75)	6	1*
Bueno	(384,75-485,97)	2	4
Ideal	(485,97-532,15)	0	1

\* Estadísticamente significativo  $p < 0,05$  ; \*\* Estadísticamente significativo  $p < 0,05$

### Evaluación del aporte calórico del amaranto, quinua y tarwi en el desayuno.

El consumo calórico basal de las voluntarias en el desayuno fue de  $279,7 \pm 70,9$  kcal/día, el consumo de 15 g de amaranto, aportó 57,9 kcal/día, la quinua aportó con 58,1 kcal/día y el tarwi con 59,6 kcal/día. El incremento en la cantidad de kcal aportadas tras el consumo de los productos fue estadísticamente significativo (Figura 2).

**Figura 2.**  
Aporte calórico de 15 g de amaranto, quinua o tarwi consumidos en el desayuno. El consumo calórico basal (sin los productos) es igual a  $279,7 \pm 70,9$  kcal/día. Significancia estadística (\*:  $p < 0,05$ . \*\*:  $p < 0,01$ ).





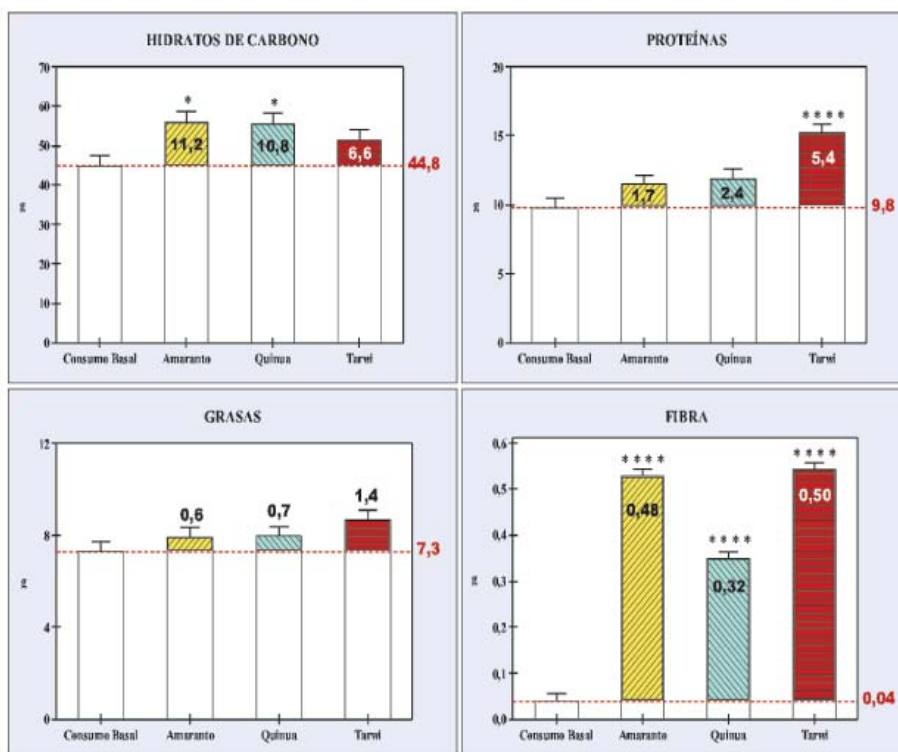
## Evaluación del aporte de macronutrientes durante el desayuno tras el consumo de amaranto, quinua o tarwi.

La proporción ideal de macronutrientes en el desayuno es: 55 % para hidratos de carbono, 15 % proteínas, 25 % de grasas y 5 % de Fibra (Prieto-Trejo & Gaona-Villarreal, 2011). A partir de la ingesta calórica ideal recomendada para este grupo de voluntarias de  $509,1 \pm 23,1$  kcal/día, se determinó que la cantidad de hidratos de carbono corresponde a 70 g/día, de proteínas 19,1 g/día, de grasas 14,1 g/día y fibra 12,7 g/día consumidos durante el desayuno. El análisis de los macronutrientes consumidos en la población de estudio reveló que la cantidad ingerida de hidratos de carbono fue  $44,8 \pm 14,1$  g/día, de proteínas  $9,8 \pm 3,5$  g/día, grasas  $7,3 \pm 2,2$  g/día y fibra  $0,04 \pm 0,08$  g/día, los cuales fueron deficientes de acuerdo a los aportes recomendados (Figura 3). El consumo de los productos incrementó la cantidad de macronutrientes aportados en el desayuno de las voluntarias no obstante estos no llegaron a los niveles recomendados. Tras el consumo de amaranto y quinua se observó un aporte significativo de hidratos de carbono 11,2 y 10,8 g/día, respectivamente, en proteínas 5,4 g/día con el tarwi y con los tres productos se aportó fibra de manera significativa. (Figura 3).

Figura 3.

Análisis del aporte de Macronutrientes en el desayuno de las voluntarias, tras el consumo de 15 g de amaranto, quinua o tarwi. (\*:  $p < 0,05$ ; \*\*\*\*:  $p < 0,0001$ ).

### COMPARACION DEL APORTE DE MACRONUTRIENTES



## DICUSIÓN Y CONCLUSIONES

---

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), amaranto (*Amaranthus caudatus Linnaeus*) y tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*), son alimentos de gran valor nutritivo y medicinal (Asao & Watanabe, 2010; Repo-Carrasco-Valencia, 2011; Villacrés et al., 2013).

Las proteínas son los componentes funcionales y estructurales principales de todas las células del cuerpo; por ejemplo, todas las enzimas, transportadoras de membrana, moléculas de transporte en la sangre, matrices intracelulares, albúmina de suero, queratina, y colágeno son proteínas, al igual que muchas hormonas y una gran parte de las membranas. Por otro lado, los aminoácidos constituyentes de las proteínas actúan como precursores de muchas coenzimas, hormonas, ácidos nucleicos, y otras moléculas esenciales para la vida. Por lo tanto, un suministro adecuado de proteínas en la dieta es esencial para mantener la integridad y la función celular, y para la salud y reproducción (Lupton et al., 2002). Los tipos de proteínas presentes en los granos, se agrupan en base a su solubilidad en: albúminas, globulinas, prolaminas y glutelinas. La quinua el amaranto y el tarwi, contienen una elevada proporción de proteínas, y a la vez poseen los 10 aminoácidos esenciales (Lys, Met, Trp, His, Phe, Thr, Leu, Ile, Cys y Val) que el organismo no puede sintetizar y que deben ser proporcionadas por los alimentos. La leucina interactúa con otros aminoácidos y es útil en la cicatrización del tejido muscular, piel y huesos; la lisina garantiza la absorción adecuada de calcio y ayuda en la formación de colágeno; la fenilalanina eleva el estado de ánimo, mejora la memoria y se usa para tratar la artritis y la valina es necesaria para el metabolismo muscular y promueve el vigor mental (Ha & Zemel, 2003).

Los hidratos de carbono actúan como moléculas de señalización, fuentes de energía principal y componentes estructurales del organismo. La quinua y el amaranto poseen un contenido similar de hidratos de carbono complejos como el almidón compuesto por amilosa, amilopectina y  $\alpha$ -glucano (99 % del peso total del grano), que son absorbidos lentamente a nivel intestinal, elevando la glucemia de forma gradual por un periodo más prolongado provocando la sensación de saciedad. Del total de hidratos de carbono, la quinua y el amaranto poseen 53 – 60 % de oligosacáridos, como fructo-oligosacáridos y galacto-oligosacáridos que son hidratos de carbono no digeribles, con función prebiótica (desarrollo de la flora intestinal) y con otros beneficios para la salud previniendo el riesgo de padecer obesidad, diabetes y enfermedades cardiovasculares (Bodi et al., 2007). Los polisacáridos presentes en la quinua tienen también propiedades antioxidantes (Yao, Shi, & Ren, 2014).

Según Repo y colaboradores (2011), la quinua el amaranto y el tarwi poseen un contenido de fibra de alrededor de 3 – 7 %, sin embargo los resultados del análisis fisicoquímico realizado por INLASA indican que el porcentaje de fibra presente en los productos en estudio son relativamente inferiores (2 - 3,5 %). La fibra dietética incluye componentes solubles e insolubles como polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias vegetales asociadas (AACC,

2001). Los componentes solubles promueven efectos fisiológicos beneficiosos, atenuando los niveles de colesterol y glucosa en la sangre, previniendo problemas cardiovasculares y diabetes. La fibra insoluble tiene efectos positivos en la prevención del cáncer y de la regulación intestinal. La quinua es una excelente fuente de fibra dietética que comprende del 10,4 al 11,5 % del peso total del grano (del cual 6,1 – 7,4 % corresponde a fibra soluble y 3,2 – 5,3 % a fibra insoluble). El amaranto posee un contenido total de fibra dietaria de 10,9 - 11,3 % del peso total del grano; aproximadamente el 8,5 a 9,3 % de su contenido en fibra es insoluble y 1,9 a 2,4 % soluble. (Lamothe, Srichuwong, Reuhs, & Hamaker, 2015; Ligarda-Samanez, Repo-Carrasco, Zelada, Bernabé, & Quinde-Axtell, 2012).

Los ácidos grasos (lípidos) constituyen principales componentes funcionales y estructurales, presentes en las membranas, hormonas, transportadores, etc. Además, en la dieta influyen en la fisiología del organismo disminuyendo el envejecimiento. Podemos clasificar a los ácidos grasos presentes en estos granos andinos como monoinsaturados (oleico, linoleico y linolénico). Estos ácidos grasos son esenciales, pues nuestro organismo no puede sintetizarlos y se deben adquirir en la dieta. Un estudio informa que la presencia de alto contenido de ácidos grasos monoinsaturados puede ser beneficioso en la disminución del nivel de colesterol total que está asociada con la baja incidencia de enfermedad cardiaca coronaria (Cintra et al., 2006). El ácido linoleico aumenta las defensas y disminuye la presión arterial; mientras que el ácido oleico reduce los riesgos de sufrir enfermedades cardiovasculares y tiene efecto antitumoral. Ambos ácidos grasos cumplen funciones antiinflamatorias (Carrillo, Cavia, & Alonso-Torre, 2012). El contenido de lípidos total en el amaranto es del 6,1 – 8,0 %, donde la proporción de ácidos grasos esenciales es del 2,5 % correspondiente al ácido linoleico, el 1,26 % al ácido oleico y el 0,05 % al ácido  $\alpha$ -linolénico, para la Quinua es del 5,6 – 6,7 %, 2,6 % correspondiente al ácido linoleico, el 1,7 % al ácido oleico y el 0,27 % al ácido  $\alpha$ -linolénico (Ligarda-Samanez et al., 2012; R. A. M. Repo-Carrasco-Valencia & Serna, 2011; Rosell, Cortez, & Repo-Carrasco, 2009; Sundarajan, 2014). Las semillas de tarwi también presentan ácidos grasos esenciales como el ácido oleico, linoleico y  $\alpha$ -linolénico que representan el 40,4; 37,1 y 2,9 % del total, respectivamente. (Borek, Pukacka, Michalski, & Ratajczak, 2009).

Tras el consumo del amaranto, quinua y/o tarwi durante 4 semanas los parámetros antropométricos analizados (Peso, CCI y el IMC) de las voluntarias disminuyeron significativamente. Cabe mencionar que tres de las voluntarias presentaron Sobrepeso Grado II (Preobesidad) y que después del consumo de los productos en estudio, 2 de ellas disminuyeron su IMC hasta alcanzar un nivel de Sobrepeso Grado I. La disminución de los tres parámetros antropométricos se podría correlacionar a la ingesta de alimentos ricos en fibra y carbohidratos complejos, que se encuentran en una mayor proporción en el amaranto, quinua y tarwi en comparación con otros alimentos consumidos por las voluntarias en su desayuno como: pan, huevo, queso, café, etc.

La reducción del IMC puede ser correlacionado al efecto que tienen éstos productos de prolongar la sensación de saciedad (Timlin & Pereira, 2007). Uno de los mecanismos que se han propuesto para explicarlo, es mediante el efecto que tiene la fibra de retardar la digestión y la absorción de la glucosa, ayudando así a reducir la producción de hormonas metabólicas como la insulina. Estos cambios en el metabolismo ayudan a controlar el apetito previniendo el aumento de peso (Maskarinec, Novotny, & Tasaki, 2000).

El Índice glucémico (IG) es un parámetro definido como la medida en que los alimentos que contienen carbohidratos elevan la glucosa en la sangre después de su ingestión (Lupton et al., 2002). Los macronutrientes presentes en el amaranto, quinua y el tarwi presentan un IG bajo lo cual es beneficioso para la salud ya que hay estudios que demuestran que alimentos con IGs bajos, regulan los niveles de glucosa y lípidos, además controlan el peso, ya que ayudan a regular el apetito (Sloth et al., 2004; Spieth et al., 2000). En pacientes diabéticos la ingesta de alimentos con un IG bajo provoca la reducción moderada del HbA1c, también ayuda en la prevención de enfermedades de riesgo coronaria y reduce la concentración de LDL-col en personas que sufren dislipidemias (Jenkins et al., 2008).

El consumo calórico (kcal/día) en el desayuno del grupo de estudiantes que formaron parte de éste estudio, fue bajo y moderado con un promedio de  $279,7 \pm 70,9$  kcal/día equivalente al 14 % del GET (consumo calórico ideal 25 % del GET, (Prieto-Trejo & Gaona-Villarreal, 2011). Estos resultados pueden ser debidos a los factores socio-económicos propios de nuestra población así como de las características propias del grupo de estudio: estudiantes universitarios.

Los resultados también mostraron una pobre ingesta de hidratos de carbono, proteínas, grasas y fibra dietética. Sin embargo tras el consumo del amaranto, quinua y/o tarwi por 4 semanas aproximadamente se presentaron efectos significativos en la ingesta de macronutrientes (Figura 4) y una mejora en el aporte calórico (Figura 3), no obstante estos no llegaron a los niveles recomendados o ideales. Una mayor ingesta de estos productos aproximadamente de 30 a 45 g/día, podría mejorar en mayor dimensión los resultados reportados en esta investigación y de esta manera consolidar su beneficio nutricional en el desayuno y su posible uso potencial en el área de la salud.

## AGRADECIMIENTOS

---

El presente trabajo se realizó gracias al financiamiento otorgado al proyecto UMSA-IDH "Estudio clínico piloto de las propiedades medicinales de productos potencialmente nutraceuticos a base de quinua, tarwi y amaranto elaborados a través de Lab. Agronat S.A."; y al proyecto ASDI-SAREC "Diabetes tipo 2: Nuevas terapias". A laboratorios Agronat S.A., por la materia prima, productos y el apoyo de los proyectos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACC. (2001). The Definition of Dietary Fiber. Report of the Dietary Fiber Definition Committee to the Board of Directors of the American Association Of Cereal Chemists (Vol. 46, pp. 112-126). CEREAL FOODS WORLD.
- Abugoch, L. E., Romero, N., Tapia, C. A., Silva, J., & Rivera, M. (2008). Study of Some Physicochemical and Functional Properties of Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) Protein Isolates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(12), 4745-4750. doi: 10.1021/jf703689u.
- Alexander, K. E., Ventura, E. E., Spruijt-Metz, D., Weigensberg, M. J., Goran, M. I., & Davis, J. N. (2009). Association of Breakfast Skipping With Visceral Fat and Insulin Indices in Overweight Latino Youth. *Obesity*, 17(8), 1528-1533. doi: 10.1038/oby.2009.127
- Asao, M., & Watanabe, K. (2010). Functional and Bioactive Properties of Quinoa and Amaranth. *Food Sci. Technol. Res.*, 16(2), 163-168.
- Bodi, V., Sanchis, J., Lopez-Lereu, M. P., Nunez, J., Mainar, L., Pellicer, M., . . . Llacer, A. (2007). Evolution of 5 cardiovascular magnetic resonance-derived viability indexes after reperfused myocardial infarction. *Am Heart J*, 153(4), 649-655. doi: 10.1016/j.ahj.2006.12.023
- Borek, S., Pukacka, S., Michalski, K., & Ratajczak, L. (2009). Lipid and protein accumulation in developing seeds of three lupine species: *Lupinus luteus* L., *Lupinus albus* L., and *Lupinus mutabilis* Sweet. *Journal of Experimental Botany*, 60(12), 3453-3466. doi: 10.1093/jxb/erp186
- Carrillo, C., Cavia, M. d. M., & Alonso-Torre, S. R. (2012). Antitumor effect of oleic acid; mechanisms of action. A review. *Nutrición Hospitalaria*, 27(5), 1860-1865. doi: 10.3305/nh.2012.27.6.6010
- Cintra, D. E., Costa, A. V., Peluzio Mdo, C., Matta, S. L., Silva, M. T., & Costa, N. M. (2006). Lipid profile of rats fed high-fat diets based on flaxseed, peanut, trout, or chicken skin. *Nutrition*, 22(2), 197-205. doi: 10.1016/j.nut.2005.09.003
- Gallego-Villa, D. Y., Russo, L., Kerbab, K., Landi, M., & Rastrelli, L. (2014). Chemical and nutritional characterization of *Chenopodium pallidicaule* (cañihua) and *Chenopodium quinoa* (quinoa) seeds. *Emir. J. Food Agric*, 26(7), 609-615. doi: 10.9755/ejfa.v26i7.18187
- García-Gómez, M. R., Prieto, I. G.-S., Barrientos, C. E., Rebatta, F. B., & Móron, L. G. (2009). Tablas peruanas de composición de alimentos (I. N. D. SALUD Ed. 8 ed. Vol. 8). Perú-Lima: Instituto Nacional de Salud.
- Ha, E., & Zemel, M. B. (2003). Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people (review). *J Nutr Biochem*, 14(5), 251-258.
- Herrera-Suárez, C. C., Javier E, G.-D. A., Vásquez-Garibay, E. M., Romero-Velarde, E., Romo-Huerta, H. P., & Troyo-Sanromán, R. (2008). Consenso Cultural sobre Alimentos en Adolescentes Embarazadas de Guadalajara, México. *Revista de Salud Pública*, 10, 723-731.
- Jenkins, D. J. A., Kendall, C. W. C., McKeown-Eyssen, G., Josse, R. G., Silverberg, J., Booth, G. L., . . . Leiter, L. A. (2008). Effect of a Low-Glycemic Index or a High-Cereal Fiber Diet on Type 2 Diabetes. *American Medical Association*, 300(23), 2742-2753.
- Lamothe, L. M., Srichuwong, S., Reuhs, B. L., & Hamaker, B. R. (2015). Quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) and amaranth (*Amaranthus caudatus* L.) provide dietary fibres high in pectic substances and xyloglucans. *Food Chem*, 167, 490-496. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.07.022
- Ligarda-Samanez, C. A., Repo-Carrasco, R., Zelada, C. R. E., Bernabé, I. H., & Quinde-Axtell, Z. (2012). EXTRACCIÓN CON SOLUCIONES NEUTRA Y ALCALINA PARA EL AISLAMIENTO DE FIBRA SOLUBLE E INSOLUBLE A PARTIR DE SALVADO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd.*), KIWICHA (*Amaranthus caudatus* L.) Y CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen.). *Rev Soc Quím Perú*, 78(1), 53-78.
- Lupton, J. R., Brooks, G. A., Butte, N. F., Caballero, B., Flatt, J. P., Fried, S. K., . . . Roberts, S. B. (2002). Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients). In T. N. Academies (Ed.), (pp. 204).
- Marangoni, F., Poli, A., Agostoni, C., Pietro, P. D., Cricelli, C., Brignoli, O., . . . Paoletti, R. (2009). A consensus document on the role of breakfast in the attainment and maintenance of health and wellness. *Acta Biomed*, 80, 166-171.
- Maskarinec, G., Novotny, R., & Tasaki, K. (2000). Dietary Patterns Are Associated with Body Mass Index in Multiethnic Women. *The Journal of Nutrition*, 3068-3072.
- Prieto-Trejo, P. A., & Gaona-Villarreal, G. (2011). Desayuno. *Revista Anual Dieta y Salud*.
- Repo-Carrasco-Valencia, R. (2011). Andean indigenous food crops nutritional value and bioactive compounds. (Tesis Doctoral), University of Turku, Department of Biochemistry and Food Chemistry. Retrieved from <http://www.doria.fi/handle/10024/74762>
- Repo-Carrasco-Valencia, R., Peña, J., Kallio, H., & Salminen, S. (2009). Dietary fiber and other functional components in two varieties of crude and extruded kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Journal of Cereal Science*, 49(2), 219-224. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2008.10.003>
- Repo-Carrasco-Valencia, R. A. M., & Serna,

- L. A. (2011). Quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd.) as a source of dietary fiber and other functional components. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 31(1), 225-230.
- Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., & Jacobsen, S.-E. (2003). Nutritional Value and Use of the Andean Crops Quinoa (*Chenopodium quinoa*) and Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *FOOD REVIEWS INTERNATIONAL*, 1&2, 179-189. doi: 10.1081/FRI-120018884
- Rosell, C. M., Cortez, G., & Repo-Carrasco, R. (2009). Breadmaking Use of Andean Crops Quinoa, Kañiwa, Kiwicha, and Tarwi. *Cereal Chemistry*, 86(4), 386-392. doi: 10.1094/CCHEM-86-4-0386
- Salas-Salvador, J., Rubio, M. A., Barbany, M., Moreno, B., & SEEDO, G. C. d. I. (2007). Consenso SEEDO 2007 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Med Clin (Barc)*, 128(5), 184-196.
- Sloth, B., Krog-Mikkelsen, I., Flint, A., Tents, I., Björck, I., Vinoy, S., . . . Raben, A. (2004). No difference in body weight decrease between a low-glycemic index and a high-glycemic-index diet but reduced LDL cholesterol after 10-wk ad libitum intake of the low-glycemic-index diet. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 80, 337-347.
- Spieth, L. E., Harnish, J. D., Lenders, C. M., Raezer, L. B., Pereira, M. A., Hangen, J., & Ludwig, D. S. (2000). A Low-Glycemic Index Diet in the Treatment of Pediatric Obesity. *American Medical Association*, 154, 947-951.
- Sundarrajan, L. (2014). Effect of extrusion cooking on the nutritional properties of amaranth, quinoa, kañiwa and lupine. (M.Sc. Thesis), UNIVERSITY OF HELSINKI, Food Sciences (Food Bioprocessing).
- Timlin, M. T., & Pereira, M. A. (2007). Breakfast Frequency and Quality in the Etiology of Adult Obesity and Chronic Diseases. *Nutrition Reviews*, 65(6), 268-281. doi: 10.1111/j.1753-4887.2007.tb00304.x
- Valcárcel-Yamani, B., & Lannes, S. C. d. S. (2012). Applications of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and Amaranth (*Amaranthus* Spp.) and Their Influence in the Nutritional Value of Cereal Based Foods. *Food and Public Health*, 2(6), 265-275. doi: 10.5923/j.fph.20120206.12
- Villacrés, E., Pástor, G., Quelal, M., Zambano, I., & Morales, S. (2013). Effect of processing on the content of fatty acids, tocopherols and sterols in the oils of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), lupine (*Lupinus mutabilis* Sweet), amaranth (*Amaranthus caudatus* L.) and san-gorache (*Amaranthus quitensis* L.). *Journal of Food Science and Technology*, 2(4), 044-053.
- Yao, Y., Shi, Z., & Ren, G. (2014). Antioxidant and Immunoregulatory Activity of Polysaccharides from Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *International Journal of Molecular Sciences*, 15, 19307-19318. doi: 10.3390/ijms151019307