

# Comparación de los efectos de los pseudocereales andinos sobre la composición corporal en un modelo murinométrico

Edith Tello Palma<sup>1</sup>, Benita Maritza Choque-Quispe<sup>1</sup>, Luz Marina Teves Ponce<sup>1</sup>, Myrian Eugenia Pacheco Tanaka<sup>1</sup>, Rossana Gómez Campos<sup>2</sup>, Marco Cossio Bolaños<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Puno, Perú; <sup>2</sup> Universidad Católica del Maule, Talca, Chile.

## Resumen

**Fundamentos:** Los pseudocereales andinos son de gran importancia debido al buen contenido nutricional y efectos que produce sobre la salud. Se comparó los efectos del consumo de los cereales sobre la composición corporal en un modelo murinométrico.

**Métodos:** Se efectuó un estudio experimental aleatorizado en 15 ratas machos Sprague-Dawley con un rango de edad inicial de 27 a 30 días de edad. Se evaluó las variables murinométricas de peso (g) y longitud total (cm). La composición corporal (CC) se determinó por medio de ecuaciones de regresión, y se calculó la masa grasa (MG) y masa libre de grasa (MLG). Se conformaron tres grupos de estudio: grupo control (GC) sin consumo de proteína, grupo experimental 1 (GE1) con suplemento de proteína caseína, y grupo experimental 2 (GE2) con suplemento de proteína a base de extractos de quinua y cañihua.

**Resultados:** Se verificaron diferencias significativas entre el pre y post test en los 3 grupos de estudio. En el GC los valores disminuyeron 3,5g de MLG y 3,6g de MG ( $p<0,003$ ), en el GE1 aumentó la MLG en 20,2g ( $p<0,0001$ ) y la MG en 22g ( $p<0,0001$ ). En el GE2, aumentó la MLG en 24g ( $p<0,0001$ ) y 26g en la MG ( $p<0,0001$ ). Cuando se compararon tras el test, no hubo diferencias significativas entre el GE1 y GE2 ( $p= 0,07$  y  $0,09$ ) en la MG y MLG, sin embargo, si entre el GE1 y GE2 con el GC en la MLG ( $p=0,000$ ) y MG ( $p=0,000$ ).

**Conclusiones:** La suplementación del producto lácteo fortificado con adición de granos andinos durante 21 días, produjo incrementos importantes sobre la MG y MLG al igual que la caseína, en ratas. Estos resultados siguieron el consumo del producto lácteo fortificado con granos andinos son una alternativa de alimentación saludable por presentar ricas fuentes de nutrientes y bioactivos.

**Palabras clave:** Cañihua; Quinua; Caseína; Composición Corporal; Ratas.

## Comparison of the effects of cereals on body composition in a murinometric model

### Summary

**Background:** Andean pseudocereals are of great importance due to their good nutritional content and health effects. The effects of cereal consumption on body composition were compared in a murinometric model.

**Methods:** A randomized experimental study was carried out in 15 male Sprague-Dawley rats with an initial age range of 27 to 30 days old. The murinometric variables of weight (g) and total length (cm) were evaluated. Body composition (BC) was determined by regression equations, and fat mass (FM) and fat-free mass (FFM) were calculated. Three study groups were formed. The control group (CG) without protein intake, experimental group 1 (EG1) with casein protein supplement, and experimental group 2 (EG2) with protein supplement based on quinoa and cañihua extracts.

**Results:** Significant differences were verified between the pre- and post-test in the three study groups. In the GC, the values decreased 3.5g of GLM and 3.6g of MG ( $p<0.003$ ), in GE1, GLM increased by 20.2g ( $p<0.0001$ ) and MG by 22g ( $p<0.0001$ ). In GE2, it increased GLM by 24g ( $p<0.0001$ ) and 26g in MG ( $p<0.0001$ ). When compared between post-tests, there were no significant differences between GE1 and GE2 ( $p= 0.07$  and  $0.09$ ) in MG and GLM, however, there were significant differences between GE1 and GE2 with GC in GLM ( $p=0.000$ ) and MG ( $p=0.000$ ).

**Conclusions:** The supplementation of the fortified milk product with the addition of Andean grains during 21 days, produced important increases on MG and MLG as well as casein, in rats. These results support the consumption of the dairy product fortified with Andean grains as it presents rich sources of nutrients and bioactives, and is a healthy food alternative.

**Key words:** cañihua; quinoa; casein; body composition; rats.

**Correspondencia:** Marco Cossio Bolaños  
**E-mail:** mcossio1972@hotmail.com

**Fecha envío:** 13/02/2024  
**Fecha aceptación:** 22/11/2024

## Introducción

Los pseudocereales andinos son plantas dicotiledóneas productoras de semillas que se consumen como granos y pertenecen a las familias de los *Amaranthaceae*, como el amaranto (*Amaranthus sp.*), la cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y la quinua (*Chenopodium quinua*)<sup>[Error! No se encuentra el origen de la referencia.]</sup>. Estos cereales son ricos en nutrientes y son de gran importancia debido al buen contenido nutricional y efectos que produce sobre la salud<sup>[Error! No se encuentra el origen de la referencia.]</sup>.

La región andina de América del Sur se caracteriza por su biodiversidad y riqueza vegetal y comprende los territorios de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia<sup>[Error! No se encuentra el origen de la referencia.]</sup>. De hecho, Perú y Bolivia son dos de los países sudamericanos tradicionalmente líderes en la producción de quinua y cañihua, que son conocidos por sus beneficios nutricionales y adaptabilidad a las condiciones climáticas de alta altitud.

En general, la quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) es un grano rico en nutrientes originario de América del Sur y consumido en todo el mundo como un alimento saludable, a veces incluso denominado "superalimento"<sup>[Error! No se encuentra el origen de la referencia.]</sup>. Es tolerante al estrés ambiental con un alto valor nutricional y de cultivo a nivel mundial para el consumo y la nutrición humana<sup>[Error! No se encuentra el origen de la referencia.]</sup>. Mientras tanto, la cañihua presenta un mayor contenido proteico que el amaranto y la quinua<sup>[Error! No se encuentra el origen de la referencia.]</sup>, siendo su contenido 16% más en la cañihua que en la quinua<sup>[Error! No se encuentra el origen de la referencia.]</sup>.

En los últimos años, la tendencia del mercado alimentario hacia productos saludables se ha ido incrementando<sup>[Error! No se encuentra el origen de la referencia.]</sup>. Por ejemplo, recientemente se ha

destacado que la quinua se caracteriza por presentar oportunidades de mercado como alimentos libres (sin lácteos, ni gluten), alimentos naturales (para reducir el consumo de carne), alimentos funcionales (benéficos a la salud), y alimento energético (aportan energía duradera)<sup>[Error! No se encuentra el origen de la referencia.]</sup>. La quinua y la cañihua son dos granos andinos que han ganado popularidad en todo el mundo debido a sus numerosos beneficios nutricionales y su versatilidad en la cocina. Ambos se caracterizan por presentar una fuente importante de proteínas, lípidos, vitaminas y otros nutrientes.

En general, algunos de los motivos por los cuales se toman los suplementos nutricionales, son básicamente para ayudar a la recuperación del entrenamiento, el mantenimiento o mejora de la salud, la mejora del rendimiento deportivo, mejorar funciones inmunes<sup>[Error! No se encuentra el origen de la referencia.]</sup>, y una de las proteínas que se usan con frecuencia es la caseína. Esta proteína se encuentra en la leche, y se caracteriza por su lenta digestión y absorción<sup>[Error! No se encuentra el origen de la referencia.]</sup>.

En suma, basados en que la caseína es una proteína de liberación lenta encontrada en la leche, puede tener varios efectos en la composición corporal, por lo que es posible que los pseudocereales andinos (quinua, y cañihua) preparadas a base galletas podrían reflejar cambios importantes en la composición corporal de ratas.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue comparar los efectos del consumo de los pseudocereales andinos, quinua y cañihua, sobre la composición corporal en un modelo murinométrico.

## Material y métodos

### Tipo de estudio y muestra

Se efectuó un estudio experimental aleatorizado en 15 ratas machos Sprague-Dawley con un rango de edad inicial de 27 a 30 días de nacimiento. Estas son caracterizadas como pre-pubescentes (< 30 días)<sup>14</sup>. La edad aproximada de los animales fue de 29,0±1,2 días, el peso corporal de 86,0±2,8 g y la longitud de 24,9±0,9 cm. Después de tres días de aclimatación en un laboratorio, las ratas fueron asignadas aleatoriamente a cada uno de los grupos de estudio.

Se conformaron tres grupos de estudio, donde se administró una dieta general a todos los grupos, por ejemplo, grupo control (GC) sin proteína, grupo experimental 1 (GE1) con proteína caseína, y grupo experimental 2 (GE2) con producto lácteo fortificado con adición de granos andinos (quinua y cañihua).

#### Suplementación de los grupos

Los animales se alojaron en jaulas de acero inoxidable (uno por jaula) en un laboratorio con temperatura y humedad controlada (20-22 °C, 30,0-50,0 % de humedad relativa) y ciclos de luz de 12 horas) y con alimentación y agua *ad libitum* (Labina, Purina). El aserrín de cada jaula se cambió dos veces por semana.

Los tres grupos consumían sus alimentos durante tres veces por día (en la mañana de 7 a 8 a.m., al medio día de 13 a 14 horas y por la noche de 18 a 19 horas), y durante tres semanas (21 días). El consumo de alimentos fue de 60 g por jaula (20 g por cada comida en un día), y el agua fue *ad libitum*. Las dietas de cada grupo fueron:

- GC: alimentación sin proteína: carbohidratos procedentes de almidón de maíz, grasa (10,0%) el mismo que fue manteca de cerdo (9,0%) y (1,0%) de aceite de girasol, fibra como celulosa 2,5%, Mezcla de Vitaminas y Minerales 5,0%.

- GE1: alimentación a base de caseína: caseína en polvo o el producto lácteo se mezclaron junto con los demás alimentos a los cuales se agregó en una mínima proporción agua hasta conseguir una consistencia blanda (se podría denominar papilla).

- GE2: alimentación a base a pseudocereales (extracto de quinua y cañihua): se utilizaron leche en polvo y cereal molido (a base de quinua y cañihua), luego se añadió 1 ml de yogurt para juntar todo y, finalmente, se formaron pequeñas bolas de 1 cm, resultando pequeñas galletas según estudio previo<sup>15</sup>.

#### Técnicas y procedimientos

Las evaluaciones somáticas se efectuaron en el pre y post test. La medición del peso y longitud de las ratas se efectuaron según las recomendaciones de Cossio-Bolaños y cols.<sup>16</sup>. El peso (g) se midió utilizando una balanza analítica de marca Scaltex modelo SAC-62, con una precisión de 1 g, y para la longitud total se utilizó un parquímetro de aluminio graduado en milímetros (mm) (Harpenden, Inglaterra), midiendo desde el hocico hasta la punta de la cola.

La superficie corporal (SC) fue calculada por medio de la ecuación propuesta por Cano-Rabano y cols.<sup>17</sup>, donde  $[SC = 0,1 * \text{Peso vivo} * 0,685]$ .

Los indicadores de la composición corporal se han inferido a través de ecuaciones de regresión. Se utilizó las ecuaciones de masa libre de grasa MLG y masa grasa MG propuestas por Cossio-Bolaños et al.<sup>18</sup>.  $MLG = 19,9 + (0,453 * \text{Peso total}) + (0,114 * \text{edad})$   $R^2 = 0,94$ , y  $MG = -31,6 + (0,361 * \text{Peso total}) - (0,345 * \text{edad})$   $R^2 = 0,73$ .

#### Estadística

Se verificó la normalidad de los datos por medio del test de Shapiro-Wilk. Se analizó la estadística descriptiva de media aritmética (X) y desviación estándar (DE). La diferencia entre el pre y post-test se verificó por medio del test t para muestras relacionadas. La diferencia entre los posts-test se verificó por medio del análisis de varianza (ANOVA, de dos vías) y la prueba de especificidad de Tukey. Todo el análisis estadístico se efectuó en SPSS 16,0 para Windows, adoptando un nivel de significación  $p < 0,05$ .

### Resultados

Las variables somáticas que caracterizaron a los tres grupos de estudio se muestran en la tabla 1. No hubo diferencias entre los tres grupos en la edad ( $p = 0,862$  y  $0,963$ ) y la longitud de las ratas ( $p = 0,308$  y  $0,957$ ). Entre el GC y GE1 en el peso y SC no hubo diferencias significativas ( $p = 0,061$  y  $0,062$ ). Sin embargo, si hubo diferencias entre el GC y GE2 y GE1 y GE2 en el peso y la SC ( $p = 0,000$  y  $0,019$ ).

Las comparaciones entre el pre y post-test de los tres grupos de estudio se observan en la tabla 2. Se detectaron diferencias significativas en los tres grupos y en los dos compartimientos corporales (MLG y MG). Por ejemplo, en el GC, los valores disminuyeron 3,5g de MLG y 3,6g de MG ( $p < 0,003$ ), en el GE1 aumentó la MLG en 20,2g ( $p < 0,0001$ ) y la MG en 22g ( $p < 0,0001$ ). En el GE2, aumentó la MLG en 24g ( $p < 0,0001$ ) y 26g en la MG ( $p < 0,0001$ ).

Las comparaciones entre los valores medios y desviaciones de la MLG y MG de los posts test se observan en la figura 1. En la MLG y MG, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el GE1 y GE2 ( $p = 0,07$  y  $0,09$ ). Sin embargo, si hubo diferencias significativas entre el GE1 y GE2 con el GC en la MLG ( $p = 0,000$ ) y MG ( $p = 0,000$ ).

**Tabla 1.** Características somáticas de la muestra estudiada.

Variables	GC		GE1		GE2		p		
	X	DE	X	DE	X	DE	GC-GE1	GC-GE2	GE1-GE2
Edad (días)	28,8	0,8	29,2	1,3	29,0	1,4	0,862	0,963	0,963
Peso (g)	91,5	2,1	86,4	1,6	80,0	4,8	0,061	<b>0,000</b>	<b>0,019</b>
Longitud (cm)	25,1	1,0	25,3	0,5	24,3	1,3	0,957	0,445	0,308
SC (m <sup>2</sup> )	6,3	0,2	5,9	0,1	5,5	0,3	0,062	<b>0,000</b>	<b>0,019</b>

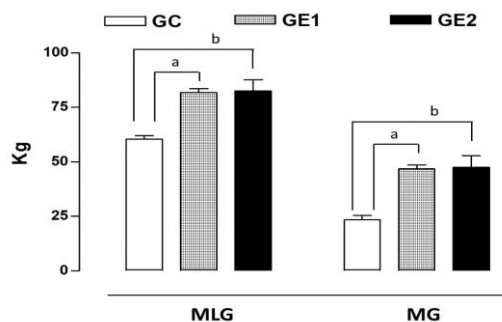
SC: Superficie corporal, X: promedio, DE: Desviación estándar, GC: Grupo control, GE: Grupo experimental.

**Tabla 2.** Efectos de la suplementación de proteína sobre la composición corporal de ratas.

Grupos	Pre Test		Post Test		p (t)
	X	DE	X	DE	
GC					
MLG (g)	64,00	1,00	60,50	1,60	<b>0,0034</b>
MG (g)	27,50	1,10	23,60	1,80	<b>0,0031</b>
GE1					
MLG (g)	61,60	0,80	81,80	1,70a	<b>&lt;0,0001</b>

MG (g)	24,80	0,80	46,80	1,81b	<0,0001
GE2					
MLG (g)	58,51	2,32	82,50	5,01a	<0,0001
MG (g)	21,51	2,51	47,50	5,41a	<0,0001

X: promedio, DE: Desviación estándar, GC: Grupo control, GE: Grupo experimental, MLG: Masa libre de grasa, MG: Masa grasa



**Figura 1.** Comparación de los valores del post test de la composición corporal en los tres grupos de estudio. MLG: Masa libre de grasa, MG: Masa grasa, a: d.s en relación al GE1, b: d.s en relación al GE 2.

## Discusión

El objetivo del estudio fue comparar la suplementación de caseína y un producto lácteo fortificado con adición de granos andinos (extracto de quinua y cañihua) sobre la composición corporal en ratas Sprague-Dawley. Los resultados indican que la suplementación con estos pseudocereales andinos (a base de quinua y cañihua) incrementaron los compartimientos corporales de MG y MLG al igual que la caseína.

En general, estudios previos han considerado que el consumo de quinua y cañihua ha sustituido la falta de proteína animal en muchas zonas altoandinas y siguen siendo las principales fuentes de proteína<sup>19</sup>, dada su composición química equilibrada de aminoácidos esenciales, similar a la caseína y la proteína de la leche<sup>20</sup>.

La quinua y la cañihua pueden utilizarse en mezclas de alimentos de alto valor nutritivo, puesto que hace más de 30 años se ha verificado que el índice de eficiencia proteica

(PER) de la quinua-cañihua-frijol fueron cercanos al de la caseína (2,36 y 2,59)<sup>21</sup> e incluso, presenta un valor biológico de aminoácidos comparable al de la leche<sup>22</sup>. No se encuentra el origen de la referencia.22.

Varios estudios recientes consideran que el contenido proteico de los granos de quinua y la cañihua son mayores a los de otros cereales y puede utilizarse como alternativa al de las proteínas de la leche<sup>23-26</sup>.

De hecho, la suplementación de ambos pseudocereales en este estudio evidenció cambios significativos en la MG y MLG. Otros estudios en humanos administrando proteínas vegetales han reportado cambios importantes en la MLG en muestras de adultos mayores<sup>27-29</sup>, ya que la pérdida de masa muscular es un fenómeno común en los adultos mayores y está asociada con la sarcopenia conforme la edad aumenta. Además, en niños y adolescentes aumenta la masa muscular durante la infancia y la adolescencia, especialmente durante los períodos de rápido crecimiento, por lo que en regiones geográficas donde existe carencia o

falta de nutrientes puede afectar negativamente el desarrollo muscular durante la etapa del crecimiento y desarrollo<sup>30</sup>.

A menudo la desnutrición proteico-energética (DEP) es una condición típica de los países en desarrollo debido a una ingesta dietética insuficiente en la que las personas tienen una ingesta dietética muy pequeña de proteínas, energía o ambas<sup>31</sup> y se reconoce como uno de los principales problemas de salud mundial<sup>32</sup>.

En la actualidad, aproximadamente 1 de cada 8 personas sufre desnutrición crónica<sup>33</sup>, mientras que la diabetes, la obesidad y otros trastornos metabólicos han alcanzado proporciones epidémicas globales<sup>34</sup>. Por lo que la suplementación a partir de pseudocereales andinos se está volviendo cada vez más importante, también debido a la llegada del cambio climático, el crecimiento acelerado de la población humana, el aumento de las enfermedades metabólicas y el aumento de la edad media de la población<sup>35</sup>. Por ello, futuros estudios deben interesarse en investigar el efecto de la extrusión sobre la disponibilidad de proteínas y minerales en los granos andinos, pues tanto la quinua, como la cañihua pueden ofrecer una alternativa como alimento saludable y beneficioso para la salud.

Este estudio presenta algunas potencialidades que merecen ser consideradas, dado que es uno de los primeros estudios que se efectúa analizando la composición corporal de ratas Sprague-Dawley. Además, el tipo de estudio experimental permitió controlar algunas variables extrañas, lo que sugiere su generalización a otros contextos. La limitación principal de este estudio experimental radica en la restricción del número de animales utilizados, lo que podría

influir en la representatividad de los resultados. Asimismo, la evaluación de la composición corporal se basó únicamente en variables murinométricas, lo que podría limitar la precisión o la comprensión completa de los efectos observados. Por otra parte, este estudio se limitó a investigar ratas machos consideradas pre-púberes, por lo que los resultados obtenidos podrían presentar algún tipo de sesgo en los resultados.

Esto sugiere la necesidad de realizar estudios adicionales que incluyan una variedad más amplia de ratas de ambos sexos para obtener una comprensión más completa de los efectos observados. Igualmente, ha y que destacar que los hallazgos obtenidos en este estudio sugieren que la suplementación con el producto lácteo fortificado con granos andinos puede tener beneficios para la composición corporal en ratas, con lo cual no se puede asumir automáticamente que estos resultados se apliquen a los humanos. Se necesitarían estudios clínicos específicos en humanos para evaluar la seguridad y eficacia de esta intervención en una población humana.

## Conclusiones

En conclusión, la suplementación de pseudocereales (quinua y cañihua) durante 21 días produjo incrementos importantes sobre la MG y MLG al igual que la caseína en ratas Sprague-Dawley. Estos resultados sugieren consumir pseudocereales andinos, por ser ricas fuentes de nutrientes y bioactivos, puede ser beneficiosos para la composición corporal y presenta un gran potencial de aplicación en la industria alimentaria.

## Referencias

1. Békés F, Schoenlechner R and Tömösközi S, Chapter 14 - Ancient Wheats and Pseudocereals for Possible use in Cereal-

- Grain Dietary Intolerances, in *Cereal Grains*, 2nd edn, ed. by C Wrigley, I Batey and D Miskelly. Woodhead Publishing, Cambridge, 2017; pp. 353–389.
2. Perez-Rea D, Antezana-Gomez R. The Functionality of Pseudocereal Starches. En M. Sjoó & L. Nilsson (Eds.), *Starch in Food 2018*. (2.a ed., pp. 509-542). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100868-3.00012-3>
  3. Flórez-Martínez D.H, Rodríguez-Cortina J, Chavez-Oliveros L.F, Aguilera-Arango G.A, Morales-Castañeda A. Current trends and prospects in quinoa research: An approach for strategic knowledge areas. *Food Science & Nutrition*. 2023; 00, 1–23. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3891>
  4. Pathan S, Siddiqui RA. Nutritional Composition and Bioactive Components in Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Greens: A Review. *Nutrients*. 2022;14(3):558. doi: 10.3390/nu14030558.
  5. Vega-Gálvez A, Miranda M, Vergara J, Uribe E, Puente L, Martínez E.A. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.), an ancient Andean grain: A review. *J. Sci. Food Agric*. 2010; 90: 2541–2547.
  6. Repo-Carrasco-Valencia R, Hellström J.K, Pihlava J.M, Mattila P.H. Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Food Chem*. 2010;120:128–133
  7. Kim DS, Iida F. Kaniwa (*Chenopodium pallidicaule*)'s Nutritional Composition and Its Applicability as an Elder-Friendly Food with Gelling Agents. *Gels*. 2023;9(1):61. doi: 10.3390/gels9010061.
  8. Flórez-Martínez D.H, Rodríguez-Cortina J, Chavez-Oliveros L.F, Aguilera-Arango G.A, Morales-Castañeda A. Current trends and prospects in quinoa research: An approach for strategic knowledge areas. *Food Science & Nutrition*. 2023;00: 1–23. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3891>
  9. Angeli V, Miguel Silva P, Crispim Massuela D, Khan MW, Hamar A, Khajehei F, Graeff-Hönninger S, Piatti C. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): An Overview of the Potentials of the "Golden Grain" and Socio-Economic and Environmental Aspects of Its Cultivation and Marketization. *Foods*. 2020;9(2):216. doi: 10.3390/foods9020216.
  10. Braun H, Koehler K, Geyer H, Kleiner J, Mester J, Schanzer W. Dietary supplement use among elite young German athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2009; 19(1): 97-109.
  11. Oosthuysen T, Carstens M, Millen AM. Whey or Casein Hydrolysate with Carbohydrate for Metabolism and Performance in Cycling. *Int J Sports Med*. 2015;36(8):636-46. doi: 10.1055/s-0034-1398647.
  12. Rabassa-Blanco J, Palma-Linare I. Efectos de los suplementos de proteína y aminoácidos de cadena ramificada en entrenamiento de fuerza: revisión bibliográfica. *Rev Esp Nutr Hum Diet*. 2017; 21(1): 55 – 73
  13. Kim J. Pre-sleep casein protein ingestion: new paradigm in post-exercise recovery nutrition. *Phys Act Nutr*. 2020;24(2):6-10. doi: 10.20463/pan.2020.0009.
  14. Cossio-Bolaños M, Gómez Campos R, Vargas Vitoria R, Hochmuller Fogaça RT, de Arruda M. Curvas de referencia para valorar el crecimiento físico de ratas machos Wistar [Reference curves for assessing the physical growth of male Wistar rats]. *Nutr Hosp*. 2013 Nov 1;28(6):2151-6. Spanish. PMID: 24506395.
  15. Tello-Palma E, Choque-Quispe M, Pacheco-Tanaka M, Zamalloa-Cuba W, Valencia-Pacho M, Donaires-Flores T, Macedo-Enriquez E, Viza-Salas A, Quispe-Romero A, Paredes-Ugarte W, Cossio-Bolaños M, Gómez-Campos R. Efectos de la suplementación de hierro microencapsulado y hemínico para la recuperación de los niveles de hemoglobina en ratas alimentadas sin

- hierro. *Nutr Hosp.* 2022;39(6):1357-1363. Spanish. doi: 10.20960/nh.04075.
16. Cossio-Bolaños MA, Gómez R, Arruda M, Hochmuller R. Valores de confiabilidad de indicadores somáticos en ratas machos wistar. *Actualización Nutr* 2010a;11(4):296-302.
  17. Cano-Rabano M, Ríos-Granja M. Cuidado y mantenimiento de los animales de experimentación. En: Pérez-García C, Díez Prieto M, García-Partida P. *Introducción a la Experimentación y Protección Animal*. León: Ed. Universidad de León; 1999. pp. 91-102.
  18. Cossio-Bolaños MA, Gómez Campos R, Rojas J, Flores H. Propuesta de ecuaciones para predecir la composición corporal de ratas machos wistar. *An Fac med.* 2010b;71(2):97-102
  19. Tapia M. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. 2a. edición. Santiago, Chile, editorial FAO, 1997.
  20. Repo-Carrasco R, Espinoza C, Jacobsen SE. Nutritional Value and Use of the Andean Crops Quinoa (*Chenopodium quinoa*) and Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*), *Food Reviews International*, 2003, 19:1-2, 179-189- doi: 10.1081/FRI-120018884
  21. Repo-Carrasco R, Li Hoyos N. Elaboración y evaluación de alimentos infantiles con base en cultivos andinos. *Arch. Latinoamericanos de Nutrición.* 1993;43(2):168–175.
  22. White P, Alvistur E, Dias C, Vinas E, White H, Collazos C. Nutrient content and protein quality of quinoa and cañihua, edible seed products of the Andes mountains. *J. Agric. Food Chem.* 1955;6:531–534
  23. Repo-Carrasco-Valencia R, Acevedo de La Cruz A, Icochea Alvarez JC, Kallio H. Chemical and functional characterization of Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) grain, extrudate and bran. *Plant Foods Hum Nutr.* 2009;64(2):94-101. doi: 10.1007/s11130-009-0109-0.
  24. Dakhili S, Abdolalizadeh L, Hosseini SM, Shojaee-Aliabadi S, Mirmoghtadaie L. Quinoa protein: Composition, structure and functional properties. *Food Chemistry.* 2019;299:125161. Doi: 10.1016/j.foodchem.2019.125161.
  25. Bustos M, Ramos MI, Perez G, León A. Utilization of Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Flour in Pasta Making. *Journal of Chemistry.*2019;Article ID 4385045, 8 pages <https://doi.org/10.1155/2019/4385045>
  26. Angeli V, Miguel Silva P, Crispim Massuela D, Khan MW, Hamar A, Khajehei F, Graeff-Hönniger S, Piatti C. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): An Overview of the Potentials of the "Golden Grain" and Socio-Economic and Environmental Aspects of Its Cultivation and Marketization. *Foods.* 2020;9(2):216. doi: 10.3390/foods9020216.
  27. Mitchell C.J, Milan A.M, Mitchell S.M, Zeng N, Ramzan F, Sharma P, Knowles S.O, Roy N.C, Sjodin A, Wagner K.H, et al. The effects of dietary protein intake on appendicular lean mass and muscle function in elderly men: A 10-wk randomized controlled trial. *Am. J. Clin. Nutr.* 2017;106:1375–1383.
  28. Oikawa S.Y, McGlory C, D'Souza L.K, Morgan A.K, Saddler N.I, Baker S.K, Parise, G, Phillips S.M. A randomized controlled trial of the impact of protein supplementation on leg lean mass and integrated muscle protein synthesis during inactivity and energy restriction in older persons. *Am. J. Clin. Nutr.* 2018;108:1060–1068.
  29. Park Y, Choi J.E, Hwang H.S. Protein supplementation improves muscle mass and physical performance in undernourished prefrail and frail elderly subjects: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Am. J. Clin. Nutr.* 2018;108: 1026–1033.
  30. Müller O, Krawinkel M. Malnutrition and health in developing countries. *CMAJ.* 2005;173(3):279-86. doi: 10.1503/cmaj.050342.
  31. Kiani AK, Dhuli K, Donato K, Aquilanti B, Velluti V, Matera G, Iaconelli A, Connelly ST, Bellinato F, Gisondi P, Bertelli M. Main nutritional deficiencies. *J Prev Med Hyg.* 2022;63(2 Suppl 3):E93-E101. doi:



- 10.15167/2421-4248/jpmh2022.63.2S3.2752.
32. Alomari D.Z, Schierenbeck M, Alqudah AM, Alqahtani MD, Wagner S, Rolletschek H, Borisjuk L, Röder MS. Wheat Grains as a Sustainable Source of Protein for Health. *Nutrients*. 2023;15(20):4398. doi: 10.3390/nu15204398.
33. FAO, IFAD, WFP. The state of food security in the world 2014: strengthening the enabling environment to improve food security and nutrition. 2014. <http://www.fao.org/B37BC637-A0D5-4792-9D59-76BED47AA439/FinalDownload/Download>
- adId-D5639E627FFE7206EFBE682D322CD9A2/B37BC637-A0D5-4792-9D59-76BED47AA439/3/a-i4030e.pdf.
34. Zimmet P.Z, Magliano D.J, Herman W.H, Shaw J.E. Diabetes: a 21st century challenge. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2014;2(1):56-64. doi: 10.1016/S2213-8587(13)70112-8.
35. Graf BL, Rojas-Silva P, Rojo LE, Delatorre-Herrera J, Baldeón ME, Raskin I. Innovations in Health Value and Functional Food Development of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2015;14(4):431-445. doi: 10.1111/1541-4337.12135.

