

Pérdidas nutricionales durante la cocción de semillas de *Chenopodium quinoa Willd* bajo presión de vapor

Nutritional losses during cooking of *Chenopodium quinoa Willd* seeds under pressure steam

Cervilla, N. S.; Mufari, J. R.; Calandri, E. L.; Guzmán, C. A.

Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICTA, ICyTAC CONICET-UNC). Av. Vélez Sarsfield 1600, Córdoba 5016, Argentina.

Remitido: 8/abril/2014. Aceptado: 28/mayo/2014.

RESUMEN

La quinoa es un pseudo-cereal originario de los andes sudamericanos, cultivado desde tiempos remotos y que ha cobrado importancia como alimento en épocas recientes. Si bien su contenido proteico es superior al de los cereales tradicionales, lo que hace de la quinoa un alimento destacado, es la calidad aminoacídica de sus proteínas en donde sobresalen la lisina e histidina. En el presente trabajo se compararon las pérdidas de proteínas ocasionadas durante la cocción de las semillas por cuatro métodos de cocción: hervido y cocido al vapor, tanto a presión atmosférica como en marmita (vapor a presión). La cocción con vapor a presión, permitió una correcta cocción del grano con bajas pérdidas nutricionales. Para esta última alternativa, se presentan las pérdidas ocasionadas en Sólidos Totales (ST), proteínas, Azúcares Reductores Libres (ARL), glucosa, y minerales como Ca y Mg, para 5 lotes de semillas de quinoa. Los ST se hallaron entre 222,62 y 292,45 mg/100 g de semillas, en este intervalo se alojan los valores de ARL, glucosa, proteínas y minerales. La pérdida de ARL y proteínas fue para los primeros entre 0,09-0,14 y la de proteína entre 19,74-31,22 mg/100 g de granos. Los resultados abordados permi-

tieron verificar la adecuación del método de cocción al vapor y presión para granos de quinoa, de modo de conservar sus propiedades nutritivas y gelatinizar el almidón para incrementar su digestibilidad.

PALABRAS CLAVES

Quinoa, Cocción, calidad nutricional.

ABSTRACT

Quinoa is a pseudo - cereal native to the South American Andes, cultivated since ancient times and has gained importance as food in recent times. While the protein content is higher than in the traditional grains, which makes a major food quinoa, is the amino acid in protein quality with outstanding lysine and histidine. Boiled and steamed, both at atmospheric pressure and kettle (steam): In this paper protein losses caused during cooking of seeds of four cooking methods were compared. Cooking with steam under pressure, allowed proper cooking the grain with low nutritional losses. For the latter alternative, the losses in Total Solids (TS), protein, Free Reducing Sugars (FRS), glucose, and minerals such as Ca and Mg, 5 batches of quinoa seeds are presented. The ST was found between 222.62 and 292.45 mg/100 g of seeds, the values in this range FRS, glucose, proteins and minerals are housed. The FRS and protein loss was between 0.09-0.14 for the first protein and between 19.74 to 31.22 mg/100 g of grain. The results allowed us to ve-

Correspondencia:

Natalia Soledad Cervilla
nataliasc_cba19@hotmail.com.

rify the adequacy addressed the method of steaming and pressure quinoa grains, in order to preserve its nutritional properties and gelatinize the starch to increase its digestibility.

KEYWORDS

Quinoa, Cooking, nutritional quality.

SIMBOLOS Y ABREVIATURAS

atm: Atmósfera.

ST: Sólidos Totales.

ARL: Azúcares Reductores Libres.

nm: Nanómetros.

DNS: Dinitrosalicílico.

EDTA: Ácido Etilendiaminotetraacético.

Ca: Calcio.

Mg: Magnesio.

mg: miligramos.

L:litros.

g: gramo.

ml: mililitro.

s: segundos.

AOAC: Association of Official Analytical Chemists.

LI: Límite Inferior.

LS: Límite Superior.

INTRODUCCIÓN

La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) se ha cultivado desde épocas antiguas y ocupó un lugar importante en la alimentación de los pobladores del imperio incaico¹. Luego de la conquista española el cultivo fue relegado, pero en épocas recientes, al difundirse sus cualidades nutricionales, la demanda mundial ha crecido de manera sostenida. El contenido proteico puede ir desde 7,5 a 22 %². Sin embargo, más importante que la cantidad es la calidad de una proteína, destacándose en lisina e histidina³. El contenido de almidón representa aproximadamente el 60% del peso del grano y el contenido de lípidos se encuentra entre 2-9%². La quinoa requiere ser procesada antes de su consumo; la pérdida de sustancias alimenticias será entonces consecuencia de la metodología empleada. Se impone aquí la

necesidad de contar con métodos de cocción que conserven las características nutritivas originales del grano. Entre estos, la cocción al vapor resulta adecuada, pues reduce sustancialmente el contacto con el agua líquida. Una alternativa, la cocción en marmita, permite elevar la temperatura hasta los 121 °C. La mayor temperatura acelera la cocción de los alimentos pero no se conoce de qué manera afectaría a la calidad nutricional del grano de quinoa, dada la mayor temperatura del proceso⁴. El objetivo del presente estudio fue establecer la mejor alternativa para la cocción de la semilla de quinoa y analizar en ésta, las aguas de cocción recuperadas, a fin de evaluar las pérdidas nutricionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se empleó quinoa proveniente de los departamentos Molinos (Cosechas 2007 - 2008) y La Poma (Cosechas 2009 al 2011) de la Provincia de Salta, Argentina.

Limpieza y Desaponificado: los granos retenidos en tamiz 16 ASTM (Zonytest) fueron colocados en bolsas de lienzo y lavados por flujo ascendente de agua.

Condiciones de ensayo: 300 g de semillas, dispuestas sobre una vaporiera metálica (Küche), se colocaron en el interior de una marmita (Marmicoc) con 750 mL de agua potable. Se colocaron termosondas, una sobre las semillas y otra del lado externo de la tapa del recipiente de cocción; se conectaron a un equipo Datalogger computer (Xplorer GLX pasco) y se calentó con llama directa en anafe industrial (F.J. Calabro), registrándose la temperatura durante 700 s.

Estimación de la temperatura interna de la marmita: se realizó pesando la válvula de la olla (precisión de $\pm 0,01$ g) y midiendo con Vernier, el diámetro interno del orificio de salida de la válvula (precisión 10^{-5} m). Ecuación 1:

$$P = \left[p \text{ (Kg)} / \frac{d^2 \text{ (cm}^2\text{)}}{4} \right] - 1,03$$

Donde P es la presión en kgf/cm^2 , p es el peso de la válvula en kg y d^2 el cuadrado del diámetro interno, en cm^2 . La temperatura interna se estableció a partir de las tablas de presión de vapor vs. Temperatura⁵. Terminado el período de cocción, la marmita fue enfriada por inmersión parcial en un baño a 8°C (Power Ice CHT-150). Realizadas las cocciones, se recuperaron las aguas de cocción y se midió el volumen final en probeta de 1 L.

Análisis efectuados para evaluar pérdidas nutricionales: Sólidos totales según Osborne & Voogt⁶, Proteínas según AOAC Internacional, 984.13.15⁷. Para la conversión del nitrógeno a proteína bruta se empleó el factor 6,25. Cenizas según AOAC Internacional, 923.03⁷. A partir de las cenizas se determinó la presencia de Mg y Ca por titulación con EDTA⁸. Los ARL se midieron espectrofotométricamente a 540 nm, previa reacción de los azúcares con DNS⁹. La glucosa se midió espectrofotométricamente a 505 nm por el método de la glucosa-oxidasa¹⁰. Se empleó kit de glicemia enzimática Wiener lab. Para las determinaciones espectrofotométricas se empleó un equipo UV visible PERKIN ELMER Mod. Lambda 25.

Análisis estadístico: Los resultados se expresaron con sus medias aritméticas y desviaciones estándares. Se establecieron los Intervalos de Confianza (95%) de cada uno de los elementos analizados. Para esto se empleó el programa InfoStat 2010. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

RESULTADOS

La cocción al vapor y presión atmosférica provocó las menores pérdidas de proteínas (Tabla 1); sin embargo, la gelatinización del almidón fue parcial; La cocción con vapor a presión de 1 atm permitió una completa gelatinización, dentro del tiempo de cocción del ensayo y pérdidas significativamente menores en

comparación a los dos métodos restantes, tal como se muestra en tabla 1. Para establecer si las semillas estaban completamente cocidas se comprobó el grado de gelatinización que presentaban, observándose que la cocción al vapor y presión garantizaba una cocción uniforme y completa a los 700 s, no así la realizada a presión normal. Por lo tanto, el primero fue el método elegido para analizar en mayor profundidad las pérdidas por cocción.

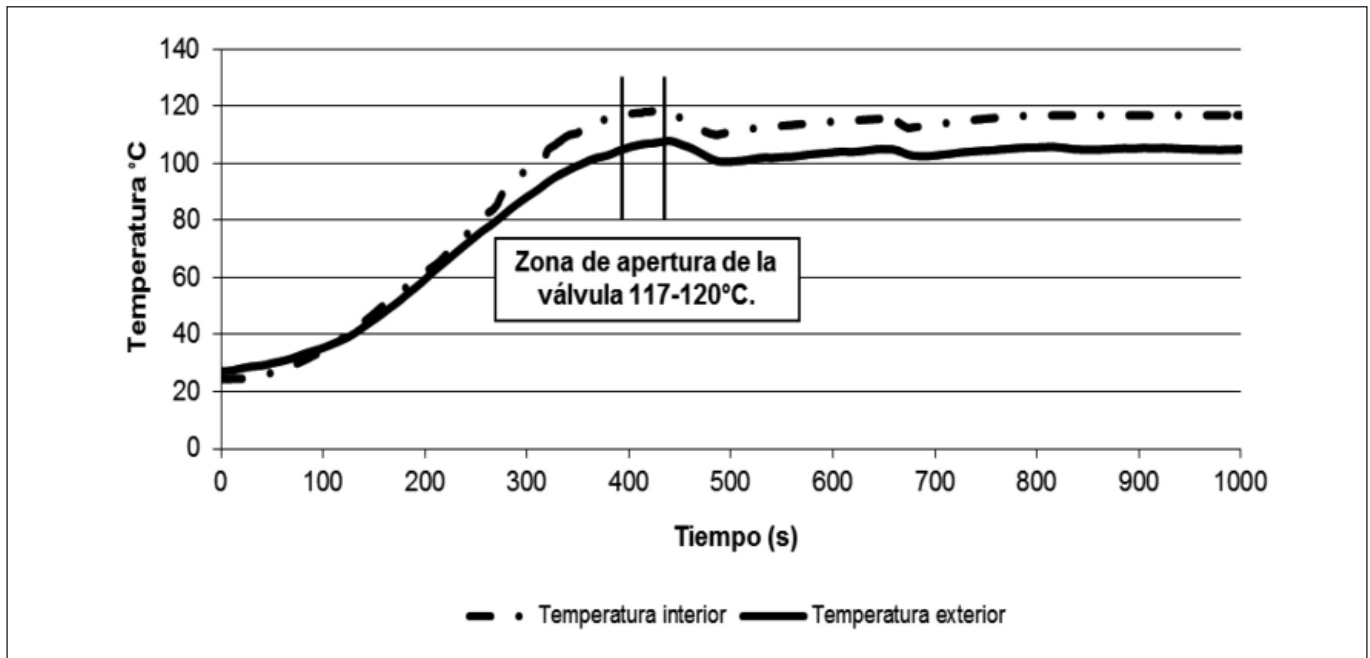
En la figura 1 se muestran las curvas de temperatura de cocción con vapor a presión. Las temperaturas interna y externa, se mantuvieron sin diferencias hasta los 300 s. Al producirse la apertura de la válvula

Table 1. Pérdidas de proteínas por distintos métodos de cocción.

Método ^a	Pérdida de proteínas (mg/100g de semillas) ^b
Inmersión en agua a ebullición; presión normal	144 ± 10
Al vapor y presión atmosférica	<1,0 ± 0,0
Inmersión a presión de 1 atm	80 ± 6
Al vapor a presión de 1 atm	35 ± 7

a. En todos los ensayos el tiempo de cocción fue de 700 s.
 b. Valores obtenidos por triplicado.

Figura 1. Cocción de quinoa con vapor y presión. Ensayos para determinar el Δ de temperatura entre el interior y el exterior de la marmita.



vula, ambas temperaturas mostraron un descenso brusco y a partir de los 500 s se mantuvieron casi paralelas, permaneciendo la temperatura interna unos 10°C por debajo de la externa. La temperatura en el interior de la marmita a partir de los 500 a 700 s fue de $114 \pm 4^\circ\text{C}$.

La temperatura interna se situó entre 113 y 115°C para todos los ensayos. Este valor resultó bastante próximo a los 116°C calculado con la ecuación 1.

La pérdida de ST y proteínas durante la cocción de los granos varió entre lotes y entre las réplicas de cada uno de ellos (Tabla 2). Los ST que escaparon de los granos durante el tratamiento térmico se encontraron entre 223-290 mg/100 g de quinoa y ese intervalo comprende a todos los nutrientes y no nutrientes de la quinoa. Son valores realmente bajos, si tenemos en cuenta que por ejemplo, para el lote 2009, que presentó la mayor merma, esta apenas superó el 0,3% del peso total de los granos cocinados. Lo mismo ocurrió con las proteínas, donde el porcentaje de pérdida en relación al contenido inicial de proteínas en los granos fue de 0,26; 0,06 y 0,20% para los lotes 2009, 2010 y 2011 respectivamente (Tabla 3).

La cantidad de ARL halladas en las aguas de cocción también fue escasa; si consideramos que está presente

en un 4%¹¹ aproximadamente, la pérdida fue apenas de un 0,02% al final de la cocción. El principal componente de los ARL fue la glucosa, entre el 50-70% del total, a excepción del lote 2011, en donde sólo constituyó el 25% de los ARL. En la tabla 2, se presentan los valores de Ca y Mg detectados en las aguas de cocción. Si se comparan estos resultados con los contenidos iniciales de Ca y Mg en semillas de quinoa¹¹, las pérdidas rondarían el 8,5% y 2,8% respectivamente, valores significativamente mayores que aquellos encontrados para ST, ARL y proteínas.

DISCUSIÓN

Los métodos de cocción condicionan la biodisponibilidad de nutrientes y sus pérdidas durante el proceso. La cocción por inmersión en agua a ebullición es la más habitual, pero generó las mayores pérdidas proteicas (Tabla 1); mientras que, la cocción con vapor a presión atmosférica, no garantizó la completa gelatinización de los granos. Por lo contrario, con la cocción con vapor a presión la quinoa gelatiniza por completo y con escasas pérdidas en proteínas (Tabla 3). Las altas temperaturas se alcanzan sin contacto con agua líquida, en esas condiciones sucederían la desnaturalización y coagulación de las proteínas, como consecuencia de la mayor exposición de aminoácidos hidrófobos en su superficie, reduciéndose así su solubilidad y la probabilidad de pérdidas por lixiviado^{12,13}. El Ca se encuentra asociado a pectinas, mayoritariamente en el pericarpio¹⁴, que se elimina durante el desaponificado; este también deja expuesto al embrión, que contiene al Mg, junto con fósforo y potasio¹⁴, ambos hechos explicarían las pérdidas, comparativamente mayores, observadas para los metales.

Table 3. Porcentaje de pérdida proteica de granos de quinoa.

Lote	% de proteína de granos de quinoa	% de pérdida en la cocción al vapor y presión
2009	13,56 ± 0,51	0,26
2010	14,70 ± 0,30	0,06
2011	16,35 ± 0,41	0,20

Table 2. Pérdida de nutrientes durante la cocción de quinoa con vapor y presión.

Lote	Pérdidas de nutrientes, en mg/100 g de semillas					
	Sólidos Totales	Proteínas	ARL	Glucosa	Calcio	Magnesio
2007	262,86±73,53	32,73±6,03	0,04±3,6E-03	0,03±3x10 ⁻³	3,64±2,47	1,08±0,31
2008	297,36±44,06	15,71±3,98	0,04±3,2E-03	0,03±0,02	1,08±0,31	0,97±0,01
2009	322,13±144,36	35,9±3,17	0,07±4,6E-03	0,06±0,02	4,40±0,41	2,15±0,55
2010	162,09±27,85	9,02±3,40	0,02±0,01	0,01±0,01	3,36±2,31	1,84±0,02
2011	252,83±34,03	32,42±7,69	0,04±0,01	0,01±0,01	1,58±0,25	3,11±0,91
LI (95%)	222,62	19,74	0,09	0,02	2,10	1,26
LS (95%)	292,45	31,22	0,14	0,04	4,26	2,19

CONCLUSION

Los resultados aquí presentados muestran como convenientes las cocciones de las semillas de quinoa con vapor, tanto a presión atmosférica como en marmita, sin embargo la segunda de estas parece ser más conveniente pues permite a las semillas gelatinizar el almidón con mayor uniformidad. En el método elegido, se observó baja pérdida de proteínas, el principal atractivo que estas semillas poseen. A la vez, resultaron poco significativas las mermas en sólidos totales y azúcares solubles totales. Las mermas en minerales si bien mayores, no afectan demasiado las cualidades nutritivas del grano.

REFERENCIAS

- Hunziker AT. Los psudocereales de la agricultura indígena de América. Dirección general de publicidad de la República Argentina. U.N.C. Buenos Aires: ACME AGENCY. p.18 – 19. 1952.
- Cardoza Gonzáles, A. y Tapia Nuez, M. Valor Nutritivo. En: Alandia Borda, S, Gandarillas, H, Mujica Sánchez Á, Ortiz Romero R, Otazu Monzón V, Cardoza Gonzáles A y apia Nuez M, Rea Clavijo J, Salas Turpo, B, Zanabria Huisa E. *Quinoa y Kañiwa Cultivos Andinos*, Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo (CUD), Bogotá, Colombia, 149-152. 1979.
- Dini I, Tenore GC, Dini A. Nutritional and Antinutritional composition of Kancolla seeds: an interesting and underexploited andine food plant. *Food Chemistry*. 2005; 92:125-132.
- Caracuel García A. Técnicas de Cocción Saludable aplicables a la alimentación Mediterránea. [Internet]. 2008. [Consultado el 4 de marzo de 2014] Disponible en: http://www.insacan.org/racvao/anales/2008/10_ANALES_2008_caracuel.pdf.
- Handbook of Chemistry and Physics. Vapor Pressure of water above 100 °C. 58 th Ed. D-181. 1978.
- Osborne, D. R., & Voogt, P. Análisis de los nutrientes de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 1986.
- AOAC International. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analysis Chemist. 16th Edition, 5th Revision, Gaithersburg, USA, 1999.
- Kolthoff, I. M.; Sandell, E. B.; Meehan, E. J; Bruckenstein, S. *Quantitative Chemical Análisis*. McMillan.
- Miller GL. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination or reducing sugar. *Annales Chemistry*. 1959; 31: 426-428.
- Mc Cleary, B, Murphy A. Measurement of Total Fructan in Foods by Enzymatic/Spectrophotometric. Method: Collaborative Study. *Journal of AOAC International*. 2000; 83(2): 356 – 364.
- Cervilla NS, Mufari JR, Calandri EL, Guzmán CA. Composición química de harinas de quinoa de origen argentino. Pérdidas minerales durante el lavado. *Actualización en Nutrición*. 2012; 13 (4): 293-299.
- Moncada Rodríguez, LM, Gualdrón de Hernández L. Retención de nutrientes en la cocción, freído y horneado de tres alimentos energéticos. *Revista de Investigación*. [Internet]. 2006 [Consultado 3 de Diciembre de 2013]; 6, 179-187. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/952/95260205.pdf>.
- Fennema OR. *Química de los Alimentos*. Editorial. 3° ed. Acribia S.A, Zaragoza, España. 1993.
- Konishi Y, Hirano S, Tsunoi H, Wada M. Distribution of minerals in Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) Seeds. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 2004; 68(1): 231-234.