

Efecto de la inclusión de harina integral de quinua y amaranto en nuggets de pota

(Effect of the inclusion of whole wheat quinoa and amaranth flour in squid nuggets)

Karina Palomino-Mancilla^{1*}, Tito Eduardo Llerena Daza² y Ritva Repo-Carrasco-Valencia³

Abstract

Quinoa (*Chenopodium quinoa*) and amaranth (*Amaranthus caudatus*) constituted the main foods of the Andean countries' peoples, linked to a socio-cultural tradition, hence a growing need to promote the sustainable development of their cultivation arises. Andean grains have a great genetic diversity and tolerance to climate change, which make them suitable for food security; however, they are underused. There is little or no knowledge about the behavior of quinoa and amaranth in nugget-type fried products. The objective of the research was to evaluate the effect of partially replacing wheat flour with whole quinoa and amaranth flour in the batter of giant squid nuggets over the product's physical properties, with the potential of diversifying their use in the quinoa and amaranth crop value chains. For this purpose, wheat flour was replaced in 0%, 10%, 20% and 30%, and apparent viscosity, coating index, pickup, moisture and fat in the crust were evaluated. The best formula was 30% of inclusion, with this proximate composition: protein 12%; fat 7,8%; moisture 61,1%, ash 2% and carbohydrates 17,1%, with a good acceptance ("I like it quite a lot"). It was achieved to prepare giant squid nuggets including 30% of whole quinoa and amaranth flour, with low fat content and good sensory acceptance. The results of this study show that the binary mix of quinoa and amaranth could be interesting for the development of nugget-type, breaded products, promoting the sustainable development of Andean crops.

Keywords: nugget, giant squid, quinoa, amaranth, batter.

Resumen

La quinua (*Chenopodium quinoa*) y el amaranto (*Amaranthus caudatus*) constituyeron los principales alimentos de los pobladores de los países andinos, unidos a una tradición sociocultural, con lo que surge una creciente necesidad de fomentar el desarrollo sostenible de su cultivo. Los granos andinos presentan una gran diversidad genética y tolerancia frente al cambio climático, lo cual los hace adecuados para la seguridad alimentaria; sin embargo, son infrautilizados. Poco o nada se conoce acerca del comportamiento de la quinua y el amaranto en productos fritos tipo nuggets. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de sustituir parcialmente harina de trigo por harina integral de quinua y de amaranto en el rebozado de nuggets de pota sobre las propiedades físicas del producto, con el potencial de diversificar su uso en la cadena de valor de los cultivos de quinua y amaranto. Para ello se reemplazó la harina de trigo en 0%, 10%, 20% y 30%, y se evaluó la viscosidad aparente, el índice de recubrimiento, el *pickup*, la humedad y la grasa de la corteza. La mejor formulación fue 30% de inclusión, con la siguiente composición proximal: proteína 12%; grasa 7,8%; humedad 61,1%; ceniza 2% y carbohidratos 17,1%, con una buena aceptabilidad ("me gusta bastante"). Se logró elaborar nuggets de pota con inclusión de 30% de harina integral de quinua y de amaranto, con bajo contenido de grasa y buena aceptación sensorial. Los resultados de este estudio demuestran que la mezcla binaria de quinua y amaranto resultaría interesante para el desarrollo de productos tipo nuggets rebozados y empanizados, promoviendo el desarrollo sostenible de los cultivos andinos.

Palabras clave: nugget, pota, quinua, amaranto, rebozado.

Recibido: 30/12/2021

Aceptado: 30/04/2022

Publicado: 16/05/2022

Sección: Artículo original

*Autor correspondiente: karina.palominomancilla@gmail.com

Introducción

Los cultivos como la quinua y el amaranto son originarios de la región andina (Pilco-Quesada *et al.*, 2020); constituyeron los principales alimentos del hombre andino, unidos a una tradición sociocultural de los países andinos, con lo que surge la necesidad creciente de fomentar el desarrollo sostenible de las montañas altoandinas (Escobar-Mamani *et al.*, 2020). Actualmente, en el Perú representan el sustento de más de 120 000 familias agrarias, lo cual genera un impacto socioeconómico importante, siendo las regiones de mayor producción: Puno, Ayacucho, Apurímac, Cusco, Arequipa, Cajamarca, Huancavelica y Junín. La quinua y el amaranto tienen una excelente composición nutricional: proteína (12-22%), fibra dietaria (9-14%), aceite (6-13%), minerales, vitaminas, antioxidantes y alto contenido de almidón con bajo índice glucémico (Fernández-López *et al.*,

2021; Karamac *et al.*, 2019; Thakur *et al.*, 2021). El cambio climático ya está alterando a las comunidades a lo largo del altiplano andino, uno de los muchos factores de estrés que los andinos experimentan con frecuencia (Walsh, 2020). Los cultivos andinos presentan una gran diversidad genética

¹ Departamento de Acuicultura e Industrias Pesqueras, Facultad de Pesquería, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2532-1367>

² Departamento de Acuicultura e Industrias Pesqueras, Facultad de Pesquería, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1911-4521>

³ Centro de Investigación e Innovación en Productos Derivados de Cultivos Andinos (CIINCA), Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3656-2377>

Como citar: Palomino-Mancilla, K., Llerena Daza, T. E. y Repo-Carrasco-Valencia, R. (2022). Efecto de la inclusión de harina integral de quinua y amaranto en nuggets de pota. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 24(2), 94-100. DOI: <https://doi.org/10.18271/ria.2022.392>



Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) Share - Adapt

y tolerancia frente al cambio climático, lo cual los hace adecuados para la seguridad alimentaria; sin embargo, son infrutilizados (Jamalluddin *et al.*, 2021). La explotación de recursos genéticos subutilizados podría ser una alternativa útil para resolver el problema de la adaptabilidad a la alteración ambiental y la preservación de la biodiversidad de las zonas andinas (Sarker *et al.*, 2022). Existen estudios referentes a su utilización en la panificación, pero aún falta diversificar su uso en la industria de productos fritos tipo nuggets.

El consumo de productos tipo nuggets va ganando popularidad debido a su buena aceptabilidad, rápida cocción y fácil consumo (Nanda *et al.*, 2020; Tamsen *et al.*, 2018). Estos son elaborados a base de carne picada mezclada con sal y otros condimentos, recubriéndolos con un enharinado, rebozado y empanizado previo a la fritura (Oppong *et al.*, 2022). Luego de someter a fritura, la cobertura recibe el nombre de corteza, la cual juega un rol importante en la protección de la matriz alimentaria contra la pérdida de jugosidad y absorción de aceite (Kurek *et al.*, 2017). De acuerdo con Tamsen *et al.*, 2018, la harina de trigo (HT) constituye el ingrediente mayoritario en cuanto a cantidad para la elaboración de nuggets. Sin embargo, por su alto contenido de amilopeptina o proteína, podría absorber mayor cantidad de aceite. La quinua y el amaranto se pueden utilizar, como otros cereales, para la elaboración de productos alimenticios de valor agregado debido a su alto contenido de almidón (Thakur *et al.*, 2021). Al respecto, Muchekeza (2021) empleó harinas de quinua y de amaranto como aglutinantes alternativos al almidón de maíz en salchichas de res. Bahmanyar (2020) reportó el uso de harina de quinua y de moringa (*Moringa oleifera*) en hamburguesas de carne. No obstante, poco o nada se conoce acerca del comportamiento de la quinua y el amaranto en productos fritos tipo nuggets.

De acuerdo con Escobar-Mamani *et al.* (2020), en la actualidad se busca el fomento del desarrollo regional del área andina en el marco del modelo de triple hélice: sector académico, sector productivo y/o servicios (sociedad civil) y público (órganos de gobierno). En ese sentido, una manera de promover la mejora de la cadena de valor de los cultivos de quinua y de amaranto, y presentar una alternativa de uso potencial, es incorporar granos andinos en la formulación de productos no tradicionales con valor agregado. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de sustituir parcialmente HT por harina integral de quinua (HIQ) y harina integral de amaranto (HIA) en el rebozado de nuggets de pota sobre las propiedades físicas, con el potencial de diversificar su uso en la cadena de valor de los cultivos de quinua y de amaranto y, basándonos en ello, dar a conocer la aplicabilidad potencial y fomento del desarrollo sostenible de las regiones altoandinas.

Materiales y métodos

Obtención y acondicionamiento de HIQ, HIA y pota

Fue desarrollada en el laboratorio de ingeniería de la Facultad de Pesquería de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), durante el periodo enero-noviembre 2017. La HIQ y la HIA fueron obtenidas a partir de la molturación de quinua perlada y grano de amaranto, utilizando un molino de rotor de impacto SR 300 Retsch Germany, hasta un tamaño 250 μm . Luego fueron envasadas y almacenadas en un lugar fresco y seco, hasta su uso. Se adquirió 50 kg de manto de pota en el mercado pesquero Villa María del Triunfo, Lima, que fueron transportados en cajas isotérmicas hasta el laboratorio. De inmediato se procedió al desollado, fileteado y almacenado en congelación (-18°C) hasta su utilización. Previo al uso, los filetes fueron sometidos a un tratamiento ácido salino, cuya metodología fue desarrollada y patentada ante el Indecopi (N°2020-1045 A1).

Preparación de la matriz alimentaria

Los filetes de pota fueron descongelados de manera controlada (4°C por 12 horas), y luego troceados, picados y mezclados en los siguientes porcentajes: pulpa de pota 96,5%, sal 2%, almidón de maíz 1%, polifosfato de sodio 0,2%, y especias 0,3%, durante 10 minutos para después ser moldeados y congelados hasta su utilización.

Formulación y preparación del rebozado

Se prepararon cuatro formulaciones F0, F1, F2 y F3, con sustitución del 0%, 10%, 20% y 30% de HT, respectivamente. Constó de lo siguiente: F0 (100% de HT); F1 (90% de HT, 5% de HIQ y 5% de HIA); F2 (80% de HT, 10% de HIQ y 10% de HIA). F3 (70% de HT, 15% de HIQ y 15% HIA), donde HIQ y HIA, en proporción p/p 1:1. Adicionalmente, todas las formulaciones estuvieron constituidas por almidón de maíz 17%, sal 3%, carboximetilcelulosa 0,5%, glutamato monosódico 0,5% y condimentos 0,5%. La preparación del rebozado constó de materia seca y agua 1:1.6 (peso/volumen); se mezcló en una multiprocesadora de alimentos Phillips 650W HR7632, a una velocidad 2 durante 120 segundos. Este fue aplicado directamente a la matriz alimentaria por inmersión manual y cada unidad de producto se dejó escurrir por 30 segundos; a continuación, se aplicó el empanizado y de inmediato fueron sometidas a una prefrutura en una freidora eléctrica Practikapro 2K960 MPO39.05.11, de manera individual (Salvador *et al.*, 2005) en 1,5 litro de aceite de girasol®, a 180°C durante 30 segundos. Todas las muestras se dejaron atemperar durante 15 minutos hasta su respectiva evaluación.

Viscosidad del rebozado

Fue evaluado mediante un reómetro programable RVDV-III Ultra RY82670, EE UU, equipado con Software Rheocalc V3.2 Build 47-1: Reómetro # 1, versión para Windows. La masa de rebozado fue ajustada durante 1 hora hasta 15°C y medida empleando un espín RV5 a una velocidad de penetración de 25 rpm. La unidad muestral fue de 1,5 L, medidos en Pa.s. Cada tratamiento fue realizado por triplicado.

Índice de recubrimiento (IR)

Se midió el porcentaje de aumento en peso de recubrimiento en crudo de nuggets de pota utilizando la ecuación (1) (Silva *et al.*, 2021). La medición se hizo por triplicado.

$$IR(\%) = \frac{\text{Matriz alimentaria con recubrimiento} - \text{matriz sin recubrimiento} \times 100}{\text{Matriz sin recubrimiento}} \quad (1)$$

Pickup

Se midió el porcentaje de aumento en peso de nuggets de pota después de la fritura utilizando la ecuación (2) (Salvador *et al.*, 2005). Cada tratamiento fue realizado por triplicado.

$$Pickup(\%) = \frac{\text{Matriz alimentaria con recubrimiento y frito} - \text{matriz sin recubrimiento y frito} \times 100}{\text{Matriz alimentaria con recubrimiento y frito}} \quad (2)$$

Grasa de la corteza

La corteza de nugget de pota fue separada de la matriz luego del proceso de fritado. Se empleó el método de extracción Soxhlet, AOAC (2005). Cada tratamiento fue realizado por triplicado.

Humedad de la corteza

La corteza fue separada de la matriz luego del proceso de fritado. Se utilizó el método gravimétrico, AOAC (2005). Cada tratamiento fue realizado por triplicado.

Evaluación sensorial

Fue realizada a la mejor formulación mediante la prueba escala hedónica de 9 puntos sobre los atributos: apariencia general, sabor y textura. Donde una puntuación=1 significa “me desagrada muchísimo” hasta una puntuación=9 que significa “me gusta muchísimo”. Participaron 50 jueces no entrenados, consumidores potenciales entre alumnos y personal administrativo de la UNALM.

Análisis químico proximal

Se realizó a la mejor formulación de nugget de pota, según la AOAC (2005), donde se determinó la humedad, grasa, proteína, cenizas y carbohidratos.

Análisis estadístico

Se efectuó un análisis de varianza seguido de la prueba de Fisher (LSD) para un $p < 0,05$ en los datos experimentales usando el software estadístico INFOSTAT. Todos los experimentos se realizaron con tres repeticiones.

Resultados

En la viscosidad aparente hubo una diferencia significativa ($p < 0,05$) entre todas las formulaciones (F0, F1, F2 y F3), según se observa en la Tabla 1: a mayor porcentaje de sustitución, mayor es el valor de la viscosidad. Respecto al índice de recubrimiento (IR), hubo diferencia significativa ($p < 0,05$) entre F3 y las formulaciones F0 y F1; por otro lado, F2 y F3 son estadísticamente iguales. Para el caso de *pickup*, hubo una diferencia significativa entre F3 y las formulaciones F0, F1 y F2, como se muestra en la Tabla 1; mientras que las formulaciones F1 y F2 fueron estadísticamente iguales ($p < 0,05$). Tal como se aprecia en la Tabla 1, hubo diferencia significativa ($p < 0,05$) para la grasa en corteza entre la muestra de control y las formulaciones F1 y F2; por otro lado, no hubo diferencia significativa entre las formulaciones F2 y F3. Para la humedad de corteza, se observó diferencia significativa ($p < 0,05$) entre F3 y las formulaciones F0 y F1, Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros de calidad de rebozado en nuggets de pota.

Formulación (% sustitución)	Viscosidad aparente (Pa.s)	Índice de recubrimiento (%)	Pickup (%)	Grasa cruda de la corteza (%)	Humedad de corteza (%)
F0 = 0	2,005a ± 0,034	30,84a ± 0,60	35,74a ± 0,41	25,47a ± 0,58	24,50a ± 2,14
F1 = 10	2,806b ± 0,021	32,52ab ± 0,56	36,89b ± 0,33	24,33b ± 0,72	27,50ab ± 2,10
F2 = 20	3,353c ± 0,047	33,91bc ± 0,89	37,81b ± 0,68	22,90c ± 0,53	28,24bc ± 1,97
F3 = 30	3,856d ± 0,027	35,38c ± 0,93	39,24c ± 0,84	21,90c ± 0,20	31,31c ± 1,18

Valores promedios ± SD (desviación estándar) seguidas por una misma letra en cada columna significa que no existen diferencias significativas para un $p < 0,05$.

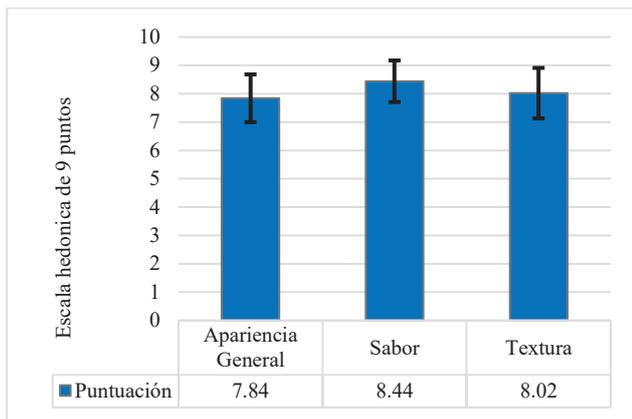


Figura 1. Escala hedónica de aceptabilidad de 9 puntos. Donde una puntuación=1 significa “me desagrada muchísimo” hasta una puntuación=9 que significa “me gusta muchísimo”.

Los resultados revelaron una buena aceptabilidad para nuggets de pota con HIQ y HIA, puntuación=7 de “me gusta bastante” para la apariencia general y puntuación=8 de “me gusta mucho” para sabor y textura (Figura 1). Asimismo, se obtuvo la siguiente composición proximal: proteína 12%; grasa 7,8%; humedad 61,1%; ceniza 2% y carbohidratos 17,1%.

Discusión

Aumentó la viscosidad del rebozado al incrementar la incorporación de HIQ y de HIA. Este efecto podría ser debido a que la HIQ y la HIA incrementan el contenido en proteínas, fibra (Shevkani *et al.*, 2014) y almidón de mejor calidad, en comparación con HT (Al-Sahlany y Al-Musafer, 2020). Al interactuar estos componentes con el agua da paso a la formación del rebozado. Es así que el valor mayor ($F_3=3,856$ Pa.s) y menor ($F_0=2,005$ Pa.s) correspondieron a la máxima sustitución y muestra control, respectivamente. La viscosidad del rebozado es afectada por la formulación de la materia seca (Brannan *et al.*, 2013). Pongsawatmanit, *et al.* (2018) informaron un valor menor (1,160 Pa.s) medido en condiciones similares, 15°.

De acuerdo a los resultados, se observó una relación directa entre el IR y la viscosidad aparente, es decir, si la viscosidad aumenta, entonces aumentará el IR; por tanto, será mayor la cantidad de empanizado unido al sustrato (Salehi, 2018). La presente investigación halló valores de 30,84% a 35,38% de IR. Resultados similares fueron reportados por Nanda, *et al.* (2020): 25,64% y 36,00% de IR para nuggets de pescado (*Priacanthus hamrur*). Gamonpilas *et al.* (2013) informaron 26,47% de IR, lo cual es inferior respecto al presente estudio. Esta diferencia puede verse influenciada por los ingredientes utilizados en la formulación (Yeater *et al.*, 2017) y el nivel de viscosidad de la masa de rebozado, el cual afecta la capacidad para unir la masa de rebozado a la matriz. La importancia del IR radica en que podría servir de protección contra la pérdida de jugosidad y absorción de aceite a la hora de freír.

Aumentó el *pickup* al incrementar el porcentaje de la HIQ y de la HIA en rebozado en el rango de 35,74%-39,24 %. Los resultados son comparables con los valores reportados por Nanda *et al.* (2020): *pickup*=25,64% para nuggets de pescado. Por otro lado, Shan *et al.* (2018) informaron 38,5% y 43,0% de *pickup* para nuggets de carpa plateada; este efecto puede deberse al componente fibra dietaria insoluble, capaz de reforzar la red de proteínas y así mejorar la viscosidad del rebozado, y este al recubrimiento y *pickup* (Brannan *et al.*, 2013). Primo-Martin (2012) observó que la cantidad de masa adherida a la matriz y el *pickup* son parámetros relacionados con la viscosidad del rebozado. Los recubrimientos formados a partir del rebozado empanizado frito proporcionan a los alimentos, textura, sabor, menor pérdida de agua y menor absorción de aceite (Voong *et al.*, 2018).

La grasa de corteza disminuyó al incrementar la HIQ y la HIA; oscilaron entre 25,47-21,9%. (Zeng *et al.*, 2016) informaron una disminución significativa de la grasa de corteza en nuggets de carpa plateada, al aumentar hasta 10% de fibra alimentaria. De manera similar, Shan *et al.* (2018) reportaron valores reducidos de grasa de corteza en nuggets de carpa plateada con incorporación de fibra de soya en el rebozado. Asimismo, Costa *et al.* (2021) obtuvo una absorción menor de aceite en nuggets de pescado en su estudio referente al uso de recubrimientos innovadores sin gluten (harina de coco y de tapioca) en nuggets de pescado. Por otro lado, Tamsen *et al.* (2018) observaron que al incorporar harina de amaranto en todas las capas (recubrimiento) de nuggets de pollo, aumentó la absorción de aceite. En general, el contenido de grasa en productos rebozados empanizados puede verse afectado por la calidad del aceite, temperatura y duración de la fritura, contenido de humedad inicial e ingredientes utilizados (Mousa y Mousa, 2018; Salehi, 2018). De manera similar, Voong *et al.* (2018) reportaron de 33,8% a 49,1% de grasa en corteza para empanizado de colas de langostino. Este efecto es debido al grado de viscosidad del rebozado, que durante el evento de fritado produce un recubrimiento poroso capaz de soltar agua y absorber cantidades mayores de aceite debido a interacciones de transferencia de masa y calor (Nanda *et al.*, 2020; Salehi, 2018).

La humedad en corteza de nuggets de pota aumentaron al incrementar HIQ y HIA en el rebozado, entre 27,5-31,3%. De manera similar, Shan *et al.* (2018) encontraron de 23,7% a 35,8 % de humedad en corteza para nuggets de carpa plateada. De igual manera, Voong *et al.* (2018) reportaron valores entre 23,8-35,3% de humedad en corteza de langostinos blancos. Por otro lado, Zeng *et al.* (2016) informaron valores de humedad de 34,69-36,27% en nuggets de carpa plateada con adición de fibra dietética en la masa de rebozado; este último reporte, a diferencia del resto de trabajos, utilizó mayor cantidad de fibra, pues las muestras de corteza, con un valor menor de grasa,

presentaron a su vez el contenido más alto de humedad (Shan *et al.*, 2018). Este efecto es observado en el presente estudio (ver Tabla 1). Los nuggets de pota con HIQ y HIA mostraron una buena aceptabilidad, similar al producto comercial camarón frito recubierto (Khazaei *et al.*, 2016).

El contenido de proteína para nuggets de pota (12%) fue menor al reportado por Tamsen *et al.* (2018) para nuggets de pollo (23,39%), con harina de amaranto en todas sus capas (rebozado, pasta de pollo). Ello puede ser debido fundamentalmente a la diferencia de matriz alimentaria pollo, además fue reemplazado en mayor porcentaje (50%), en comparación al nugget de pota. El contenido de grasa para nugget de pota (7,8%) fue similar al reportado por Oppong *et al.* (2022) para nuggets de pescado (6,2%), pero fue mucho menor al reportado por Tamsen *et al.* (2018) para nuggets de pollo (27,02%). Este valor es influenciado por el contenido inicial de grasa de la materia prima, ya que, como es sabido, la carne de pota se caracteriza por ser magra, es decir, baja en grasa (Ramírez-Suárez, 2008). Respecto al contenido de humedad para nuggets de pota (61,1%), es mayor a los reportado por Tamsen *et al.* (2018) y Oppong *et al.* (2022), para nuggets de pollo (45,7%) con harina de amaranto y nuggets de pescado (52,3%), respectivamente. Este efecto es posible gracias a que la carne de pota es altamente húmeda 85% (Ramírez-Suárez, 2008). Con referencia al contenido de cenizas, se halló un valor de 2% para nuggets de pota, similar al encontrado por Oppong *et al.* (2022) para nuggets de pescado (2,6%). Por otro lado, valor inferior al reportado por Tamsen *et al.* (2018) para nuggets de pollo (3,98%), con sustitución por harina de amaranto; este último puede verse afectado por el mayor porcentaje de inclusión (50%) de harina de amaranto en todas las capas, debido a que el amaranto es fuente de fibra y, por tanto, de mayor ceniza.

Conclusiones

Se concluye que la inclusión de harina integral de quinua y de amaranto puede mejorar las propiedades físicas del rebozado en nuggets de pota: viscosidad aparente, *pickup*, índice de recubrimiento y contenido de humedad de la corteza. Se logró elaborar nuggets de pota, con inclusión de 30% de harina integral de quinua y de amaranto, con bajo contenido de grasa y buena aceptación sensorial. Los resultados de este estudio demuestran que la mezcla binaria de quinua y amaranto resultaría interesante para el desarrollo de productos tipo nuggets rebozados y empanizados, promoviendo a diversificar el uso en la cadena de valor de los cultivos de quinua y de amaranto. En consecuencia, es necesario realizar mayor investigación que aporte conocimiento en beneficio de las comunidades locales y productoras de estos granos, con el fin de consolidar la propuesta y promover el desarrollo sostenible de los cultivos andinos.

Referencias bibliográficas

- AOAC. (2005). Official Methods of Analysis of AOAC. Gaithersburg
- Al-Sahlany, S. T. y Al-Musafer, A. M. (2020). Effect of substitution percentage of banana peels flour in chemical composition, rheological characteristics of wheat flour and the viability of yeast during dough time. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 19, 87-91. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2018.06.005>.
- Bahmanyar, F., Hosseini, S.M., Mirmoghtadaie, L. y Shojaee-Aliabadi, S. (2020). Effects of replacing soy protein and bread crumb with quinoa and buckwheat flour in functional beef burger formulation. *Meat Science*, (172), 108305. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108305>.
- Brannan, R., Mah, E., Schott, M., Yuan, S., Casher, K.L., Myers, A. y Herrick, C. (2013). Influence of ingredients that reduce oil absorption during immersion frying of battered and breaded foods. *Eur. J. Lipid Sci. Technol*, 116, 240-254. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201200308>.
- Costa, M., Falcão, J., Guimarães, B., Vinicius dos Anjos, M., Souza, A., Magalhães de Viveiros, C., Trevisan, R., Pereira, N., Ventin da Silva, R. y Pasqualin, C. (2021). The impact of innovative gluten-free coatings on the physicochemical, microbiological, and sensory characteristics of fish nuggets. *LWT*, 137, 110409. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110409>.
- Escobar, F., Branca, D. y Haller, A. (2020). Investigación de montaña sobre y para la región andina. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(4), 311-312. <https://doi.org/10.18271/ria.2020.191>.
- Fernández-López, J., Viuda-Martos, M. y Pérez-Alvarez, J.A. (2021). Quinoa and chia products as ingredients for healthier processed meat products: technological strategies for their application and effects on the final product. *Current Opinion in Food Science*, 40, 26-32. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.05.004>.
- Gamonpilas, C., Pongjaruvat, W., Methacanon, P., Seetapan, N., Fuongfuchat, A. y Klaikherd, A. 2013. Effects of cross-linked tapioca starches on batter viscosity and oil absorption in deep-fried breaded chicken strips. *Food Engineering*, 114, 262-268. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.08.008>.
- Jamalluddin, N., Symonds, R.C., Mayes, S., Kuan, W. y Massawe, F. (2021). Diversifying crops for food and nutrition security: A case of vegetable amaranth,

- an ancient climate-smart crop. *Food Security and Nutrition*, 125-146. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820521-1.00006-X>.
- Karamac, M., Gai, F., Longato, E., Meineri, G., Janiak, M.A., Amarowicz, R. y Peiretti, E.G. (2019). Antioxidant activity and phenolic composition of amaranth (*Amaranthus caudatus*) during plant growth. *Antioxidants*, 8 (6), 173. <https://doi.org/10.3390/antiox8060173>.
- Kurek, M., Šćetar, M. y Galić, K. (2017). Edible coatings minimize fat uptake in deep fat fried products. *Food Hydrocolloids*, 71, 225–235. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.05.006>.
- Mousa, R. y Mousa, A. (2018). Simultaneous inhibition of acrylamide and oil uptake in deep fat fried potato strips using gum Arabic-based coating incorporated with antioxidants extracted from spices. *Food Hydrocolloids*, 83, 265-274. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.05.007>.
- Muchekeza, J.T., Jombo, T.Z., Magogo, C., Mugari, A., Manjeru, P. y Manhokwe, S. (2021). Proximate, physico-chemical, functional and sensory properties OF quinoa and amaranth flour AS potential binders in beef sausages. *Food Chemistry*, 365, 130619. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130619>.
- Nanda, C., Chattopadhyay, K., Reddy, R., Javith, MA., Das, SK., Balange, AK., Nayak, BB. y Xavier, KA. (2020). Evaluation of Different Conventional Breeding Materials on Functional Quality Attributes of Battered and Breaded Fish Cutlets. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 29(7), 641-649. <https://doi.org/10.1080/10498850.2020.1786205>.
- Oppong, D., Panpipat, W., Cheong, L.Z. y Chaijan, M. (2022). Rice flour-emulgel as a bifunctional ingredient, stabiliser-cryoprotectant, for formulation of healthier frozen fish nugget. *LWT*, 159, 113241. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113241>.
- Pilco-Quesada, S., Tian, Y., Yang, B., Repo-Carrasco-Valencia, R. y Jukka-Pekka, S. (2020). Effects of germination and kilning on the phenolic compounds and nutritional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Journal of Cereal Science*, 94, 102996. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.102996>.
- Pongsawatmanit, R., Ketjarut, S., Choosuk, P. y Hanucharoenkul, P. (2018). Effect of carboxymethyl cellulose on properties of wheat flour-tapioca starch-based batter and fried, battered chicken product. *Agriculture and Natural Resources*, 52, 565-572. <https://doi.org/10.1016/j.anres.2018.11.025>.
- Primo-Martín, C. (2012). Cross-linking of wheat starch improves the crispness of deep-fried battered food. *Food Hydrocolloids*, 28 (1), 53-58. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.12.002>.
- Ramírez-Suarez, J., Ibarra, L., Pacheco, R., Lugo, ME., Garcia, G. y Carvallo, G. 2008. Physicochemical and functional changes in jumbo squid (*Dosidicus gigas*) mantle muscle during ice storage. *Food Chemistry* 111, 586–591. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.04.024>.
- Salehi, F. (2018). Color changes kinetics during deep fat frying of carrot slice. *Heat Mass Transfer* 54, 3421-3426. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00231-018-2382-7>.
- Salvador, A., Sanz, T. y Fiszman, SM. (2005). Effect of the addition of different ingredients on the characteristics of a batter coating for fried seafood prepared without a pre-frying step. *Food Hydrocolloids*, 19, 703-708. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2004.07.003>.
- Shan, J., Chen, J., Xie, D., Xia, W., Xu, W. y Xiong, YL. (2018). Effect of Xanthan Gum/Soybean Fiber Ratio in the Batter on Oil Absorption and Quality Attributes of Fried Breaded Fish Nuggets. *Food science*, 83(7), 1832-1838. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14199>.
- Sarker, S., Lin, Y.P., Oba, S., Yoshioka, Y., y Hoshikawa, K. (2022). Prospects and potentials of underutilized leafy Amaranths as vegetable use for health-promotion. *Plant Physiology and Biochemistry*, 0981-9428 <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2022.04.011>.
- Shevkani, K., Singh, N., Kaur, A. y Rana, JC. (2014). Physicochemical, Pasting, and Functional Properties of Amaranth Seed Flours: Effects of Lipids Removal. *Food science* 79, 1271-1277. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12493>.
- Silva, M., Leite, J., Barreto, B., Anjos Neves, M., Silva, A., Viveiros, K., Trevisan, R., Costa, N., Silva, R. y Cavalheiro, C. (2021). The impact of innovative gluten-free coatings on the physicochemical, microbiological, and sensory characteristics of fish nuggets. *LWT-Food Science and Technology*, 137, 110409. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110409>.
- Tamsen, M., Shekarchizadeh, H. y Soltanizadeh, N. (2018). Evaluation of wheat flour substitution with amaranth

- flour on chicken nugget properties. *LWT-Food Science and Technology*, 91, 580-587. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.02.001>.
- Thakur, P., Kumar, K., Ahmed, N., Chauhan, D., Eain, QU., Rizvi, H., Jan, S., Singh, TP. y Dhaliwal, HS. (2021). Effect of soaking and germination treatments on nutritional, anti-nutritional, and bioactive properties of amarant. *Current Research in Food Science*, 4, 917-925. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.11.019>.
- Voong, K.Y., Norton, A.G., Mills, T.B. y Norton, I.T. (2018). Characterisation of deep-fried batter and breaded coatings. *Food Structure* 16, 43–49. <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2018.03.002>.
- Walsh, M. (2020). Resilience compromised: Producing vulnerability to climate and market among quinoa producers in Southwestern Bolivia. *Global Environmental Change*, 65, 102165. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102165>.
- Yeater, M., Casco, G., Miller, RK. y Alvarado, CZ. (2017). Comparative evaluation of texture wheat ingredients and soy proteins in the quality and acceptability of emulsified chicken nuggets. *Poultry Science*, 96 (12), 4430-4438. <https://doi.org/10.3382/ps/pex250>.
- Zeng, H., Chen, J., Zhai, J., Wang, H., Xia, W. y Xiong, YL. (2016). Reduction of the fat content of battered and breaded fish balls during deep-fat frying using fermented bamboo shoot dietary fiber. *LWT - Food Science*