

PRODUCCIÓN DE CHUÑO UTILIZANDO PAPA NATIVA DULCE IMILLA NEGRA Y PAPA AMARGA LOCKA BAJO CONDICIONES CONTROLADAS

CHUÑO PRODUCTION USING NATIVE SWEET POTATO IMILLA NEGRA AND BITTER POTATO LOCKA UNDER CONTROLLED CONDITIONS.

Brayyan Arnaldo Calizaya Pari

ba.calizayap@unaj.edu.pe – Universidad Nacional de Juliaca, Facultad de Procesos Industriales
<https://orcid.org/0000-0002-6516-5071>

Huaman Choque, Yessica

y.huamanc@unaj.edu.pe – Universidad Nacional de Juliaca, Facultad de Procesos Industriales
<https://orcid.org/0000-0003-2312-8771>

Olivia Magaly Luque Vilca *

oluque@unaj.edu.pe – Universidad Nacional de Juliaca, Facultad de Procesos Industriales
<https://orcid.org/0000-0002-9000-4624>

* Autor de correspondencia

Recibido: 28/07/2024 **Aceptado:** 31/07/2024 **Publicado:** 31/07/2024

Resumen

En esta investigación se presenta un estudio sobre la producción de chuño utilizando dos variedades de papa nativa como la papa dulce de la variedad Imilla Negra y amarga variedad Locka, bajo condiciones controladas. El proceso tradicional comprende procesos como la congelación y secado de la papa que condiciona la calidad de este producto, además se puede realizar en determinados días con presencia de heladas. La papa fue adquiridas del centro experimental INIA – Puno, las cuales fueron sometidas a los procesos de congelación y secado. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), y se evaluó los parámetros de procesamiento, incluyendo el tiempo y la temperatura. Los resultados muestran que el chuño obtenido de las variedades de papa Imilla Negra y Locka presentaron composición proximal: humedad 10.3 a 11.5 por ciento, cenizas 0.8 a 1.0 por ciento, grasas 0.1 a 0.4 por ciento, fibra 0.5 a 0.6 por ciento, proteínas 1.4 a 1.7 por ciento y carbohidratos 85.7 a 86.1 por ciento. El rendimiento en la elaboración de chuño a partir de variedades de papa Imilla Negra y Locka presentó 22.4 a 24.6 por ciento respectivamente para cada variedad. En conclusión, es posible realizar chuño bajo condiciones controladas, contribuyendo así a la valorización de las papas nativas andinas en la industria alimentaria, que puede ser utilizado para la extracción de almidón.

Palabras claves: Chuño, congelación, secado, rendimiento, papa nativa.

Abstract

This research presents a study on the production of chuño using two native potato varieties, the sweet potato variety Imilla Negra and the bitter potato variety Locka, under controlled conditions. The traditional process includes processes such as freezing and drying of the potato, which conditions the quality of this product, and can also be carried out on certain days with the presence of frost. The potato samples were acquired from the experimental center INIA - Puno, which were subjected to the freezing and drying processes. A Completely Randomized Design (CRD) was used, and the processing parameters were evaluated, including time and temperature during exposure to the sun. The results show that the chuño obtained from Imilla Negra and Locka potato varieties presented proximate composition: moisture 10.3 to 11.5 percent, ash 0.8 to 1.0 percent, fat 0.1 to 0.4 percent, fiber 0.5 to 0.6 percent, protein 1.4 to 1.7 percent and carbohydrates 85.7 to 86.1 percent. Yields in chuño production from Imilla Negra and Locka potato varieties were 22.4 to 24.6 percent, respectively, for each variety. In conclusion, it is possible to make chuño under controlled conditions, thus contributing to the valorization of native Andean potatoes in the food industry, which can be used for starch extraction.

Keywords: Chuño, freezing, drying, yield, native potato.

Introducción

La papa (*Solanum tuberosum*) es un alimento que se consume de forma diaria, y en Perú las variedades de este tubérculo son impresionantes; se distinguen papa dulce y amarga, la última se utiliza para la elaboración de chuño (Mamani, 1981). En los Andes, se utilizaron métodos para la deshidratación de las diferentes variedades de papa con la finalidad de obtener Chuño, este alimento se caracteriza por tener una larga vida útil, buen sabor y por contener nutrientes beneficiosos para la salud del consumidor (Peñarrieta, Salluca, Tejeda, Alvarado, & Bergenstahl, 2011). Los cambios en el contenido a causa de la congelación y secado de la papa para transformarse en chuño, muestran aspectos importantes y de gran interés para investigaciones futuras (Burgos, de Haan, et al., 2009; Peñarrieta, Salluca, Tejeda, Alvarado, & Bergenstahl, 2011) y entusiastas de la gastronomía, lo que lo convierte en un recurso invaluable para la seguridad alimentarias.

La papa Imilla Negra, apreciada por su sabor dulce y su composición única de almidones, presenta un potencial interesante para la producción de chuño. Su dulzura natural podría afectar la textura y el sabor del producto final, ofreciendo una alternativa más gustosa para diversos usos culinarios. Por otro lado, la papa amarga Locka, conocida por su resistencia y adaptabilidad a condiciones climáticas severas, podría aportar cualidades específicas durante el proceso de congelación y secado para la elaboración del chuño, asegurando una mayor estabilidad y calidad del producto.

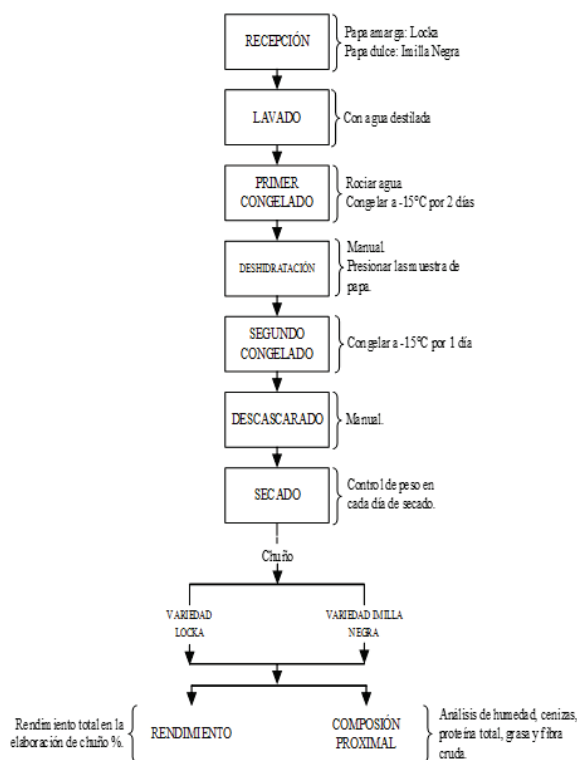
La calidad del chuño puede verse afectada por los procesos de congelación y secado empleados en su elaboración, los cuales dependen tanto de la velocidad como del tiempo de congelación aplicado a las diversas variedades de papa (Ceballos et al., 2012; Feng et al., 2020; Li et al., 2020). Durante estos procesos, la formación de cristales de hielo puede ocasionar la ruptura de las paredes celulares y la consiguiente pérdida de agua (Feng et al., 2020; Qian et al., 2022), que es crucial no solo para entender el impacto de estas técnicas en la calidad nutricional del chuño, sino también para optimizar los procesos de producción y conservación.

Los almidones de la papa y el chuño pueden utilizarse como ingredientes en la elaboración de recubrimientos comestibles debido a sus características clave, como la tasa de respiración, permeabilidad al vapor de agua, propiedades térmicas, reológicas y fisicoquímicas. Estas cualidades aseguran la calidad de los alimentos a los que se aplican. Es crucial destacar la importancia de los almidones de la papa y el chuño, ya que serán objeto de investigación en próximos estudios bajo condiciones controladas en laboratorio (Simková et al., 2013; Yusuph et al., 2003).

Por consiguiente, el objetivo de esta investigación es evaluar la producción de chuño utilizando las variedades nativas de papa dulce Imilla Negra y papa amarga Locka, en condiciones controladas.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Juliaca. Se trabajó con dos variedades de papas nativas, de las cuales una variedad fue papa amarga (Locka) y la otra variedad dulce (Imilla Negra).



Proceso para obtener chuño bajo condiciones controladas

Se utilizó la metodología descrita por Peñarrieta, Salluca, Tejeda, Alvarado, & Bergenstahl (2011) con algunas modificaciones como se describe a continuación:

- Recepción: se pesó la papa dulce y amarga (Imilla Negra y Locka) respectivamente provenientes del centro experimental INIA - Illpa - Puno.
- Lavado: Las variedades de papa (Imilla Negra y Locka) fueron lavadas con agua.
- Primer congelado: las papas lavadas con anterioridad se colocaron en bandejas inoxidable y fueron rociadas con agua para acelerar el congelado, el proceso de congelado se llevó a cabo en un ultracongelador a una temperatura de -15°C durante de 2 días.
- Deshidratación: se realizaron compresiones manuales en las muestras de papa para extraer el agua.
- Segundo congelado: después de extraer el agua de las muestras de papa, se procedió a realizar un segundo congelamiento a una temperatura de -15°C durante un día.
- Descascarado: Luego de terminar el proceso del

segundo congelado, se procedió a quitar la cáscara de forma manual.

- Secado: Las muestras de papa de las variedades Imilla Negra y Locka fueron colocadas en bandejas de plástico, el secado se realizó a temperatura ambiente.
- Almacenamiento: Las muestras de chuño se almacenaron en bolsas herméticas para su análisis correspondiente.

Composición proximal

Para la determinación de la composición proximal se utilizaron los métodos oficiales (AOAC, 2005), el contenido de humedad (950.46), contenido de proteína (984.13), contenido de fibra cruda (962.09), contenido de cenizas (942.05), contenido de grasa (203.05) y el contenido de carbohidratos por diferencia.

Rendimiento total en la elaboración de chuño %.

Para la determinación del rendimiento de elaboración de chuño a partir de las variedades de papa dulce (Imilla) y amarga (Locka) se utilizó la siguiente fórmula (1):

$$\text{Rendimiento\%} = \left(\frac{\text{Cantidad de chuño Kg} * 100}{\text{Cantidad de papa Kg}} \right) \quad (1)$$

Resultados y discusiones

En la figura 1 se muestra la papa amarga variedad Locka junto con su correspondiente chuño obtenido en la presente investigación. De manera similar, la figura 2 muestra la papa dulce variedad Imilla Negra y su respectivo chuño.

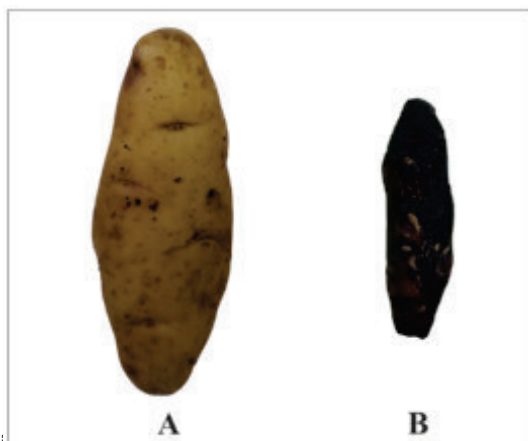


Fig. 1. Muestra de la papa amarga variedad Locka y su respectivo chuño.

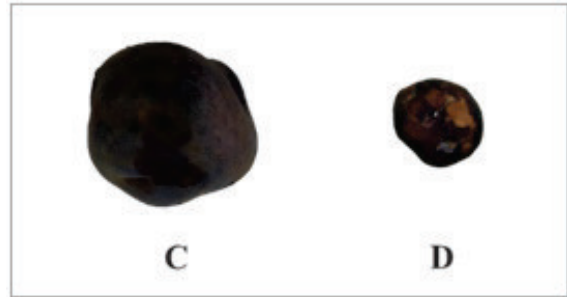


Fig. 2. Muestra de la papa dulce variedad Imilla Negra y su respectivo chuño.

Composición proximal

La composición proximal del chuño de las variedades de papa Imilla Negra y Locka se presentan en la tabla 1.

Tabla 1

Composición proximal de la papa y chuño

Muestra	Humedad %	Cenizas %	Grasa %	Fibra %	Proteínas %	Carbohidratos %
Papa variedad Locka	70.6 ± 0.42 ^b	4.9 ± 0.20 ^b	0.9 ± 0.01 ^a	3.2 ± 0.01	8.2 ± 0.11 ^b	12.2 ± 0.47 ^b
Papa variedad Imilla Negra	74.2 ± 0.50 ^a	5.2 ± 0.12 ^a	1.2 ± 0.04 ^a	3.8 ± 0.11 ^a	9.2 ± 0.21 ^a	6.4 ± 0.86 ^c
Chuño variedad Locka	10.3 ± 0.21 ^d	1.0 ± 0.03 ^c	0.4 ± 0.38 ^b	0.6 ± 0.04 ^c	1.7 ± 0.01 ^c	86.1 ± 0.47 ^a
Chuño variedad Imilla Negra	11.5 ± 0.11 ^c	0.8 ± 0.03 ^c	0.1 ± 0.00 ^b	0.5 ± 0.03 ^c	1.4 ± 0.03 ^d	85.7 ± 0.16 ^a

Las letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas, según LSD de Fisher ($p < 0.05$).

El análisis de varianza de la composición proximal como humedad, cenizas, grasa, fibra, proteínas y carbohidratos mostro diferencia significativa respecto a la papa y chuño de las variedades Imilla Negra y Locka.

El contenido de humedad en las muestras de papa y chuño las cuales oscilaron entre 10.3 a 74.2 por ciento. Se reportan valores de humedad de muestras de chuño que se oscilan entre 14 a 20 por ciento según (Laboratorio de Bioquímica Nutricional, 1984; MINSAINSCENAN, 1996; Peñarrieta, Salluca, Tejada, Alvarado, & Bergenstahl, 2011; Zorn & Lieberman, 2010). Quispe (2009), reporto 12.45 por ciento de humedad para harina de chuño blanco y 12.63 por ciento de humedad (Allca & Sierra, 2022). Así mismos valores de humedad en harina de tunta y chuño oscilaron entre 8.82 y 7.80 % respectivamente (Chilon & Mamani, 2019). Las bajas humedades que se reportan en muestras de chuño se deben a los procesos de deshidratación a los que son sometidos, luego del secado la papa puede perder hasta el 85% del agua (NTP, 2007). Las papas luego del proceso de secado se convierten en chuño o tunta según sea el caso, se recomienda que las harinas de tunta deben de contener 16 por ciento de humedad como máximo y

el chuño un 14 por ciento (Fonseca & Ordinola, 2017; N. Quispe, 2009). Kallpa Foods S.A.C, (n.d.); Rea & Vacher, (1992) mencionan que tanto la tunta como el chuño tienen que contener bajo porcentaje de humedad menor al 12 por ciento, esta afirmación se sustenta porque el proceso para obtener chuño está relacionado con el secado al sol, así mismo se evita el crecimiento de microorganismos y la vida útil se alarga significativamente. Porcentajes bajos de humedad en muestras de harina de papa oscilaron entre 10.92 por ciento (Ceron et al., 2014); la diferencia en los porcentajes de humedad se debe a los factores como el almacenamiento de dichas muestras, clima, postcosecha, procedencia, entre otros (Bonierbale et al., 2004).

El contenido de cenizas en las muestras de papa y chuño las cuales oscilaron entre 0.8 a 5.2 por ciento. Se reportan valores de cenizas que oscilan entre 2 a 3 por ciento (Laboratorio de Bioquímica Nutricional, 1984; MINSA-INS-CENAN, 1996; E. M. Quispe, 2007). Para harina de tunta y chuño el porcentaje de cenizas se encontró entre 0.33 y 1.01 por ciento (Chilon & Mamani, 2019). Riveros (2009) reportó 2.03 y 0.36 por ciento de ceniza para harina de chuño y tunta respectivamente. El porcentaje de ceniza puede ser diferente a causa del uso de fertilizantes en variedades de papa amarga porque como sabemos la ceniza es un componente fisicoquímico, entonces al utilizar fertilizantes los nutrientes de la papa pueden variar en especial los minerales (Gichuhi et al., 2014). Córdova (2014) reporta 0.3 por ciento de ceniza para harina de papa, menciona que existen diferencia a causa del suelo en donde se realizó el cultivo, materia orgánica, y de igual forma esto afecta el porcentaje de nutrientes. El contenido de proteínas en las muestras de papa y chuño las cuales oscilaron entre 1.4 a 9.2 por ciento. Se reporta valores de proteína que oscilan entre 0.6 a 4.5 por ciento (Burgos et al., 2009; Horkheimer, 2004; Laboratorio de Bioquímica Nutricional, 1984; Quispe, 2007; Woolfe, 1987). Por otra parte, Chilon & Mamani (2019) reporta 1.48 y 1.82 por ciento de proteína para harina de tunta y chuño respectivamente. Según Reyes et al. (2017) el contenido de proteínas para harina de tunta y chuño fue de 1.9 y 4.0 por ciento donde el porcentaje de la segunda muestra es significativamente mayor. Se recomienda que el porcentaje de proteína sea menor para que la absorción de humedad sea menor; por otra parte, para muestras de harina de papa se reportan valores de 1.63 por ciento de proteína (Ceron et al., 2014; Kamal et al., 2014). Así mismo 1.91 y 1.43 por ciento de proteína para harinas de papa (Quispe, 2009).

El contenido de grasas en las muestras de papa y chuño las cuales oscilaron entre 0.1 a 1.2 por ciento. Se reportan valores de 0.2 a 1.5 por ciento de grasa (Horkheimer, 2004; Laboratorio de Bioquímica Nutricional, 1984; MINSA-INS-CENAN, 1996; Quispe, 2007). Para harina de chuño 0.31 por ciento (Allca & Sierra, 2022). Así mismo porcentaje de proteína que oscilan entre 0.02 y 0.12 por ciento para chuño y tunta respectivamente, este componente se relaciona con el contenido de carbohidratos donde la grasa presenta menores valores si la cantidad de carbohidratos es mayor (Chilon & Mamani, 2019). Reyes et al. (2017)

reportan valores de grasa entre 0.5 a 0.2 por ciento para tunta y chuño respectivamente. Por otra parte, para papas amargas que se utilizaron para la elaboración de chuño el contenido de proteínas oscilo entre 0.2 y 0.39 por ciento (Riveros, 2009).

El contenido de fibra en las muestras de papa y chuño las cuales oscilaron entre 0.5 a 3.8 por ciento. Se reportan valor de fibra de 2.5 por ciento (Horkheimer, 2004). Por otra parte, 0.83 y 0.51 por ciento de fibra en muestras de tunta y chuño respectivamente, el porcentaje de fibra se relaciona con el refinamiento (Chilon & Mamani, 2019). Quispe (2009) reporta 0.83 por ciento de fibra para harina de papa.

El contenido de carbohidratos en las muestras de papa y chuño las cuales oscilaron entre 6.4 a 86.1 por ciento. Se reportan valores de carbohidratos que oscilan entre 88.84 para muestras de chuño y tunta (Chilon & Mamani, 2019), los resultados obtenidos en la presente investigación y los reportados por otras fuentes son mayores en comparación con Reyes et al, (2017) quienes reportan valores entre 77.7 y 79.4 por ciento para muestra de chuño siendo estos menores. Fonseca & Ordinola (2017) reporta 80 por ciento de carbohidratos para tunta y chuño; estos valores también son semejantes a Riveros (2009) quienes reportan 80.15 y 83.23 por ciento carbohidratos para harinas de chuño y tunta respectivamente. Así mismo, Quispe (2009) reporta valores de carbohidratos que oscilan entre 84.28 y 80.15 para harina de papa Imilla Negra y harina de chuño respectivamente. Por otra parte, se reportan valores de 73.13, 72.33 y 75.30 por ciento para harinas de papa (Escobar & Verela, 2008; Ramesh & Rakesh, 2008; Zambrano & Quintero, 2011), estos valores son menores en comparación a las harinas de chuño y tunta porque en el proceso para elaborar chuño o tunta se pierde mucha agua a causa del secado por lo tanto el contenido de nutrientes se altera; así mismo existe diferencia a causa de la variedad, clima entre otras características (Zorn & Sue, 2004).

La exposición de las variedades de papas nativas a bajas temperaturas durante la noche y altas temperaturas durante el día se considera una técnica muy importante para obtener chuño, sin embargo, estas temperaturas ya sean altas o bajas, no son constantes en el tiempo, es por ello que una alternativa para mantener la temperatura de congelación de forma constante es el uso de equipos como las congeladoras, así mismo buscar métodos para extraer el agua que no comprometan la inocuidad del producto final, porque de forma tradicional se tiene que pisar las papas descongeladas para poder extraer el agua (Christiansen, 1967).

Las características fisicoquímicas de las papas y chuño son muy diferentes, especialmente resalta el porcentaje de agua que se pierde durante la deshidratación de la papa para poder obtener chuño, esto se debe a que los cristales de hielo formados originan el rompimiento y alejamiento de las paredes citológicas, causando la pérdida de la distribución física de los tejidos de la papa, proporcionando el traslado del agua Qian et al. (2022); y haciendo posible la extracción del agua, y la pérdida de algunos compuestos nutricionales

(Ando et al., 2019; Chassagne-Berces et al., 2010).

Rendimiento total en la elaboración de chuño

El rendimiento en la elaboración de chuño a partir de las papas nativas Imilla Negra y Locka se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2

Rendimiento total en la elaboración de chuño.

	Papa variedad Imilla Negra	Papa variedad Locka
Peso inicial de papa (Kg)	10.01 ± 0.01	10.01 ± 0.01
Peso final de chuño (Kg)	2.24 ± 0.05	2.46 ± 0.05
Peso perdido (cáscara, agua, otros) (Kg)	7.77 ± 0.06	7.55 ± 0.04
Rendimiento %	22.4 ± 0.52 ^b	24.6 ± 0.49 ^a

Las letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas, según LSD de Fisher ($p < 0.05$).

Respecto al análisis de varianza para el rendimiento total en la elaboración de chuño, se muestra que existe diferencia significativa.

Los porcentajes de rendimiento de chuño Imilla Negra y chuño Locka oscilaron entre 22.4 a 24.6 por ciento. Se reportan rendimientos de elaboración de chuño a partir de variedades de papa como Chiara imilla, Huyacha paceña, Capiro y Wuila imilla que oscilaron entre 24.18, 24.18, 20.09 y 20.09 por ciento respectivamente, el proceso para la elaboración de chuño fue de forma tradicional utilizando, además la temperatura de congelación oscilo entre -3 a -9.7 °C (Riveros, 2009).

Durante la transformación de papa a chuño, la humedad va disminuyendo de forma significativa, los procesos de congelación y descongelación dañan los tejidos de las distintas variedades de papa, luego de descongelar la papa, el agua se eliminar presionando dicho alimento, un atributo muy importante del chuño es que contiene un porcentaje de humedad muy bajo, es por esta razón que la deshidratación es un método muy importante para poder conservar los alimentos durante más tiempo (Peñarrieta, Salluca, Tejeda, Alvarado, & Bergenstahl, 2011). En este sentido el rendimiento en la elaboración de chuño se relaciona con la cantidad de agua que disminuye en los procesos de descongelación y secado, dichos procesos son muy importantes para obtener un producto con baja humedad como se mostró en la Tabla 2 de la presente investigación, donde el contenido de humedad del chuño oscilo entre 10.3 a 11.5 por ciento.

Conclusiones

La elaboración de chuño bajo condiciones controladas a partir de las variedades de papa Imilla Negra y Locka presentó diferencias significativas en su composición proximal y rendimiento. Las etapas de congelado y

secado en el proceso de elaboración de chuño son importantes porque logran disminuir el contenido de agua en la papa, en este sentido la papa liofilizada o chuño al presentar un bajo contenido de humedad puede ser almacenada durante mucho tiempo. Las condiciones de procesamiento aseguran la calidad del chuño.

Agradecimientos

Se agradece a la Universidad Nacional de Juliaca.

Referencias bibliográficas

- Allca, V., & Sierra, J. (2022). Isoterma de adsorción, propiedades funcionales y vida útil de la harina de chuño blanco de papa andina ccompis (*Solanum tuberosum*) proveniente de la Comunidad de Mollocco – Antabamba. *Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímcas*.
- Ando, Y., Hagiwara, S., Nabetani, H., Sotome, I., Okunishi, T., Okadome, H., Orikasa, T., & Tagawa, A. (2019). Effects of prefreezing on the drying characteristics, structural formation and mechanical properties of microwave-vacuum dried apple. *Journal of Food Engineering*, 244, 170–177. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.09.026>
- A.O.A.C. (2005). (Association of Official Analytical Chemist, US). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemis*.
- Bonierbale, M., Amoros, W., Mihovilovich, E., & Gomez, R. (2004). Recursos Genéticos de la papa: don del pasado, legado para el futuro. *Suplemento Revista Latinoamericana de La Papa*, 63, 1–12.
- Burgos, G., de Haan, S., Salas, E., & Bonierbale, M. (2009). Protein, iron, zinc and calcium concentrations of potatoes following traditional processing as “chuño.” *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(6), 617–619. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.09.001>
- Burgos, G., Haan, S., Salas, E., & Bonierbale, M. (2009). Protein, iron, zinc, calcium concentrations of potatoes following traditional processing as “chuño.” *Journal of Food Composition and Analysis*.
- Ceballos, A. M., Giraldo, G. I., & Orrego, C. E. (2012). Effect of freezing rate on quality parameters of freeze dried soursop fruit pulp. *Journal of Food Engineering*, 111(2), 360–365. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.02.010>
- Ceron, A., Bucheli, M., & Osorio, O. (2014). Elaboración de galletas a base de harina de papa de la variedad Parda Pastusa (*Solanum tuberosum*). *Acta Agronómica*, 63, 1–12.
- Chassagne-Berces, S., Fonseca, F., Citeau, M., & Marin, M. (2010). Freezing protocol effect on quality properties of fruit tissue according to

- the fruit, the variety and the stage of maturity. *LWT - Food Science and Technology*, 43(9), 1 4 4 1 – 1 4 4 9 .
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.04.004>
- Chilon, F., & Mamani, R. (2019). Caracterización de las propiedades tecnofuncionales del almidón total y cuantificación del almidón resistente de tunta y chuño. *Tesis, Universidad Peruana Unión*.
- Christiansen, J. (1967). El cultivo de la papa en el Peru. *Lima (Peru): Ed. Jurídica*, 351.
- Córdova, V. (2014). Estudio de los aportes funcionales de la papa (*Solanum tuberosum*) y desarrollo de los productos alimenticios (tesis de pregrado). *Universidad de Las Américas. Chile*.
- Escobar, A., & Verela, J. (2008). Aprovechamiento de la harina de papa criolla (*Solanum phureja*) como sustituto parcial de la sémola de trigo en la formulación y elaboración de una pasta alimenticia tipo Spaghetti (tesis de pregrado). *Universidad de La Salle, Bogotá*.
- Feng, Y., Ping Tan, C., Zhou, C., Yagoub, A. E. A., Xu, B., Sun, Y., Ma, H., Xu, X., & Yu, X. (2020). Effect of freeze-thaw cycles pretreatment on the vacuum freeze-drying process and physicochemical properties of the dried garlic slices. *Food Chemistry*, 324, 126883. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126883>
- Fonseca, C., & Ordinola, M. (2017). Promoting innovations in the peruvian altiplano the case of tunta, an ancestral product. *International Society for Tropical Root Crops (ISTRIC)*, 58–64.
- Gichuhi, P. N., Kpombrekou-A, K., & Bovell-Benjamin, A. C. (2014). Nutritional and physical properties of organic Beauregard sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.)] as influenced by broiler litter application rate. *Food Science & Nutrition*, 2(4), 332–340. <https://doi.org/10.1002/fsn3.108>
- Horkheimer, H. (2004). Alimentación y obtención de Alimentos en el Perú prehispánico. *Lima, Perú: Instituto Nacional de Cultura INC.*
- Kallpa Foods S.A.C. (n.d.). Retrieved October 24, 2 0 2 3 , f r o m <http://www.kallpafoods.com.pe/pdf/harina-de-chuno.pdf>
- Kamal, M., Islam, M., & Aziz, M. (2014). Effect of sweet potato flour of two local varieties on quality of breads. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 11(2), 301–306. <https://doi.org/10.3329/jbau.v11i2.19929>
- Laboratorio de Bioquímica Nutricional, M. de P. S. y S. P. (1984). Bolivian tables of food composition. *La Paz, Bolivia*.
- Li, D., Zhao, H., Muhammad, A. I., Song, L., Guo, M., & Liu, D. (2020). The comparison of ultrasound-assisted thawing, air thawing and water immersion thawing on the quality of slow/fast freezing bighead carp (*Aristichthys nobilis*) filets. *Food Chemistry*, 320, 126614. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126614>
- Mamani, M. (1981). *El Chuño: preparación, usu, almacenamiento. En La Tecnología en el mundo andino, editado por Heather Lechtman y Ana María Soldi*. Universidad Autónoma de México, México, D.F.
- MINSA-INS-CENAN. (1996). Peruvian tables of food composition. *Lima, Perú*.
- Norma Técnica Peruana [NTP]. (2007). *Papa deshidratada tuna: Requisitos y definiciones*.
- Peñarrieta, J. M., Salluca, T., Tejada, L., Alvarado, J. A., & Bergenstahl, B. (2011). Changes in phenolic antioxidants during chuño production (traditional Andean freeze and sun-dried potato). *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(4–5), 580–587. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.10.006>
- Peñarrieta, J. M., Salluca, T., Tejada, L., Alvarado, J. A., & Bergenstahl, B. (2011). Changes in phenolic antioxidants during chuño production (traditional Andean freeze and sun-dried potato). *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(4–5), 5 8 0 – 5 8 7 . <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.10.006>
- Qian, S., Hu, F., Mehmood, W., Li, X., Zhang, C., & Blecker, C. (2022). The rise of thawing drip: Freezing rate effects on ice crystallization and myowater dynamics changes. *Food Chemistry*, 373, 131461. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131461>
- Quispe, E. M. (2007). Estudio del proceso crioscópico y la oxidación enzimática en la *Solanum tuberosum* ssp. (papa Sany imilla) durante la elaboración de chuño. *Tesis Facultad Técnica. Universidad Mayor de San Andrés–UMSA. La Paz-Bolivia*.
- Quispe, N. (2009). *Desarrollo de un producto alimenticio por mezclas de harinas de chuño y trigo para el ayllu maiasaya muilli*. Bolivia: Universidad Mayor de San Simon.
- Ramesh, Y., & Rakesh, K. (2008). Functional properties of potato flour and its role in product development. *Food – Global Science Books*, 105–112.
- Rea, J., & Vacher, J. (1992). La papa amarga. I mesa redonda: Perú - Bolivia, La Paz 7 – 8 mayo 1991. *ORSTOM*, 111.
- Reyes, M., Gomez-Sanchez, I., & Espinoza, C. (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos*.
- Riveros, M. (2009a). Elaboración de chuño a partir de cuatro variedades de papa bajo diferentes tratamientos de aplicación de agua (tesis de pregrado). *Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia*.
- Riveros, Miguel. (2009b). Elaboración de chuño a partir de cuatro variedades de papa bajo diferentes tratamientos de aplicación de agua. *Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía*, 1–70. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/15616/1/1278.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Šimková, D., Lachman, J., Hamouz, K., & Vokál, B. (2013). Effect of cultivar, location and year on total starch, amylose, phosphorus content and starch grain size of high starch potato cultivars for food and industrial processing. *Food Chemistry*, 141(4), 3872–3880.

- <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.080>
- Woolfe, J. A. (1987). *The Potato in the Human Diet*. Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511753435>
- Yusuph, M., Tester, R. F., Ansell, R., & Snape, C. E. (2003). Composition and properties of starches extracted from tubers of different potato varieties grown under the same environmental conditions. *Food Chemistry*, 82(2), 283–289.
[https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00549-6](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00549-6)
- Zambrano, J., & Quintero, M. (2011). Proceso de obtención de una harina de cidra papa (*Sechium edule*) y su caracterización físico-química (tesis de pregrado). *Universidad Del Valle, Santiago de Cali, Colombia*.
- Zorn, E., & Lieberman, L. S. (2010). Freeze Dried but Always Peeled: Biocultural Approaches to Food Processing, Preparation and Consumption of the Andean Potato. In Stanford, L (ed) *Globalizing Food in the Americas. Anthropological Perspectives on the Political Economy, Forms of Resistance and Negotiation of Identities through Food*. Berg Publishers: Oxford, UK.
- Zorn, E., & Sue, L. (2004). *Freeze-dried but Always Peeled: Anthropological Approaches to Food Processing, Preparation, and Consumption of the Andean Potato*. 1–7.