

CINÉTICA DE LA DEGRADACIÓN DE BETALAINAS Y FENOLES TOTALES DURANTE LA COCCIÓN DE LA QUINUA (*Chenopodium quinoa*)

KINETIC BETALAINS DEGRADATION AND TOTAL PHENOLS DURING COOKING QUINOA (*Chenopodium quinoa*)

Díaz Rojas Gleny Liset¹
Mendoza Llamo Edy Joseph²
Vidaurre Ruiz Julio Mauricio³

Fecha de recepción: 17 mayo 2015

Fecha de aceptación: 20 de setiembre 2015

Resumen

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es una planta amarantácea que ha sido reconocida por siglos como un importante cultivo alimenticio en los Andes de Sudamérica. Sus granos son altamente nutritivos con una importante cantidad de proteínas y compuestos bioactivos superando en valor biológico a los tradicionales granos de cereales. Para poder consumir este grano, este debe ser sometido a diferentes procesos, como: Lavado, secado y cocción. Aun cuando la cocción influye en la digestibilidad de los alimentos y la biodisponibilidad de los nutrientes, el proceso de cocción, afecta el contenido de compuestos bioactivos, desconociéndose que cantidad de estos compuestos son realmente consumidos. Es por ello que el objetivo del trabajo será evaluar la degradación de fenoles totales y pigmentos betalámicos en cada etapa del procesamiento de las quinuas, así como también se evaluará la cinética de la degradación de betalainas y fenoles totales durante el proceso de cocción en 5, 10, 15, 20, 25 y 30 minutos, considerando la ganancia de humedad en los granos de quinua y la ganancia de pigmentos en el agua de cocción. Se trabajará con quinuas de la variedad pasankalla (roja) y collana (negra) proporcionadas por la Dirección Regional de Agricultura de Cajamarca. Con el estudio se pretende averiguar si es que existen pérdidas significativas de los compuestos bioactivos durante el procesamiento de los granos de quinuas.

Palabras clave: *Quinua, fenoles, betalainas, cinética*

Abstract

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Is a amarantácea plant that has been recognized for centuries as an important food crop in the Andes of South America. Its grains are highly nutritious with a significant amount of proteins and bioactive compounds in biological value surpassing traditional cereal grains. To consume this grain, it must be subjected to various processes, such as: washing, drying and firing. While cooking influences the feed digestibility and bioavailability of nutrients, the cooking process, affects the content of bioactive compounds, unknown amount of these compounds that are actually consumed. That is why the objective of this study is to evaluate the degradation of phenols and pigments betalámicos at each stage of processing quinoa, as well as the kinetics of degradation and total phenols betalains will also be evaluated during the cooking process at 5, 10, 15, 20, 25 and 30 minutes, considering the gain of moisture in the grains of quinoa and gain pigments in

¹ Adscrito Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior. Ingeniería Arquitectura y Urbanismo. Egresado. Universidad Señor de Sipán. Chiclayo. Lambayeque. Perú. drojasglis@crece.uss.edu.pe.

² Adscrito Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior. Ingeniería Arquitectura y Urbanismo. Egresado. Universidad Señor de Sipán. Chiclayo. Lambayeque. Perú. mllamoed@crece.uss.edu.pe.

³ Adscrito Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo. Magister. Universidad Señor de Sipán. Lambayeque. Perú. vidaurrejm@gmail.com

the cooking water. It will work with the pasankalla quinoa (red) and collana variety (black) provided by the Regional Directorate of Agriculture Cajamarca. With the study is to find out if there are significant losses of bioactive compounds during processing of quinoa grains.

Keywords: *Phenols, saponin, betalains, antioxidants, kinetics*

1. Introducción

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) conocida por su excepcional valor nutritivo y potenciales beneficios para la salud. Actualmente existe el interés en el estudio de alimentos con un alto valor nutricional, contenido de antioxidantes naturales, como los compuestos fenólicos ampliamente distribuidos en la naturaleza y cuyo consumo se ha asociado con una disminución en la aparición de enfermedades. Según Palermo (2014), señala artículos en el cual evalúan como afecta a los compuestos fenólicos en el proceso de cocción, (Massaretto, 2011) reportaron grandes pérdidas (más del 50%) de compuesto fenólicos, (Dini, 2009) reportaron pérdidas menores (menos de 50%) de compuestos fenólicos. La pérdida de compuestos fenólicos es proporcional al tiempo de ebullición y la cantidad de agua. (Podsędek, 2008).

El consumo de la quinua necesita de una cocción previa, ocasionando pérdidas en el valor nutricional. Aun cuando la cocción permita asegurar la inocuidad, resultado de la destrucción de los microorganismos y la inactivación de los factores anti-nutricionales, siempre y cuando las condiciones posteriores a esto se encuentren también controladas. Aun cuando la cocción influye en la digestibilidad de los alimentos y la biodisponibilidad de los nutrientes, también lo hace sobre la estabilidad de sus propiedades, afectando el contenido de betalainas y compuestos bioactivos como fenoles totales.

Como objetivo de esta investigación fue evaluar la cinética de la degradación de betalaína y fenoles totales durante la cocción de la quinua. Ya que hoy en día el consumo de quinua es cada vez más popular entre las personas interesadas en la mejora y el mantenimiento de su estado de salud mediante el cambio de los hábitos alimenticios, ya que es un excelente ejemplo de “alimento funcional” (que contribuye a reducir el riesgo de varias enfermedades y/o ejerciendo promoción de la salud). Este alimento, por sus características nutricionales superiores, puede ser muy útil en las etapas de desarrollo y crecimiento del organismo. Además, es fácil de digerir, no contiene colesterol y se presta para la preparación de dietas completas y balanceadas. Los compuestos fenólicos han sido completamente investigados en la última década con el fin de evaluar sus propiedades beneficiosas para la salud. *Repo-Carrasco* (2014).

2. Materiales y Métodos:

Las semillas de *Quinuas* empleadas para la degradación de betalainas y fenoles, fueron procedentes de la ciudad de Cajamarca-Perú, utilizando para la lectura de los resultados el Espectrofotómetro Uv-Visible; para obtener los resultados de la degradación los granos se sometieron a varios tiempos de cocción (5,10,15,20,25 y 30 minutos) determinando que se pierde entre 40 y 50% de los compuestos fenólicos al momento de lavar la quinua, mientras que la pérdida de compuestos fenólicos durante el proceso de secado no fueron significativas; caso contrario fue durante el proceso de cocción ya que se pueden perder cerca del 50% de compuestos fenólicos. Para el caso de los pigmentos de las quinuas (betalaínas), sólo se evidencian pérdidas aproximadas del 70% durante el proceso de cocción. En la figura 1 se muestra el diagrama de flujo para determinar la degradación de estos compuestos.

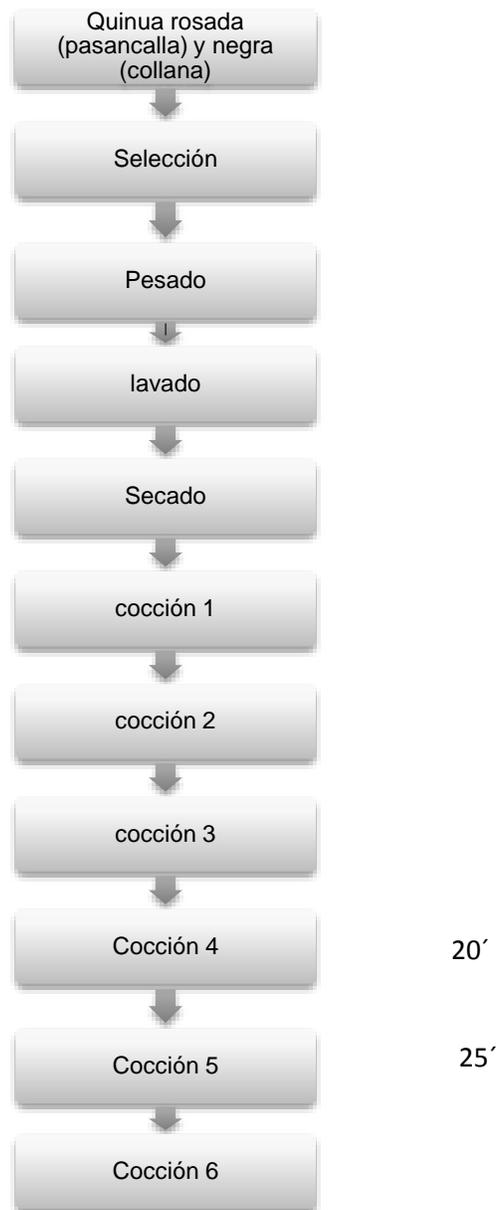


Figura 1

Diagrama de flujo para el proceso de las quinuas rosada (pasancalla), negra (collana).

Fuente: *Elaboración propia.*

El lavado de los granos de quinuas se realizó por 4 veces consecutivas. El secado se realizó a 70 °C hasta obtener una humedad de 12 %. En el proceso de cocción se aplicó diferentes temperaturas para evaluar a que temperatura se produce la mayor degradación de las betalainas

Determinación de fenoles totales: El método espectrofotométrico desarrollado por Folin-Ciocalteu, para la determinación de fenoles totales, se fundamenta en su carácter reductor y es el más empleado. Se utiliza como reactivo una mezcla de ácidos fosfowolfrámico y fosfomolibdico en medio básico, que se reducen al oxidar los compuestos fenólicos, originando óxidos azules de wolframio (W 8 O

23) y molibdeno (Mo 8 O 23). La absorbancia del color azul desarrollado se mide a 765 nm. Los resultados se expresan en mg de ácido gálico por 100g de pulpa de frutos. (Skerget M, 2005).

Determinación de betalainas: El método para los estudios de betalainas se realizó triturando la quinua y adicionar 40 mL de metanol al 80 % (v/v), filtrar a través de gasa colectando el filtrado en un matraz aforado de 50 mL y llevar al aforo con metanol al 80%. Tomar 10 mL y centrifugar a 3000 rpm por 10 min, recuperar el sobrenadante y filtrar; luego obtener los resultados en el espectrofotómetro determinando el contenido de betacianinas y betaxantinas midiendo la absorbancia a 536 y 476 nm, respectivamente. Emplear como blanco la solución de metanol al 80%. Realizar las diluciones pertinentes para que el valor de absorbancia sea inferior a 0.6 unidades. Para la conversión de las unidades de absorbancia en unidades de concentración utilizar la siguiente expresión:

$$B \text{ (mg/g)} = \frac{A \times Fd \times PM \times V}{e \times P \times L} \quad \text{(Ecuación 01)}$$

Dónde:

B = contenido de betacianinas o betaxantinas, A = absorbancia a 538 nm para betacianinas y 483 nm para betaxantina., Fd = factor de dilución al momento de leer en el espectrofotómetro, PM = peso molecular (Betanina = 550 g/mol o Indicaxantina = 308 g/mol), V = volumen del extracto, e = coeficiente de extinción molar (60,000L/mol.cm para betaninas, 4,8000L/mol.cm para betaxantinas) L = longitud de la celda (1 cm), P = peso de muestra (g).

Evaluación de la cinética de la degradación a través de pruebas fisicoquímicas: A través de graficos de dispersión de la concentración de compuestos fenoles totales (mg/100 ml) versus el tiempo. Mediante las estadísticas de regresión lineal simple se determinará el orden de reacción para la degradación de compuestos fenoles totales. Conociendo el orden de reacción de los compuestos fenoles, se determinará la constante de velocidad a las temperaturas de cocción. Obteniendo los datos se realizará un seguimiento al contenido de compuestos fenoles totales de la quinua a temperatura de 70, 80 y 90°C. Los resultados obtenidos se evaluarán con un análisis de varianza (ANOVA) utilizando un diseño estadístico de bloques completamente al azar (DBCA). Donde los factores a bloquear serán los diferentes tiempos y temperatura de almacenamiento.

Análisis estadístico e interpretación de los datos: Se realizó un seguimiento al contenido de compuestos fenoles totales de la cocción de la quinua a las temperatura de 5, 10,15, 20, 25 y 30 °C. Los resultados obtenidos se evaluarán con un análisis de varianza (ANOVA) utilizando un diseño estadístico de bloques completamente al azar (DBCA). Donde los factores a bloquear serán diferentes tiempos y temperatura de almacenamiento. Tabla 1.

Tabla 1.
Diseño estadístico de bloques completamente al azar.

Tiempo	T° (100 °C)
T' = 1	Y 1,1
T' = 2	Y 2,1
T' = 3	Y 3,1
T' = 4	Y 4,1
T' = 5	Y 5,1
T' = 6	Y 6,1
T' = 7	Y 7,1
T' = 8	Y 8,1
T' = 9	Y 9,1
T' = 10	Y 10,1

Fuente: *Elaboración Propia*

3. Resultados

Degradación de compuestos fenólicos durante el procesamiento de quinua rosada y negra.

En la Figura 2 se muestra la degradación de compuestos fenólicos (mg AGE/100 g. b.s) en las diferentes etapas del procesamiento de la quinua, en las variedades pasankalla (rosada) y collana (negra). Se encontró que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) en el contenido de fenoles totales entre la quinua rosada y la quinua negra. La quinua rosada contiene en promedio 108.9 mg AGE/100 g. b.s y la quinua negra 142 mg AGE/100 g. b.s. Después del proceso del lavado se pierde cerca de 51% y 42% de fenoles en la quinua rosada y la quinua negra respectivamente, mientras que en el proceso de secado se observó que no existe una variación significativa ($p > 0.05$) en la pérdida de los compuestos fenólicos con una pérdida del 8.5% para las diferentes variedades. Al finalizar el proceso de cocción de 30 minutos se obtuvo que la quinua rosada retiene 23.88 mg AGE/100 g. b.s y la quinua negra retuvo 45.79 mg AGE/100 g. b.s. Comparado con el contenido inicial de compuestos fenólicos de las quinuas, después del proceso de secado, podemos decir que se pierde cerca del 58% y 49% de compuestos fenólicos de las quinuas variedad collana y variedad pasakalla respectivamente.

Cinética de degradación de compuestos fenólicos durante la cocción de quinuas rosada y negra, a diferentes tiempos de cocción.

La Figura 3 muestra la línea de tendencia de la degradación de compuestos fenólicos (mg AGE/100 g. b.s) en los diferentes tiempos de cocción en las variedades pasankalla y collana. La degradación de compuestos fenólicos en el tiempo siguieron una cinética primer orden, debido al comportamiento exponencial que presentaron, el cual se puede corroborar con los elevados valores de los coeficientes de determinación hallados, los cuales fueron $R^2 = 0.93$ para la variedad pasankalla y $R^2 = 0.94$ para la variedad collana respectivamente. Comparando las variedades de quinua se muestra que la variedad pasankalla se degrada más rápido, por su constante de velocidad (-0.032 min^{-1}), a comparación de la variedad collana (-0.02 min^{-1}).

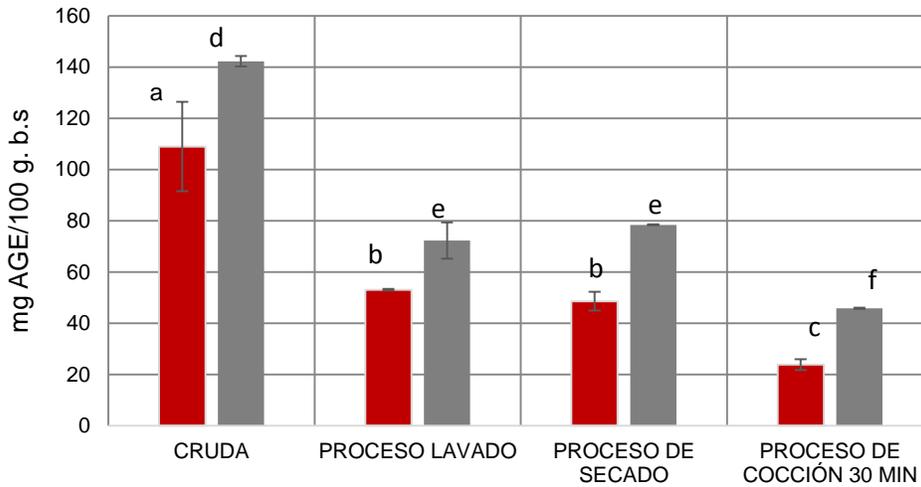


Figura 2

Degradación de compuestos fenólicos (mg AGE/100 g. b.s) de dos variedades de quinuas (pasankalla ■ - collana ■) en las etapas del procesamiento. Las letras minúsculas indican diferencia en el contenido de fenoles.

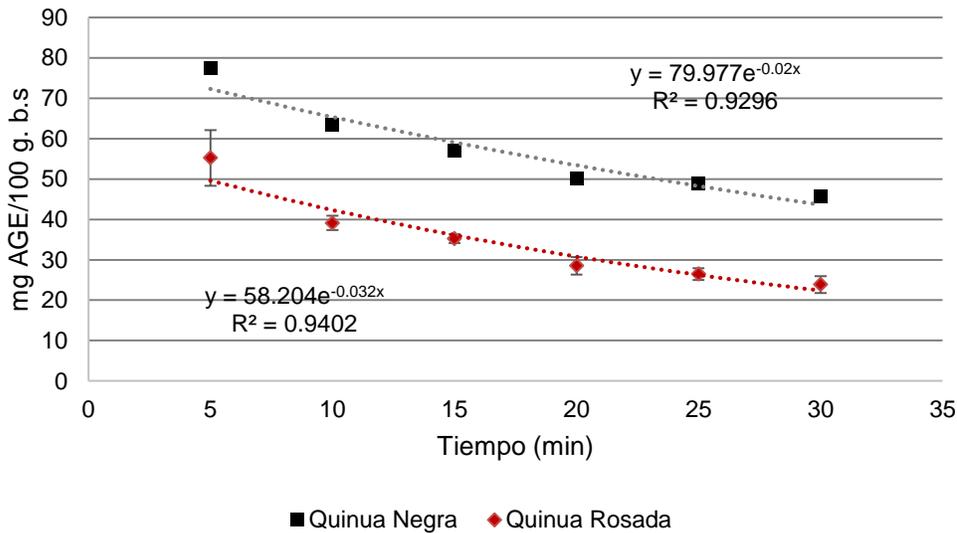


Figura 3

Cinética de la degradación de compuestos fenólicos (mg AGE/100 g. b.s) de dos variedades de quinuas (rosada pasankalla ■ -negra collana ■) en diferentes tiempos de cocción.

Compuestos betalámicos del procesamiento de quinuas rosadas y quinuas negras en diferentes etapas.

En la Figura 4 se muestra la degradación de betalainas (mg /100 g. b.s) en las diferentes etapas del procesamiento de la quinua, en las variedades pasankalla (rosada) y collana (negra). Se encontró que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) en el contenido de betalainas entre la quinua rosada y la quinua negra. La quinua rosada contiene en promedio 0.10 mg /100 g. b.s y la quinua negra 0.13 mg /100 g. b.s. Después del proceso del lavado se evidenció diferencia significativa en las diferentes variedades de quinua, mientras que en el proceso de secado si existe una variación significativa en la pérdida de betalainas. Al finalizar el proceso de cocción de 30 minutos se obtuvo que la quinua rosada retiene 0.04 mg /100 g. b.s y la quinua negra retiene 0.05 mg /100 g. b.s.

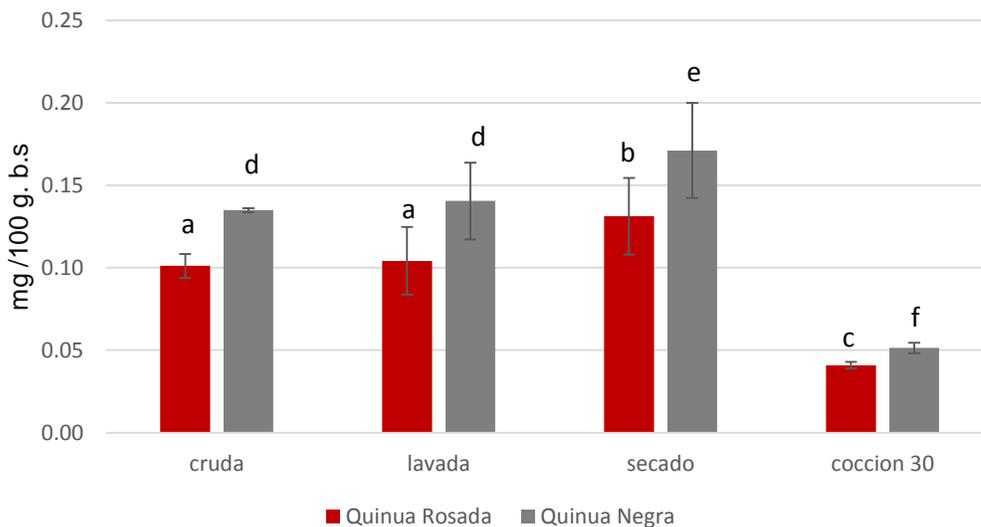


Figura 4

Degradación de compuestos betalainas (mg/100 g. b.s) de dos variedades de quinuas (rosada pasankalla ■ - negra collana ■) en las etapas del procesamiento.

Cinética de compuestos betalámicos a diferentes tiempos de cocción de quinua rosada y negra

La Figura 5 muestra la línea de tendencia de la degradación de compuesto betalamicos (mg AGE/100 g. b.s) en los diferentes tiempos de cocción en las variedades pasankalla y collana. La degradación de compuestos betalámicos en el tiempo siguieron una cinetica primer orden, debido al comportamiento exponencial que presentaron, el cual se puede corroborar con los valores de los coeficientes de determinación hallados, los cuales fueron $R^2=0.97$ para la variedad pasakalla y $R^2=0.95$ para la variedad collana. Se muestra que la variedad pasankalla se degrada más rápido (-0.064 min^{-1}), a comparación de la quinua negra ($-0.058x \text{ por min}^{-1}$).

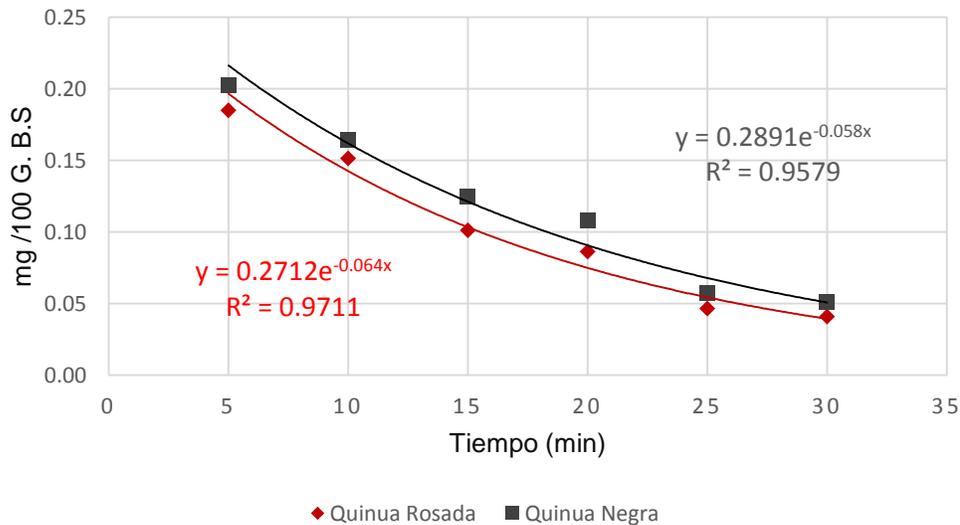


Figura 5

Cinética de la degradación de compuestos betalámicos (mg /100 g. b.s) de dos variedades de quinuas (rosada pasankalla ■- negra collana ■) en diferentes tiempos de cocción.

4. Discusión

Los compuestos fenólicos en la dieta ha sido de gran interés en la actualidad debido a sus múltiples propiedades, tales como su capacidad anti-oxidante, protección cardiovascular, antialérgica, anti-inflamatoria, anti-viral y actividad anti-cancerígena (Nishibe et al. 2010). En estudios realizados por Ritva Repo de Carrasco en el 2008, analiza de once muestras de quinuas, encontrando que el contenido más alto de compuestos fenólicos en una de ellas era de 139,94 mg ácido gálico/100g. En el otro estudio realizado Ritva et al. (2010) caracteriza diferentes variedades de quinua como la: Ccoito, en el contiene 153 mg ácido gálico/100g, INIA-415 Pasankalla 200 mg ácido gálico/100g y Commercial 1 con 186 mg ácido gálico/100g. Los resultados encontrados en nuestro estudio en la variedad collana (negra) contenía en promedio 142.25 AGE/100 g. b.s y la variedad pasankalla (rosada) contenía en promedio 108.9 mg AGE/100 g. b.s. Comparando los resultados con los descritos anteriormente podemos decir que las quinuas analizadas se encuentran dentro del rango del promedio de contenido fenólico anteriormente analizadas.

Al realizar el proceso del lavado para eliminar la saponina de la quinua rosada y negra se pierde cerca de 42% y 51% de los compuestos fenólicos respectivamente. Shahidi, (2006) manifiesta que el método del perlado se pierde entre 21,5% y 35,2% de los compuestos, por lo tanto el método del perlado tiene menor pérdida de fenoles, debido a que la mayoría de compuestos fenólicos se encuentran en la cascara.

En el proceso de secado se observó que no existe una variación significativa ($p > 0.05$), comparando con el proceso de lavado. La pérdida de estos compuestos fenólicos fueron entre un 8.5% para las diferentes variedades, tal como lo menciona Miranda (2010), en un estudio realizado con respecto al calor, la variación en la temperatura puede cambiar el mecanismo de acción de algunos antioxidantes como es en el caso de los fenoles. Hubo en esta etapa de procesamiento muy poca variación de estos compuestos

En el proceso de secado muse evidencio variación significativa ($p > 0.05$) de los compuestos fenólicos, con el proceso de lavado debido a que la mayoría de los compuestos fenólicos se encuentra en la cascara como lo afirma Shahidi, (2006).

Al realizar el proceso de cocción, los datos revelaron una degradación 50% del contenido de compuestos fenólicos en ambas variedades de quinua. Encontrando que la variedad pasankalla retuvo 23.87 mg AGE/ 100 g. b.s. y la variedad collana retuvo 45.79 mg AGE/ 100 g. b.s. Siendo estos compuestos esenciales para el ser humano tal como se menciona que los efectos de los compuestos fenólicos en la dieta ha sido de gran interés en la actualidad debido a sus múltiples propiedades, tales como su capacidad anti-oxidante, protección cardiovascular, anti-alérgica, anti-inflamatoria, anti-viral y actividad anti-carcinogénica (Nishibe et al., 1996; Dini et al., 2004, Aalinkeel et al., 2008; Pasko et al., 2008; Khan et al., 2010).

La diferencia en la concentración fenólica entre variedad pasankalla y collana podrían explicarse por la diferencia en las condiciones ambientales o antecedentes genéticos. Los compuestos fenólicos vegetales se biosintetizan siguiendo diferentes rutas, con ácido shikímico, la cual ha sido la ruta más biosintética involucrada. Esta vía, según lo informado por Rivero et al. (2001), se piensa que es una aclimatación de mecanismo de las plantas al estrés externo (temperatura, lesión, infecciones, etc.), (Dininet al. (2009).

Los contenidos de betalainas en la quinua varía entre 0,15 - 6,10 mg /100 g, expresado como la suma de betacianinas y betaxantinas, se han encontrado, por primera vez, en la quinua colores de semillas de Altiplano peruano. Por otra parte, betaxantina a betacianina ratios (0-1,4). La presencia de betalaínas en todos los extractos de colores, muestras de quinua se confirmó cualitativamente por el cambio en el color inicial de rojo a amarillo, después del tratamiento con 2 M de sodio hidróxido de (datos no mostrados). (Tang et al., 2015). La presencia de betalaínas en las semillas de quinua rojo sigue siendo controvertido, a pesar de quinua pertenece a la misma familia que el amaranto, que la semilla contiene bajos niveles de tipo de amaranto de betacianinas (1,4 mg / 100 g). Repo-Carrasco-Valencia et al. (2010) no detectan la presencia de betacianinas en las semillas de quinua rojo de algunos Altiplano peruano (pasankalla, roja de Coporaque y witulla). En el presente estudio los compuestos betalámicos de las variedades de pasankalla y collana de la región Cajamarca – Peru, se encontraron 0.10 mg/100 g. b.s. para la variedad pasankalla y 0.13 mg/100 g. b.s. para la variedad collana. La diferencia en la concentración de pigmentos entre las variedades pasankalla y collana podrían explicarse por la diferencia en las condiciones ambientales o antecedentes genéticos. Según lo informado por Rivero et al. (2001).

5. Conclusiones

Se evaluó la cinética de degradación de compuestos fenólicos durante el proceso de cocción de dos variedades de quinua (pasankalla y collana). Encontrando que la degradación de fenoles y betalaínas siguen una cinética de primer orden.

Se evaluó el contenido de compuestos fenólicos en el proceso de lavado, secado y cocción de la quinua pasankalla y quinua collana. Encontrando que en el proceso de lavado retiene 53.10 mg ácido gálico/100 g. en la variedad pasankalla y 72.28 mg ácido gálico/100 g. en la variedad collana. El proceso de secado retiene 48.59 mg ácido gálico/100 g. en la variedad pasankalla y 78.45 mg ácido gálico/100 g. en la variedad collana. Al finalizar el proceso de cocción de 30 minutos retiene 23.87 mg ácido gálico/100 g. variedad pasankalla y 45.79 mg ácido gálico/100 g. variedad collana.

Se evaluó la cinética de degradación de compuestos fenólicos durante el proceso de cocción en 5, 10, 15, 20, 25, 30 minutos de dos variedades de quinua (pasankalla y collana). Encontrando que la variedad pasankalla se degrada más rápido por su constante de velocidad (0.032 min⁻¹) a comparación de la variedad collana (0.02 min⁻¹).

Se evaluó el contenido de compuestos betalámicos en el proceso de lavado, secado y cocción de la quinua pasankalla y quinua collana. Encontrando que en el proceso de lavado se retienen 0.10 mg /100 g. en la variedad pasankalla y 0.14 mg /100 g. en la variedad collana. El proceso de secado

retiene 0.13 mg /100 g. en la variedad pasankalla y 0.17 mg /100 g. en la variedad collana. Al finalizar el proceso de cocción de 30 minutos se retienen 0.04 mg /100 g. variedad pasankalla y 0.05 mg /100 g. en la variedad collana.

Se evaluó la cinética de degradación de compuestos betalámicos durante el proceso de cocción a 5, 10, 15, 20, 25, 30 minutos de las dos variedades de quinua (pasankalla y collana). Encontrando que la variedad pasankalla se degrada más rápido (0.064 min⁻¹) a comparación de la variedad collana (0.058 min⁻¹).

6. Bibliografía

- Albarran, C. (1993). *Estudio de algunos componentes químicos, caracteres morfoanatomicos y patrones proteicos en semillas de dos ecotipos de quinua (Chenopodium quinoa wild)*. Chile.
- Azeredo, H. (2009). betalains: properties, sources, applications, and stability a review. *International Journal of food science & Technology*, 2365-2376.
- Badui, S. D. (2009). *Química de los alimentos*. Mexico: Pearson.
- Brand, w.-W. . (1994). *El uso de un método de radicales libres para evaluar la actividad antioxidante*. Francia: avenue des Olympiades.
- Carmona, D. A. (2009). *Caracterización fisico-químico y sensorial de nabiza y grelo (Brassica rapa L.)*. España: Universidad de Santiago de Compostela.
- Carrasco, C. R. (2008). *Determinación De La Capacidad Antioxidante Y Compuestos Fenólicos De Cereales Andinos: Quinoa*. Lima.
- Carrasco, R. R. (2014). *Congreso Científico Internacional de Quinua y Granos Andinos*. Lima.
- Casp, A. (2008). *Procesos de conservación de alimentos*. Espala: Mundi-Prensa.
- Comai, S. B. (2006). The content of proteic and nonproteic (free and protein-bound) tryptophan in quinua and cereal flours. *Food Chemistry*, 1350–1355.
- Dini, I. . (2009). Antioxidant compound contents and antioxidant activity before and after cooking in sweet and bitter *Chenopodium quinoa* seeds. *Food Science and Technology*, 447-451.
- Fontúrbel, F. (2003). *Problemática de la producción y comercialización de Chenopodium quinoa*. Peru.
- Gandarillas, S. H. (1968). RAZAS DE QUINUA *Chenopodium*.
- Gandía Herrero, F. E. (2009). The role of phenolic hydroxy groups in the free radical scavenging activity of betalains. *Journal of natural products*, 1142-1146.
- García Caribay, Q. R. (2004). *Biología Alimentaria*. Mexico: Limusa S.A.C.
- Gennaro, R. A. (2003). *The science and practice of pharmacy*. Estados Unidos: Panamerica.
- Gil, A. (2010). Tratado de nutrición. *Médica Panamericana S.A.*
- Gimeno, C. (2004). Compuestos fenólicos totales. *Un análisis de sus beneficios para la salud*, 80-84.
- Gonzales, J., & Rolda, A. G. (1989). Quantitative determination of chemical compounds with nutritional value from Inca crops. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 331.337.
- Guerrero Legarreta, I., & Lopez Hernández, E. (2006). *Química de los Alimentos*. Mexico: S. Badui Dergal .
- Gutierrez Zavala, A. L. (2007). Capacidad antioxidante total en alimentos convencionales y regionales de Chiapas. *Cubana de salud publica*.
- Jiménes, J. P. (2007). *Metodología para la evaluación de ingredientes funcionales antioxidantes efectos de fibra antioxidante de uva en status antioxidante y parametros de riesgo cardiovascular en humanos*. España.
- KOZIOL M.J., 1992. Chemical Composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*).
- Jose Felipe Izquierdo, J. E. (2004). *Cinéticas de las reacciones químicas*. España.

- Labuza. (1984). *Application of chemical kinetics to deterioration of foods*. Chemical education.
- Lee, C. H. (2005). Betalainas, Fase II de inducción enzimática Componentes De Rojo Remolacha (Beta vulgaris L.) Extractos. *Nutricion y cancer*, 91-103.
- Leyva, D. E. (2009). *Determinación de antocianinas, fenoles totales y actividad antioxidante en licores y fruto de mora*. Mexico.
- Massaretto, I. L. (2011). Phenolic compounds in raw and cooked rice (Oryza sativa L.) and their inhibitory effect on the activity of angiotensin I-converting enzyme. *Journal of Cereal Science*, 236-240.
- Miranda, A. G. (2014). *Efecto Del Procesamiento Termico Sobre El Contenido De Betalainas Y La Actividad Antioxidante Del Betabel*. Mexico.
- Mora, R. J. (2002). *Soporte nutricional especial*. Colombia: Panamamerica.
- Moreno, M. B. (2007). Evaluación de la estabilidad de bebidas cítricas acondicionadas con dos fuentes de betalainas: tuna y remolacha. *Bioagro*, 149-159.
- Ogungbenle, H. (2003). Nutritional evaluation and functional properties of quinoa. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 153-158.
- Palermo, M. . (2014). The effect of cooking on the phytochemical content of vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1057-1070.
- Pearsall, D. (1992). *the origins of plant cultivation in south america. in, the origins of agriculture*. EE.UU.
- Podszędek, A. D. (2008). Effect of domestic cooking on the red cabbage hydrophilic antioxidants. *International Journal of Food Science & Technology*, 1770-1777.
- Quinoa. (2013). Obtenido de Quinoa: <http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/distribution-and-production/es/>
- Ravichandran, K. S. (2011). *Impact of processing of red beet on betalain content* .
- Schawartz, S., Von Elve, J., & Giusti, M. (2010). *Química de los Alimentos*. España: Acribia, Zaragoza.
- Singleton, V. L. (1985). *Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents*. California: Department of Viticulture and Enology.
- Skerget M, K. P. (2005). Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chem*, 191-198.
- Turkmen, N., Sari, F., & Sedat Velioglu, Y. (2005). *The Effect Of Cooking Methods On Total Phenolics And Antioxidant Activity Of Selected green vegetables*.
- Vasquez, D. d. (2000). *Diccionario de ciencias*. España.
- Yao Tang, X. L. (2014). *Characterisation of phenolics, betanins and antioxidant activities in seeds of three Chenopodium quinoa Willd. genotypes*. Canada.