

EVALUACIÓN DE ANTOCIANINAS Y MICRONUTRIENTES EN PAPA NATIVA (*Solanum andigena*)

EVALUATION OF ANTHOCYANINS AND MICRONUTRIENTS IN NATIVE POTATOES (*Solanum andigena*)

V. Balladares*, M. Ramos

Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador

Artículo recibido: 30/11/2018

Artículo aceptado: 28/02/2019

RESUMEN

La papa nativa (*Solanum andigena*) se produce y comercializa en la zona andina del Ecuador, y representa la base de la alimentación de gran parte de la población, tanto urbana como rural. Actualmente, existe demanda por productos andinos debido a su alto valor nutritivo y contenido de bioactivos. La finalidad de este proyecto de investigación fue evaluar el contenido de antioxidantes (antocianinas) y micronutrientes (hierro, magnesio y calcio) en las variedades de papa nativa Puca Shungo, Yana Shungo y Yema de huevo, entera y pelada. Se realizaron análisis químicos para caracterizar las variedades de papa nativa, el método de pH diferencial mediante espectrofotometría UV-visible para cuantificar el contenido de antocianinas, y los métodos oficiales de la AOAC mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama para la determinación de micronutrientes. El mayor contenido de antocianinas totales se encontró en la papa Yana Shungo entera con 252,77 mg/100 g de materia seca. De igual manera los contenidos más altos de hierro y magnesio se presentaron en la variedad Yana Shungo entera con valores de 8,38 y 152,64 mg/100 g de materia seca, respectivamente. En cuanto a calcio, el mayor contenido fue de 55,47 mg/100 g de materia seca presente en la variedad Yema de huevo entera.

Palabras claves: Tubérculos, antioxidantes, minerales, papa, polifenoles.

ABSTRACT

Native potatoes (*Solanum andigena*) are produced and commercialized in the Andean region of Ecuador and they represent the foundation of the population's feeding, both urban and rural. Currently, there is demand for Andean products because of their high nutritional value and bioactive content. The purpose of this investigation was to evaluate the content of antioxidants (anthocyanin) and micronutrients (iron, magnesium and calcium) in the native, peeled and unpeeled potatoes Puca Shungo, ("red heart") Yana Shungo ("black heart") and Yema de huevo ("egg yolk"). Chemical analysis were made in order to characterize the varieties of native potatoes. Also, the differential pH method by UV-visible spectrophotometry was used to quantify the content of anthocyanin and the official methods of analysis (AOAC) in combination with the flame atomic absorption spectrophotometry technique to determinate the content of micronutrients. The highest content of anthocyanin was found in the unpeeled Yana Shungo variety with 252.77 mg/100 g (dry weight). Similarly, the highest contents of iron and magnesium were found in the unpeeled Yana Shungo variety with 8.38 and 152.64 mg/100 g (dry weight), respectively. In the other hand, the highest level of calcium was found in the unpeeled Yema de huevo variety with 55.47 mg/100 g (dry weight).

Keywords: Tubers, antioxidants, minerals, potatoes, polyphenols

1. INTRODUCCIÓN

La papa nativa (*Solanum andigena*) se caracteriza por la diversidad de formas, tamaños y colores. Así, la forma puede ser redonda, alargada, aplanada, comprimida, entre otras; mientras que los colores de la piel y pulpa varían entre amarillo, morado, rojo y rosado, con diseños atractivos en la pulpa (Martínez, 2009). Los colores indican la presencia de antioxidantes naturales como flavonoides, carotenoides y antocianinas, que actúan contra los radicales libres impidiendo su acción degenerativa en las células (Tanquina, 2013). Monteros et al. (2005) mencionan que el contenido de minerales en la papa nativa es importante, principalmente en hierro (Fe) con valores superiores a la papa mejorada.

Badui (2006) señala que las antocianinas producen un efecto benéfico en la salud por su actividad antioxidante, antimicrobiana, anticancerígena, antidiabética y antitumoral; mientras que el Fe transporta y almacena el oxígeno a través de la hemoglobina y mioglobina, y participa como cofactor de varias enzimas. Finalmente, el calcio (Ca) y el magnesio (Mg) son los minerales más abundantes en el cuerpo humano y cumplen principalmente funciones estructurales en huesos y dientes. En consecuencia, el objetivo de la investigación fue evaluar el contenido de antocianinas y micronutrientes de las variedades de papa nativa Puca Shungo, Yana Shungo y Yema de Huevo, entera y pelada, con el propósito de promover su producción, procesamiento y consumo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales

Se empleó papa nativa de las variedades Puca Shungo, Yana Shungo y Yema de Huevo producida en la provincia de Tungurahua. Primero, los tubérculos frescos se lavaron y cortaron en hojuelas de 5 mm de grosor mediante un procesador de papas Robot Coupe CL Ultra. Luego, las hojuelas se secaron a 50 °C por 24 h en un secador de bandejas GANDER MTN, y se molieron en un Molino M20 IKA WERKE. La papa molida se tamizó a 150 µm, y se guardó en recipientes adecuados.

2.2. Composición química

Para determinar la composición química de la papa se utilizaron los métodos oficiales de la AOAC: 2003.06 (grasa), 2001.11 (proteína), 962.09 (fibra cruda) y 923.03 (cenizas). Para determinar humedad se utilizó una balanza infrarroja Mettler-Toledo HX204 calibrada. Los carbohidratos y la energía se determinaron mediante las ecuaciones 1 y 2, respectivamente:

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 \% - (\% \text{ H} + \% \text{ C} + \% \text{ G} + \% \text{ P} + \% \text{ F}) \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde: H = Humedad, C = Cenizas, G = Grasa, P = Proteína y F = Fibra cruda.

$$\text{Energía (kcal/100g)} = (\text{P} * 4) + (\text{G} * 9) + (\text{C} * 4) \quad (\text{Ec.2})$$

Donde: P = Proteína (g/100g), G = Grasa (g/100g) y C = Carbohidratos (g/100g).

2.3. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño factorial A x B. Factor A (variedad) con tres niveles:

Puca Shungo, Yana Shungo y Yema de Huevo, y factor B (presentación) con dos niveles: entera y pelada. En la Tabla 1 se presentan las combinaciones del diseño experimental. Cada tratamiento con cinco réplicas.

Tabla 1. Combinaciones del diseño experimental

Interacción	Tratamiento
a_0b_0	Puca Shungo entera
a_0b_1	Puca Shungo pelada
a_1b_0	Yana Shungo entera
a_1b_1	Yana Shungo pelada
a_2b_0	Yema de huevo entera
a_2b_1	Yema de huevo pelada

2.4. Determinación de antocianinas

Las antocianinas se determinaron en un Espectrofotómetro UV Visible Evolution 201, y según el método de pH diferencial desarrollado por Giusti & Wrolstad (2001).

2.5. Determinación de micronutrientes

Lo micronutrientes Fe, Ca y Mg se

determinaron en un Espectrofotómetro de Absorción Atómica AA500 pg Instruments de llama, y en base a los métodos oficiales de la AOAC: 999.11 (Fe) y 984.27 (Ca y Mg).

2.6. Análisis estadístico

El procesamiento de los resultados involucró el análisis de varianza (ANOVA), la comparación de las medias mediante la prueba de Tukey con una significancia de 0,05, y la utilización del software estadístico

Statgraphics Centurion XV.II.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Composición química de la papa entera

En la Tabla 2 se muestra la composición química y la energía de la papa entera de las variedades Puca Shungo, Yana Shungo y Yema de Huevo. Puca Shungo presentó el valor más bajo de humedad (76,3%), por lo que posee el mayor contenido de materia seca y de nutrientes. Según Alvarado (2014), los valores

altos de materia seca contribuyen a un adecuado procesamiento de la papa. Además, todas las variedades presentaron contenidos altos de cenizas (minerales), siendo superiores a las variedades mejoradas (1,08 %) (INCAP, 2012). Yana Shungo presentó los valores más altos de grasa, proteína y fibra cruda con 0,38, 1,92 y 0,88%, respectivamente; mientras que Puca Shungo se destacó por el mayor contenido de carbohidratos (17,35%) y de energía (79,05 kcal/100 g). Los parámetros de cenizas, grasa y fibra cruda presentaron diferencias significativas entre las variedades de papa.

Tabla 2. Composición química de la papa entera de las variedades *Puca Shungo*, *Yana Shungo* y *Yema de Huevo*.

Parámetro	<i>Puca Shungo</i>	<i>Yana Shungo</i>	<i>Yema de Huevo</i>
Humedad (%)	76,3 ± 1,22 ^b	79,5 ± 0,93 ^a	78,6 ± 1,92 ^a
Cenizas (%)	3,5 ± 0,15 ^c	4,3 ± 0,16 ^a	4,0 ± 0,05 ^b
Grasa (%)	0,25 ± 0,046 ^b	0,38 ± 0,029 ^a	0,16 ± 0,085 ^c
Proteína (%)	1,84	1,92	1,89
Fibra cruda ¹ (%)	0,76 ± 0,073 ^b	0,88 ± 0,099 ^a	0,48 ± 0,095 ^c
Carbohidratos ² (%)	17,35	13,01	14,87
Energía ² (kcal/ 100 g)	79,05	63,23	68,48

^{a, b, c}: Describen grupos homogéneos, $p < 0.05$. ¹Obtenido en laboratorio LACONAL. ²Obtenido por cálculo matemático.

3.2. Determinación de antocianinas de papa entera y pelada

En la Figura 1 se presenta el contenido de antocianinas en las variedades de papa, entera y pelada. Se destaca el mayor contenido de antocianinas

en Yana Shungo, seguido de Puca Shungo, tanto en papa entera como en pelada. Estudios recientes indican que la capacidad antioxidante total, fenoles totales y antocianinas totales se presentan en el siguiente orden descendente: cultivos morados, rojos, amarillos y blancos (Zaheer et al.,

2014). Luego, Yana Shungo al poseer un color morado oscuro contiene la mayor concentración de antocianinas. Al realizar la comparación de las presentaciones en las dos variedades fue evidente el mayor contenido de antocianinas en la papa con cáscara. Comparando los resultados experimentales del contenido de antocianinas de Puca Shungo y Yana Shungo con los reportados bibliográficamente, el contenido de las primeras fue superior, particularmente la variedad Yana Shungo presentó casi el doble del contenido de antocianinas con respecto a lo reportado. Así, Untuña (2013) reportó contenidos de antocianinas de 40 y 152 mg/100 g de materia seca para Puca Shungo y Yana Shungo, respectivamente, valores

inferiores a los observados en el presente estudio (Fig. 1). Similarmente, Tanquina (2013) encontró contenidos menores de antocianinas en Puca Shungo (44,96 mg/100 g ms) y Yana Shungo (168,13 mg/100 g ms). El ANOVA determinó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las variedades de papa y las presentaciones. El bajo contenido de antocianinas en Yema de Huevo se corrobora con su color amarillo, y denota la presencia de carotenoides más no de antocianinas (Herrera et al., 2011). Fuenzalida (2008) evaluó variedades de papa con pigmentación antociánica (morada) y carotenoide (amarilla) y concluyó que la primera presenta la mayor cantidad de polifenoles y actividad antioxidante.

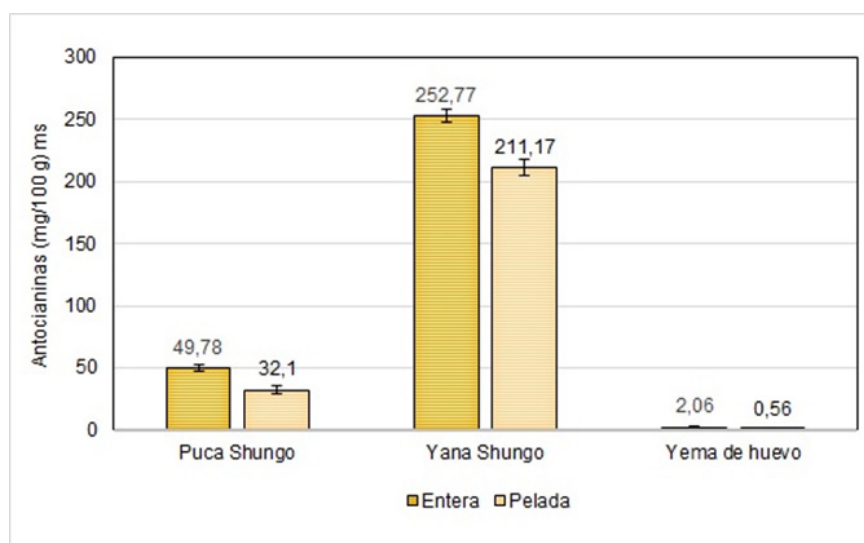


Figura 1. Contenido de antocianinas de las variedades *Puca Shungo*, *Yana Shungo* y *Yema de Huevo*, entera y pelada.

3.3. Determinación de hierro, magnesio y calcio en papa entera y pelada

En la Figura 2 se observa que los

contenidos de Fe en Puca Shungo y Yana Shungo son similares, inclusive en las dos condiciones de presentación; sin presentar diferencias significativas ($p < 0,05$) entre ellas. Además, los contenidos de Fe de las dos variedades

son superiores a los de Yema de huevo, pelada y entera.

Al comparar los contenidos de Fe en las variedades de papa del presente estudio con el de la papa mejorada Super Chola (4,2 mg/100 g) (Villacrés et al. 2009), se observó que las Puca Shungo y Yana Shungo poseen casi el doble del contenido de este micronutriente; mientras que Yema de huevo presenta un contenido similar al de la variedad

mejorada. Además, Ortega (2014) reportó que los valores más altos de Fe para las variedades mejoradas INIAP-Fripapa y Superchola son de 6,41 y 7,41 mg/100 g de Fe, respectivamente. Debe señalarse que una parte del Fe de la papa mejorada proviene los fertilizantes químicos, mientras que el Fe de la papa nativa proviene de una producción sin utilización de fertilizantes de síntesis.

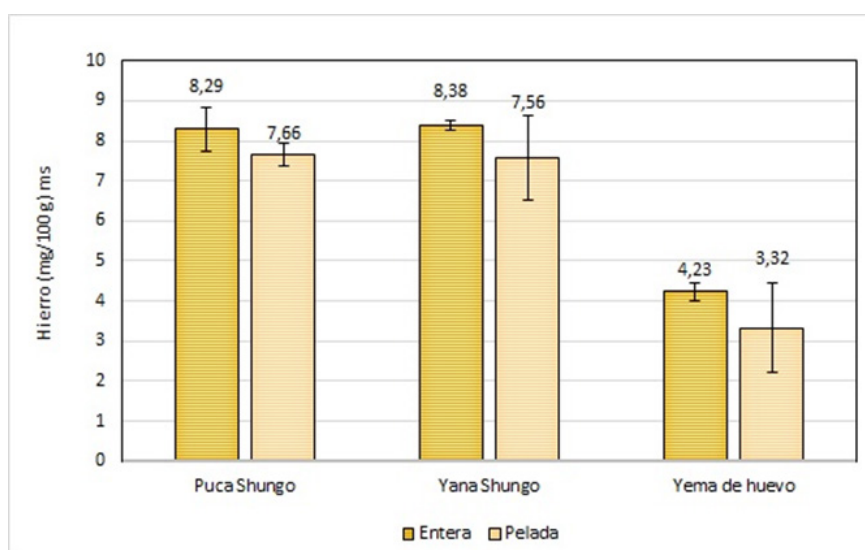


Figura 2. Contenido de hierro de las variedades *Puca Shungo*, *Yana Shungo* y *Yema de Huevo*, entera y pelada.

En la Figura 3 se observa que Yana Shungo, entera y pelada, presenta el mayor contenido de Mg, seguida de Yema de huevo, y finalmente Puca Shungo. Los contenidos de Mg de la papa entera y pelada de Yana Shungo y Puca Shungo presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$), siendo la entera la que tiene mayor concentración de este mineral, evidenciándose el aporte de Mg proveniente de la cáscara. Según

Villacrés et al. (2013), la mayoría de las vitaminas y minerales de la papa se encuentran debajo de la piel. La Yema de huevo no presentó diferencia significativa entre las presentaciones.

Untuña (2013) reportó contenidos de 70 y 140 mg Mg /100 g ms para Puca Shungo y Yana Shungo, respectivamente; mientras que Cuesta et al. (2011) establecieron intervalos de 80 a 130 mg Mg /100 g ms y de

80 a 170 mg Mg/100 g ms para las mismas variedades, respectivamente. Al comparar con el valor reportado por el USDA (2016) de 23 mg/100 g ms de Mg en una papa comercial, se

observa que los contenidos de Mg de las variedades nativas son muy superiores; y por tanto, constituyen una excelente fuente de Mg.

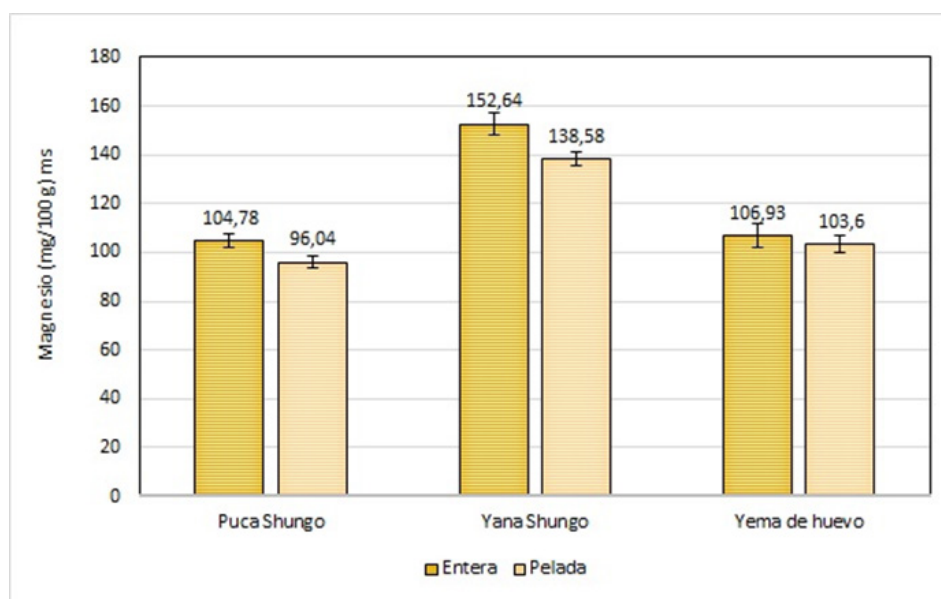


Figura 3. Contenido de magnesio de las variedades *Puca Shungo*, *Yana Shungo* y *Yema de Huevo*, entera y pelada.

En la Figura 4 se observa que, a diferencia de lo que ocurre con el Fe y Mg cuyos contenidos en Yema de huevo son menores a los de Puca Shungo y Yana Shungo, el contenido de Ca en Yema de huevo es superior a Yana Shungo y Puca Shungo, tanto entera como pelada. Además, las presentaciones de las tres variedades mostraron diferencias significativas, lo que sugiere que el consumo de papa

con cáscara aportaría con un mayor contenido de Ca. Monteros et al. (2011) indican que los contenidos de Ca para Puca Shungo y Yana Shungo varían de 30 a 60 mg/100 g ms y de 50 a 90 mg/100 g ms, respectivamente. En cuanto a Puca Shungo, el contenido fue similar, y en el caso de Yana Shungo, el contenido fue inferior al señalado bibliográficamente.

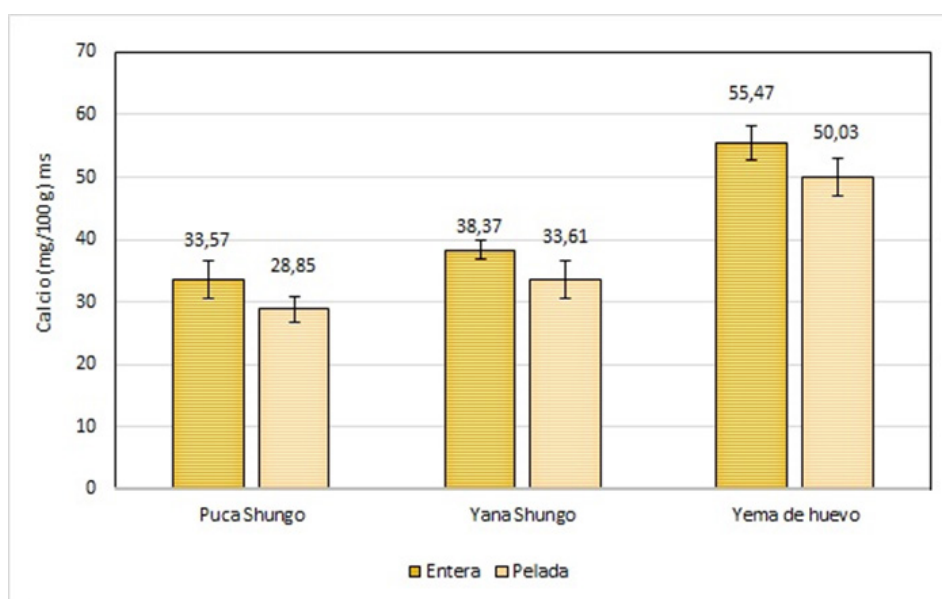


Figura 4. Contenido de calcio de las variedades *Puca Shungo*, *Yana Shungo* y *Yema de Huevo*, entera y pelada.

4. CONCLUSIONES

Todas las variedades de papa nativa presentaron valores altos de humedad (76,3 – 78,6%), cenizas (3,5 - 4,3%) y carbohidratos (13,0 - 17,4%); y valores bajos de grasa (0,16 - 0,38%) y proteínas (1,8 - 1,9%). Particularmente, Puca Shungo presentó los valores más altos de materia seca, carbohidratos y energía; mientras Yana Shungo los más altos de cenizas, grasa, proteína y fibra cruda.

La variedad y la cáscara influyeron en el contenido de antocianinas y minerales de la papa. Los valores más altos de antocianinas en papa entera y pelada corresponden a Yana Shungo con 252,7 y 211,1 mg/100 g, respectivamente, seguido de Puca Shungo, y con valores muy bajos Yema de Huevo. La papa entera Yana Shungo presentó las mayores

concentraciones de Fe (8,38 mg/100 g) y Mg (152,64 mg/100 g); mientras que Yema de Huevo las más altas de Ca en sus presentaciones pelada y entera con 50,0 y 55,4 mg/100 g, respectivamente. Puca Shungo y Yana Shungo, entera y pelada, presentaron valores similares de Fe, pero superiores a los de Yema de Huevo. Los resultados de la investigación evidenciaron el potencial nutritivo de la papa nativa en términos de antocianinas y micronutrientes.

AGRADECIMIENTOS

A la Unidad Operativa de la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Universidad Técnica de Ambato; al Proyecto Canje de Deuda Ecuador-España “Fortalecimiento de la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos para investigación, tecnología e innovación

en el área de alimentos, con el fin de promover la generación y el desarrollo de empresas agroindustriales en la zona 3 del país, y monitorear el contenido de metales pesados en los cultivos afectados por las cenizas provenientes de las erupciones volcánicas del Tungurahua”; y al Proyecto Red de Cereales “Valoración de la calidad nutricional y funcional de alimentos tradicionales de la población ecuatoriana”. Especiales agradecimientos a los Ingenieros Jorge Briceño, Mónica Silva y Mario Álvarez por su guía y ayuda en la ejecución de la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. Official Method of Analysis 923.03 (Ash determination), 962.09. (Fiber crude in animal food and pet food), 2003.06 (Crude Fat in Feeds, Cereal Grains and Forages). 15th Edition. USA. (2006)
- AOAC. Official Method of Analysis 984.27. (Calcium, Copper, Iron, Magnesium, Manganese, Phosphorus, Potassium, Sodium and Zinc in Infant Formula), 999.11. (Determination of Lead, Cadmium, Copper, Iron and Zinc in foods). 15 Edition. USA. (2006)
- Badui, S. (2006). Química de los alimentos. (4ta Ed.). México: Editorial PEARSON EDUCACIÓN.
- Cuesta, X., Monteros, C., Rivadeneira J. & Torres, L. (2011). Variedades de papa nativa. Disponible en: <https://cipotato.org/region-quito/informacion/inventario-de-tecnologias/variedades/>
- Fuenzalida, N. (2008). Determinación de la cantidad de fenoles totales y actividad antioxidante en papas nativas pigmentadas. (Tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile. Valdivia-Chile.
- Giusti, M., & Wrolstad, R. (2001). Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. Current Protocols in Food Analytical Chemistry, 1–13.
- Herrera, A. & Rodríguez, L. (2011). Tecnologías de producción y transformación de papa criolla. (1era. Ed.). Bogotá-Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- INCAP (2012). Tabla de composición de alimentos de Centro América. (2da, Ed.)
- Martínez, F. (2009). Caracterización morfológica e inventario de conocimientos colectivos de variedades de papas nativas (*Solanum Tuberosum* L.) en la provincia de Chimborazo. (Tesis de Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador.
- Monteros, C., Cuesta, X., Jiménez, J., López, G., & Carmen, C. (2005). Las papas nativas en el Ecuador. INIAP Archivo Histórico.
- Monteros, C., & Reinoso, I. (2011). Informe final del proyecto Proyecto FTG-353/05 “Innovaciones Tecnológicas y Mercados Diferenciados para Productores de

- Papas Nativas.” Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria. (FONTAGRO), INIAP-Ecuador, Quito-Ecuador.
- Ortega, D. (2014). Evaluación del comportamiento agronómico de genotipos de papa (*Solanum tuberosum*) con altos contenidos de hierro y zinc en dos localidades de la Sierra Ecuatoriana. (Tesis de Pregrado). Universidad Central del Ecuador. Quito-Ecuador.
- Tanquina, I. (2013). Efecto de la especie y el procesamiento sobre el contenido de compuestos y propiedades antioxidantes del Maíz (*Zea mays* L.) negro, Fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) negro, Sangorache (*Amaranthus quitensis* L.) y variedades de Papas nativas (*tuberosum* grupo andigenum). (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador.
- United States Department of Agriculture (USDA). (2016). Basic report of nutrients of potatoes, flesh and skin, raw en 2016.
- Untuña, P. (2013). Estudio del efecto de la fritura al vacío sobre los atributos de calidad de chips de papa nativa. (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito-Ecuador.
- Villacrés E., Quilca N., Muñoz R., Monteros C. y I. Reinoso. (2009). Caracterización física, nutricional y funcional de papas nativas (*Solanum tuberosum* ssp.) para orientar sus usos en Ecuador. *Revista Latinoamericana de la Papa*. 15(1):52-54
- Villacrés, E., Quelal, M. & Álvarez, J. (2013). Nutrición, Procesamiento y Gastronomía de Raíces y Tubérculos Andinos en Ecuador: Una revisión bibliográfica de la Papa, Melloco, Oca, Mashua, Zanahoria Blanca y Jícama. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Centro Internacional de la Papa (CIP). Quito-Ecuador.
- Zaheer, K., & Akhtar, M. H. (2014). Recent advances in potato production, usage, nutrition-a Review. *Food Science and Nutrition*, (June), 37–41. <http://doi.org/10.1080/10408398.2012.724479>