

# DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS DEL AGUAYMANTO (*Physalis peruviana*, Linnaeus, 1753) Y DE SU CONSERVA EN ALMÍBAR MAXIMIZANDO LA RETENCIÓN DE ÁCIDO ASCÓRBICO

## DETERMINATION OF BIOACTIVE COMPOUNDS OF AGUAYMANTO (*Physalis Peruviana*, Linnaeus, 1753) AND ITS CANNED WITH SYRUP MAXIMIZING THE RETENTION OF ASCORBIC ACID

Christian Rene Encina Zelada<sup>a</sup>, Milber O. Ureña<sup>b</sup>, Peralta Ritva Repo Carrasco<sup>c</sup>

### RESUMEN

El presente trabajo de investigación es el resultado del estudio de los compuestos bioactivos presentes en el aguaymanto (*Physalis peruviana*) proveniente del valle del Mantaro-Perú y en su conserva en almíbar. En la Etapa I se determinó los compuestos bioactivos en la materia prima, correspondientes a un estado de madurez 2 y 3 según [1] el fue de 28,55 mg de ácido ascórbico/100 g; 1,77 mg de  $\beta$ -caroteno/100g; 79,23 mg ácido clorogénico/100 g y capacidad antioxidante de 288,95  $\mu$ g eq trolox/g (parte hidrofílica) y 297,51  $\mu$ g eq trolox/g (parte lipofílica) medido por el método ABTS y de 249,23  $\mu$ g eq trolox/g medido por el método del DPPH. En la Etapa II se determinaron los factores y sus niveles que influyeron significativamente ( $p < 0,05$ ) en la retención del ácido ascórbico en el proceso de elaboración de la conserva de aguaymanto en almíbar. Mediante el Método Taguchi. El pH del almíbar y la temperatura del tratamiento térmico resultaron ser los factores de mayor influencia en la retención del ácido ascórbico. Los niveles con los que se retuvo mayor cantidad de ácido ascórbico fueron: tiempo de descerado (90 s), temperatura del descerado (80°C), pH del Almíbar (2,5), grados Brix del Almíbar (30), concentración del NaOH en el descerado (0,05%), temperatura (95°C) y tiempo (11,52 min) del tratamiento térmico. En la Etapa III se caracterizó físico-químicamente y microbiológicamente correspondiente al proceso de elaboración de la conserva de aguaymanto en almíbar realizado con los parámetros que maximizaron la retención del ácido ascórbico (50,54 %), determinando además el efecto del tratamiento tecnológico sobre el contenido de carotenos totales (1,59 mg de  $\beta$ -caroteno/100g), Compuestos Fenólicos (39,23 mg ác. clorogénico/100 g) y Capacidad Antioxidante (383,73  $\mu$ g eq trolox/g y 132,12  $\mu$ g eq trolox/g medidos por los métodos del ABTS y DPPH respectivamente).

**Palabras clave:** Aguaymanto, *Physalis peruviana*, capacidad antioxidante, compuestos fenólicos, carotenos totales

### ABSTRACT

The present investigation is the result of the study of the bioactive compounds present in the aguaymanto (*Physalis peruviana*) from the valley of Mantaro-Peru and its canned in syrup. In Stage I were determined the bioactive compounds in the raw material, correspondents to maturity's condition 2 and 3 as [1] was of 28,55 mg of ascorbic acid /100 g; 1,77 mg of  $\beta$ -caroten/100g; 79,23 mg chlorogenic acid /100 g and antioxidant capacity its divides in hidrofílic (288,95  $\mu$ g eq trolox/g) and lipofílic (297,51  $\mu$ g eq trolox/g), measured by the ABTS method and of 249,23  $\mu$ g eq trolox/g measured by the method of the DPPH. In Stage II were decided the factors and its levels that influenced significantly ( $p < 0,05$ ) in the retention of the ascorbic acid in the process of production of aguaymanto canned in syrup using Taguchi's method. The pH of the syrup and the temperature of the heat treatment turned out to be the factors of major influence in the retention of the ascorbic acid. The levels with which major quantity of ascorbic acid was retained were: wax-off time (90 s), wax-off temperature (80°C), pH of the Syrup (2,5), degrees Brix of the Syrup (30), wax-off concentration (0,05 %), temperature (95°C) and time (11,52 min) of the heat treatment. In Stage III was characterized physicist, chemically and microbiologically corresponding to the process of production of the aguaymanto canned in syrup realized with the parameters that maximized the retention of ascorbic acid (50,54%), determining in addition the effect of the technological treatment on the content of totally caroten (1,59 mg of  $\beta$ -caroteno/100g), Compounds Fenólicos (39,23 mg ác. Clorogénico/100 g) and antioxidant capacity (383,73  $\mu$ g eq trolox/g and 132,12  $\mu$ g eq trolox/g measured by the methods of the ABTS and DPPH respectively).

**Key words:** Golden berry, *Physalis peruviana*, antioxidant capacity, phenolics compounds, carotenes

### INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares y el cáncer son las principales causas de muertes en la civilización occidental; ante el estrés oxidativo, el organismo debe responder con una defensa

antioxidante extra, ya que dicho estrés puede causar la muerte de la célula.

En las frutas y las legumbres se encuentran muchas sustancias capaces de atrapar radicales libres (responsable de diferentes tipos de daño celular),

<sup>a</sup> Ingeniero en Industrias Alimentarias, Magíster Scintiae en Tecnología de Alimentos. Docente de la Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú [cencina@lamolina.edu.pe](mailto:cencina@lamolina.edu.pe)

<sup>b</sup> Doctor en Ciencia de Alimentos. Docente de la Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú [moup@lamolina.edu.pe](mailto:moup@lamolina.edu.pe)

<sup>c</sup> Master en Ciencia de Alimentos. Docente de la Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú [ritva@lamolina.edu.pe](mailto:ritva@lamolina.edu.pe)

mejorando nuestra defensa antioxidante; numerosas investigaciones epidemiológicas y estudios experimentales han demostrado que el aumento en su consumo ayuda en la prevención de muertes por estas enfermedades, este efecto beneficioso se atribuye principalmente a sustancias con actividad antioxidante, como los compuestos fenólicos, ácido ascórbico, carotenoides entre otros compuestos, sugiriendo que estas sustancias aumentan la defensa antioxidante del organismo [2].

El aguaymanto (*Physalis peruviana*) contiene entre otros nutrientes compuestos bioactivos como el ácido ascórbico,  $\beta$ -caroteno (provitamina A) compuestos fenólicos, entre otras vitaminas que podría proporcionar un efecto fisiológicobeneficioso en la salud, en el funcionamiento del organismo o en el bienestar, mayor que el proporcionado por los nutrientes sencillos que contiene, dado que se conoce que existe un efecto sinérgico entre los compuestos que presenta un alimento con estas características.

Los objetivos específicos de esta investigación fueron determinar la capacidad antioxidante *in vitro* del aguaymanto medido por los métodos del DPPH y ABTS, la cantidad de ácido ascórbico, carotenos y compuestos fenólicos presentes en él así como determinar la capacidad antioxidante, compuestos fenólicos y carotenos en la conserva de aguaymanto en almíbar después de los tratamientos que optimizan la mayor retención de ácido ascórbico según el método Taguchi.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materiales

Se trabajó con aguaymanto (*Physalis peruviana*) procedente del Valle del Mantaro, azúcar blanca refinada, envases de vidrio de 393 ml de capacidad (C-246) con tapas metálicas de 63 mm, ácido cítrico grado alimentario con 99,5% de pureza.

Los análisis se realizaron en los laboratorios de Físico-Químico, Instrumentación y Biotecnología, Microbiología y Planta Piloto de Alimentos; instalaciones pertenecientes a la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional.

### Métodos

#### Etapa 1: Caracterización de la Materia Prima

##### A. Análisis proximal

Se determinó la composición proximal de los frutos y conocer sus características de composición fisicoquímica.

##### B. Análisis Químico de Compuestos Bioactivos

Se determinó el contenido de ácido ascórbico [3], carotenos totales [4], compuestos fenólicos [5] y capacidad antioxidante por el método del DPPH [6] y ABTS [7].

#### Etapa 2: Determinación de los factores que influyen en la retención del ácido ascórbico durante el proceso de elaboración de la conserva de aguaymanto en almíbar

Se determinaron los factores que influyen significativamente ( $p < 0,05$ ), mediante la metodología "Taguchi", en la retención del ácido ascórbico durante el proceso de elaboración de aguaymanto en almíbar. Para cumplir con tal objetivo, se realizaron pruebas preliminares para poder determinar cuales son los niveles mínimo y máximo para cada una de las variables en la elaboración de la conserva de aguaymanto en almíbar, niveles que independientemente cumplieran con propósito de acuerdo al proceso unitario para el cual era utilizado, además se realizó el análisis de la interacción tiempo de tratamiento térmico y pH del almíbar, factores que según investigaciones son las variables que tienen mayor efecto en la retención de la vitamina mencionada, los que se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Niveles de factores para la optimización de la retención de ácido ascórbico en la conserva de aguaymanto en almíbar.

Factores \ Niveles	A (pH)	B (s)	C (°C)	D (°Brix)	E (%)	F (°C)	G
Inferior	2,5	30	80	15	0,05	85	-1
Superior	3,5	90	100	30	0,2	95	+1

#### Etapa 3: Caracterización del producto final

En el producto final, elaborado en base a los factores que hacen óptima la retención de ácido ascórbico, se llevaron las siguientes evaluaciones: análisis proximal, análisis de compuestos bioactivos, y pruebas de esterilidad para conservas según recomendaciones de la [8]

#### Diseño experimental y análisis estadístico

Mediante el Método Taguchi, el que permitió reducir de 128 de un arreglo factorial  $2^7$  a 8 tratamientos de un arreglo ortogonal  $L_8(2)^7$ , se determinaron los factores (Tabla 1) que significativamente ( $p < 0,05$ ) influyeron en la retención de ácido ascórbico durante el proceso de elaboración de la conserva de aguaymanto. Los tratamientos se realizaron por duplicado y se empleó el paquete estadístico Statistica® para los cálculos correspondientes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis de Compuestos Bioactivos de la materia prima

El contenido de ácido ascórbico (28,55 mg/100 g de fruto) se encuentra dentro del rango reportado por varios autores, así tenemos que es un valor menor al reportado por [8] de 43 mg/100 g, pero mayor a lo reportado [9] de 20 mg/100 g. De acuerdo con [10], los niveles de ácido ascórbico en los frutos son variables tendiendo a disminuir estacionalmente. Estos valores pueden diferir por varios factores, entre ellos: suelo, clima, labores culturales, variedad, estado de madurez, etc.

Tabla 2. Análisis de los compuestos bioactivos del aguaymanto (*Physalis peruviana*).

Componente		Contenido
Acido Ascórbico (mg / 100 g)		28,55 ± 0,10
Carotenos totales (mg de β-caroteno/100g)		1,77 ± 0,02
Compuestos Fenólicos (mg ácido clorogénico/100 g)		79,23 ± 0,41
Capacidad Antioxidante (µg eq trolox/g)	DPPH	
	ABTS	Hidrofílica
		Lipofílica
DPPH		249,23 ± 8,01
ABTS Hidrofílica		288,95 ± 3,62
ABTS Lipofílica		297,51 ± 4,23

Los resultados promedios de carotenoides totales (1,77 mg de β-caroteno/100g, lo que equivale a 2950 UI de vitamina A) obtenidos para el aguaymanto se presentan en la Tabla 2, siendo un valor mayor que el mencionado por [9] y [10], pero algo menor al valor de 3 000 UI de vitamina A mencionado por el [12].

Se determinó el contenido de compuestos fenólicos del aguaymanto resultando en un 79,23 mg ácido clorogénico/100 g, el cual es un valor relativamente bajo respecto a los valores mencionado por [2], quien encontró en frutos tales como el marañón (186 mg ácido clorogénico/100 g), guayaba (210 mg ácido clorogénico/100 g), tomate de árbol (105 mg ácido clorogénico/100 g), mango (102 mg ácido clorogénico/100 g), papaya (60 mg ácido clorogénico/100 g).

Se determinó la capacidad antioxidante del aguaymanto, el resultado promedio para un estado de madurez dos y tres fue de 249,23 µg eq trolox/g según el método del DPPH y 288,95 (parte hidrofílica) y 297,51 (parte lipofílica) µg eq trolox/g según el método del ABTS, la capacidad antioxidante de un alimento depende de la naturaleza y concentración de los antioxidantes naturales presentes en él.

Según [13], indica que los compuestos lipofílicos (carotenoides) son mejores queladores que reductores, es decir, los métodos de cuantificación de capacidad antioxidante lipofílica tanto por ABTS como por DPPH no cuantificaría verdaderamente dicho valor, además del efecto sinérgico que existirían entre los compuestos lipofílicos e hidrofílicos presentes en el aguaymanto.

### Determinación de los factores y niveles que hacen máxima la retención de ácido ascórbico

Los factores que se evaluaron durante la elaboración de la conserva en almíbar que influyeron significativamente se muestran en la Tabla 3, en la se presentan los factores y sus niveles ensayados en el proceso de elaboración de la conserva de aguaymanto en almíbar: temperatura (C) y tiempo del descerado (B) y concentración de NaOH (E); grados Brix (D) y pH (A) del almíbar y temperatura (F) de pasteurización, siendo G la interacción (Ax F); mientras que N<sub>1</sub> y N<sub>2</sub> es la cuantificación del ácido ascórbico. }

Tabla 3. Tratamientos aplicados para la optimización de la retención de ácido ascórbico.

FACTORES DE CONTROL								ACIDO ASCÓRBICO (mg/100g)	
Trat am.	A	B	C	D	E	F	G	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>
1	2,5	60	80	15	0,05	85	--	13,43	13,51
2	2,5	60	80	30	0,2	95	--	19,58	19,73
3	2,5	90	100	15	0,05	95	--	19,35	19,67
4	2,5	90	100	30	0,2	85	--	13,31	13,48
5	3,5	60	100	15	0,2	85	--	11,21	11,33
6	3,5	60	100	30	0,05	95	--	15,23	15,54
7	3,5	90	80	15	0,2	95	--	15,11	15,96
8	3,5	90	80	30	0,05	85	--	12,32	12,41

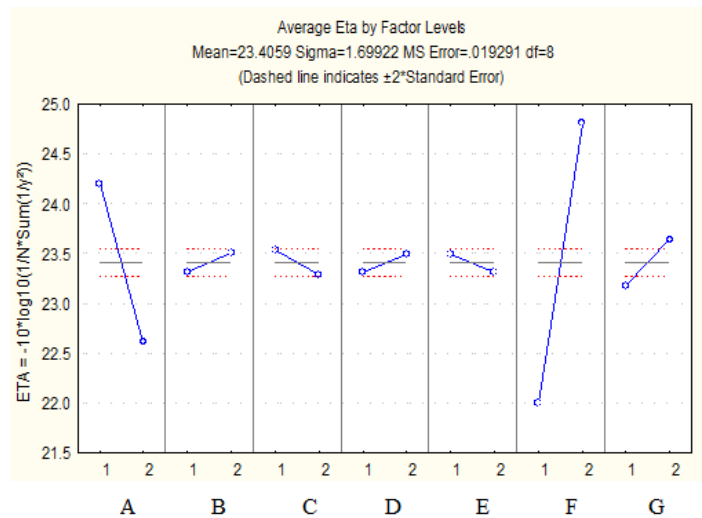


Figura 1. Valores Señal/Ruido (ETA) de cada factor aplicando el método Taguchi L<sub>8</sub>(2<sup>7</sup>).

El análisis de los resultados obtenidos al aplicar el método de Taguchi puede ser interpretado a partir de la Figura 1 de la siguiente manera:

- El factor pH del almíbar tuvo una de los dos más altos valores de ETA significativos, correspondiendo el menor valor de ETA al nivel menor [2,5], por lo que fue seleccionado.
- El factor temperatura del Tratamiento Térmico tuvo el mayor valor de ETA significativo, correspondiéndole al nivel mayor (95°C), siendo por ello seleccionado.
- La interacción pH del almíbar-tratamiento térmico fue significativa. A un mayor nivel de interacción de tales factores se obtuvo un ETA mayor.

### Análisis de Compuestos Bioactivos de la conserva de aguaymanto en almíbar maximizando el contenido de ácido ascórbico

Se observa en la Tabla 4 una reducción del 49,45% de ácido ascórbico en el aguaymanto, después de realizado todo el proceso tecnológico para la obtención de la conserva. Texeira (1983), mencionado por [14], encontró una reducción del 45,3% durante el almacenamiento de conservas de rodajas de naranja en almíbar. Los resultados promedios de carotenoides totales (1,59 mg de β-caroteno/100g, lo que equivale a 2650 UI de vitamina A) obtenidos en la conserva de aguaymanto en almíbar se

presentan en Tabla 4, obteniéndose una retención del 89,83%. [15] menciona que los tratamientos de cocción a pesar de su susceptibilidad a la descomposición, se pueden retener los carotenoides durante el procesamiento industrial si se siguen buenas prácticas tecnológicas. Se recomienda el procesamiento a la temperatura más baja por el tiempo más breve, pero el procesamiento a alta temperatura y tiempo corto es una buena alternativa.

El contenido de compuestos fenólicos de la conserva de aguaymanto en almíbar fue de 39,52 mg ác. clorogénico/100 g, es decir, una retención del 49,88 % respecto a la materia prima inicial, el cual es un valor relativamente bajo respecto al valor inicial del fruto sin tratamiento, esto debido tal vez a que los compuestos fenólicos al ser hidrófilos pudieron migrar hacia el almíbar, resultando por ende una disminución de estos compuestos en el aguaymanto, así también pudieron existir reacciones de degradación durante la aplicación del tratamiento térmico al cual fue sometido la conserva. [16] encontraron en el procesamiento de maíz a temperaturas de esterilización un aumento en el contenido de compuestos fenólicos y posteriormente en su capacidad antioxidante, concluyendo que a una mayor temperatura y menor tiempo se obtuvieron los mayores valores de estos compuestos, enfatizando que se realizaron en procesos de esterilización y no pasteurización como en el caso de la conserva de aguaymanto en almíbar.

Al determinar la capacidad antioxidante de la conserva de aguaymanto se obtuvieron los valores de 132,12 µg eq trolox/g mediante el método del DPPH y 159,14 µg eq trolox/g (parte hidrófila) y 224,39 µg eq trolox/g (parte lipófila) medidas por el método del ABTS, lo que indicaría una reducción de la capacidad antioxidante del 53,01% y 55,08% y 75,42% respectivamente. Esta disminución se puede deber al efecto que tuvo el tratamiento térmico sobre los compuestos hidrofílicos (ácido ascórbico y compuestos fenólicos), así como sobre los compuestos lipofílicos (carotenoides) presentes en el aguaymanto, los cuales siguen actuando sinérgicamente, pero con una disminución de su capacidad antioxidante respecto a la materia prima sin procesar. Existen estudios de

determinación de la capacidad antioxidante en bebidas mediante la metodología del DPPH, obteniéndose valores en general que disminuyeron al realizarse el procesamiento de las frutas para obtener dichas bebidas, las que fueron sometidas también a tratamiento térmico durante su elaboración, referencias mencionadas en el estudio realizado por [1]

Tabla 4. Análisis de los compuestos bioactivos en la conserva de aguaymanto en almíbar.

Componente		Contenido	Retención (%)	
Ácido Ascórbico (mg / 100 g)		14,43 ± 0,02	50,54	
Carotenos totales (mg de β-caroteno/100g)		1,59 ± 0,03	89,83	
Compuestos Fenólicos (mg ácido clorogénico/100 g)		39,52 ± 0,41	49,88	
Capacidad Antioxidante (µg eq trolox/g)	DPPH	132,12 ± 4,23	53,01	
	ABTS	Hidrofílica	159,14 ± 3,78	55,08
		Lipofílica	224,39 ± 3,47	75,42

## CONCLUSIONES

El contenido de compuestos bioactivos del aguaymanto fue de 28,55 mg de ácido ascórbico/100 g; 1,77 mg de β-caroteno/100g; 79,23 mg ácido clorogénico/100 g y capacidad antioxidante de 288,95 µg eq trolox/g (parte hidrofílica) y 297,51 µg eq trolox/g (parte lipofílica) medido por el método ABTS y de 249,23 µg eq trolox/g medido por el método del DPPH.

Para la máxima retención de ácido ascórbico, empleando el Método Taguchi fue de 69,11%, el que se halló con los siguientes parámetros: pH del almíbar (2,5); concentración de NaOH, tiempo y temperatura del descerado (0,05%, 90 s y 80°C); grados Brix del almíbar (30); temperatura y tiempo del tratamiento térmico (95°C y 11,52 min).

El contenido de compuestos bioactivos de la conserva de aguaymanto en almíbar fue 14,43 mg de ácido ascórbico/100 g; 1,59 mg de β-caroteno/100g; 39,52 mg ácido clorogénico/100 g y una capacidad antioxidante de 159,14 µg eq trolox/g (parte hidrofílica) y 224,39 µg eq trolox/g (parte lipofílica) medido por el método ABTS y de 132,12 µg eq trolox/g medido por el método del DPPH.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ICONTEC 1999, Norma Técnica NTC 4580. Uchuva (*Physalis peruviana*), para el consumo fresco o destinado al procesamiento industrial. Colombia. p 1-10.
- [2] Murillo, E. 2005. Actividad antioxidante de bebidas de frutas y de té comercializadas en Costa Rica. Instituto de Alimentación y Nutrición Universidad de Panamá. p25-30.
- [3] AOAC., 1995. Official Methods of Analysis, 16<sup>TH</sup> edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC. p 1058-1059.
- [4] Talcott, S. y Howard, L. 1999. Phenolic autoxidation is responsible for color degradation in processed carrot pure. Journal of Food Chemistry. Vol 47. p 2199-2215.
- [5] Swain, T. y Hillis, W. 1959. The Phenolic Constituents of *Prunus domestica*. I. The quantitative analysis of fenolic constituents. Journal of Food Science, Vol 10. pag 63-68.
- [6] Brand-Willians, W., Cuevelier, M. y Berset, C., 1995. Use of a free Radical method to Evaluate Antioxidant Activity. Lebensm. Wiss. Tol. Vol 28. pp 25-30.
- [7] Arnao, M. 2001. Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: A practical case. Trends in Food Science and Technology. Vol II. Pag 419-421.
- [8] ICMSF. 2000. Microorganismos de los Alimentos, su significado y métodos de numeración. Segunda edición. Tomo II. Editorial Acribia. Zaragoza. España. p 130-135.

- [9] Tapia, M. E. 2000. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago. p 11-12.
- [10] Bernal, J. 1986 Ciencia y Agricultura: "Generalidades sobre el cultivo de la Uchuva". Facultad de Ciencias Agropecuarias UPTC - TUNJA. Editorial Rana y el Águila. Colombia. p 20-32.
- [11] MINAG. 2005. Informe anual del Ministerio de Agricultura. p 230.
- [12] Davies, F. Y Albrigo, G. 1994. Cítricos. Editorial Acribia. Zaragoza. España. p 15-17.
- [13] Gordon, M. 1990. Food antioxidants. Chapter 1. The Mechanism of Antioxidant Action *in vitro*. Elsevier Applied Science London and New York. U.S.A. p 40-45.
- [14] Obregón, A. 2001. Efecto de la Temperatura sobre la Textura de Gajos de Mandarina Satsuma (*Citrus unshiu*) en Almíbar. Tesis para optar el título de Magíster en Tecnología de Alimentos, UNALM. Lima, Perú. p 140.
- [15] Rodríguez-Amaya, D. 1999. Carotenoides y preparación de alimentos: La retención de los Carotenoides Provitamina A en alimentos preparados, procesados y almacenados. Facultad de Ingeniería de alimentos. Universidad Estatal de Campiñas. Campinas SP-Brasil.
- [16] Dewanto, V.; Wu, X. y Hai Liu, R. 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 50, p 4959-4964.

**E-mail:** [cencina@lamolina.edu.pe](mailto:cencina@lamolina.edu.pe)