



## Efecto antioxidante del extracto de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) sobre arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) empacada al vacío

Antioxidant effect of rosemary extract (*Rosmarinus officinalis* L.) on arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) vacuum packed

Norma Gamarra Ramírez

Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Av. Universitaria s/n, Huaraz, Perú.

\*Autor para correspondencia: [ngamarra4@hotmail.com](mailto:ngamarra4@hotmail.com) (N. Gamarra).

Recibido 20 mayo 2016. Aceptado 27 junio 2016.

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto antioxidante del extracto de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) para cuatro concentraciones: 1%, 4%, 7% y 10% de extracto y tres tiempos de actividad del extracto: 10, 20 y 30 minutos, sobre cubos de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) amarilla y blanca empacadas al vacío y almacenadas a 5°C. Se generaron 24 tratamientos experimentales con tres repeticiones para cada caso; se analizó la varianza (ANVA) usando el SAS 9.2 con un diseño de bloque completamente al azar con arreglo factorial, evaluándose los efectos principales y los efectos de interacción de los factores; se usó la prueba LSD (Diferencia Límite de Significación) para la comparación de los promedios de los tratamientos con un nivel de significancia de 5%. Los resultados mostraron que la mejor combinación fue: Variedad amarilla, concentración de 7% de extracto de romero y 20 minutos de actividad del extracto, obteniéndose el mejor efecto antioxidante durante los 5 días de almacenamiento a 5 °C, por la menor oxidación manifestada (Abs. 0,0605) comparable al tratamiento con antioxidantes químicos (1,5% ácido ascórbico – 1,5% ácido cítrico) que actuó como testigo (Abs. 0,0507)

**Palabras clave:** Antioxidantes, romero, oxidación enzimática, arracacha, empaque al vacío.

### ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the antioxidant effect of rosemary extract (*Rosmarinus officinalis* L.) for four concentrations: 1%, 4%, 7% and 10% extract three times activity of the extract: 10, 20 and 30 minutes on cubes of arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) yellow and white vacuum packed and stored at 5 °C. 24 experimental treatments with three replicates were generated for each case; variance (ANOVA) was analyzed using the SAS 9.2 with a design completely randomized block factorial arrangement, evaluating the main effects and interaction effects of factors; LSD test (Least Significant Difference) was used for comparison of treatment averages with a significance level of 5%. The results showed that the best combination was: yellow variety, concentration of 7% of rosemary extract and 20 minutes of activity of the extract to give the best antioxidant effect during the 5 days of storage at 5 °C, the lower manifested oxidation (Abs 0.0605) comparable to treatment with chemical antioxidants (ascorbic acid 1.5% - 1.5% citric acid), which acted as a witness (Abs 0.0507).

**Keywords:** Antioxidants, rosemary, enzymatic oxidation, arracacha, vacuum packed.

### 1. Introducción

Los antioxidantes son sustancias que retardan el comienzo o disminuyen la velocidad de oxidación de los materiales auto oxidables, con la inhibición de la formación de radicales libres en la etapa de iniciación o con la interrupción de la propagación de la cadena de radicales libres (Fennema, 1993). En un proceso oxidativo es necesario la presencia de oxígeno, sustrato y enzima, por consiguiente, para

evitar la oxidación será suficiente, inactivar la enzima o eliminar el oxígeno; dado que, la inactivación enzimática en algunos casos es perjudicial y la eliminación del oxígeno es difícil, la única posibilidad es el uso de antioxidantes (Centro Tecnológico GRANOTEC, 2002).

La Food and Drug Administration (FDA) de USA (FAO, 2004), define los antioxidantes como las sustancias utilizadas para conservar los alimentos, ya que lentifican la

alteración por enranciamiento o la modificación del color debido a la oxidación. En frutas y hortalizas, cuando se producen cortes o daños, existen diversos tipos de reacciones oxidativas que dan lugar a compuestos reducidos, estas reacciones provocan pardeamiento, decoloración de pigmentos endógenos, pérdidas o cambios en la textura además de una pérdida del valor nutritivo (Wiley, 1997). Actualmente los mejores métodos de control para el pardeamiento enzimático en frutas y tubérculos, están dados por una acción sinérgica entre el ácido ascórbico y el ácido cítrico; mientras que la tendencia mundial hoy en día, está orientada hacia la sustitución de los productos químicos o sintéticos, muchos de ellos de impactos negativos sobre la salud y el ambiente (FAO, 2004). Es así que, ante la creciente oposición al uso de antioxidantes sintéticos en la industria alimentaria, es necesario encaminarse a la búsqueda de productos naturales, tal es el caso de los extractos de plantas aromáticas que presenten actividades antioxidantes similares o mayores y que puedan en poco tiempo sustituirlos, procurando aprovechar la biodiversidad de nuestro país, revalorando los cultivos andinos y dándoles valor agregado, buscando además nuevos usos e incentivando su producción a futuro.

Cuppert y Hall (1998), citado por Skerget *et al.* (2001) determinaron que dentro de las plantas aromáticas la familia Labiada es la más importante en cuanto a su acción antioxidante. Esta familia agrupa plantas aromáticas y medicinales muy conocidas como el orégano (*Origanum vulgare*), romero (*Rosmarinus officinalis*), albahaca (*Ocimum basilicum*), melisa (*Melisa officinalis*), menta o hierbabuena (*Mentha piperita*), poleo (*Mentha pulegium*), salvia (*Salvia officinalis*), tomillo (*Thymus vulgaris*) y lavandas (*Lavanda latifolia* y *Lavanda vera*). El romero (*Rosmarinus officinalis*), es una planta aromática reconocida por sus fuertes características antioxidantes, usada tradicionalmente en alimentación por su aroma y sabor agradable y por su propiedad de retardar el deterioro del color en los alimentos fundamentalmente por su contenido en ácido carnósico, carnosol, rosmanol y epirosmanol, componentes que le dan el alto poder

antioxidante. Esta planta además de derivados terpénicos, contiene también pigmentos flavónicos, flavoglucósido, taninos, azúcares y elementos minerales (Sherwin, 1990). Otra propiedad muy importante que presenta el romero, es su actividad antimicrobiana, la cual, se atribuye al carnosol, ácido ursólico y rosmanol (Szollosi *et al.*, 2002).

La Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), es una raíz tuberosa perteneciente a la familia de las umbelíferas, al igual que la zanahoria (*Daucus carota*) y el apio (*Apium graveolens*); es un producto propio del Perú con gran potencial de mercado tanto en fresco como procesado por ser una raíz andina de fácil adaptabilidad a diversas zonas ecológicas; actualmente, la arracacha es cultivada en zonas consideradas con altos índices de pobreza, así este cultivo, de generarse una demanda sostenida por parte de los consumidores, constituiría una alternativa económica importante para los agricultores de esos lugares (Burgos *et al.*, 2006).

La raíz tuberosa de arracacha al ser pelada, presenta problemas de oxidación del tejido interno, originándose el denominado pardeamiento enzimático que va en desmedro de su calidad y que a la vista da una coloración oscura nada agradable para ser adquirida por los consumidores, siendo la actividad de la peroxidasa una de las responsables del pardeamiento al entrar en contacto con el aire cuando sufre daños físicos como golpes o es sometida al pelado y/o cortado (Salas, 2004). La exposición de la superficie donde se ha producido un daño mecánico al aire produce un rápido pardeamiento, debido a la oxidación enzimática de los fenoles. El pardeamiento se produce cuando los tejidos han sido dañados, se encuentra oxígeno y cobre presente; la velocidad de pardeamiento dependerá de factores como la concentración y actividad de la poli-fenoloxidasas, de la cantidad y naturaleza de los compuestos fenólicos, pH, temperatura, actividad de agua y de la cantidad de oxígeno disponible en el entorno del tejido vegetal (Moliner, 2006).

Durante los últimos 50 años se ha utilizado el almacenamiento en Atmósfera Controlada (AC) ó Atmósfera Modificada (AM), como

sistema de alargar la vida útil de frutas y hortalizas. (Wiley, 1997). El almacenaje en atmósferas modificadas, es realizado en recipientes con permeabilidad diferencial a los gases, por períodos cortos, donde la concentración no es exactamente controlada; los sistemas de envasado empleados en productos alimenticios comprenden el envoltimiento en películas plásticas estirables o retráctiles, en bolsas de plástico y tubos de malla. Es común en productos de exportación, utilizar un recubrimiento con una película estirable de polietileno de 15 a 18 micras de espesor y bolsas de polipropileno (Moliner, 2006).

## 2. Materiales y métodos

### Material de estudio

Se obtuvieron de zonas de cultivo que garantizaron su calidad, el romero (*Rosmarinus officinalis* L.) de Huanchac – Huaraz y la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), variedades amarilla y blanca de Yungay, ambos en el departamento de Ancash.

### Métodos de análisis

#### Caracterización de los materiales de estudio

El romero fue caracterizado mediante un análisis químico proximal y la arracacha en lo referente a medidas biométricas, azúcares reductores, ácido ascórbico, almidón, pH y análisis químico proximal, según los métodos indicados por la AOAC (1984 y 1990)

#### Evaluación del color como efecto antioxidante de extracto de romero en cubos de arracacha empacados al vacío

Se aplicó el método Espectrofotométrico Visible, recomendado por Fenema (1993) e indicado también por Váscones (1993) citado por Ashie *et al.* (1996), efectuándose la lectura directa de la Transmitancia de cada uno de los tratamientos a una longitud de onda de 420 nanómetros, para luego realizar el cálculo del Índice de Pardeamiento a través del valor de la respectiva Absorbancia de las muestras.

$$\text{Índice de Pardeamiento} = \frac{\text{Absorbancia}}{\log(\text{Transmitancia})} = 2 -$$

#### Caracterización de los cubos de arracacha con antioxidantes de extracto de romero en empaque al vacío a 5 °C

Se caracterizaron en base a un análisis químico proximal según los métodos indicados por la AOAC (1984), análisis sensorial mediante la Prueba Discriminativa, modalidad Comparación Pareada en la forma de Diferencia Simple para el producto crudo y en la forma de Diferencia Direccionada para el producto cocido en sus atributos de color, olor, sabor y textura, citado por Rojas (2008) con 20 jueces semi entrenados y el análisis microbiológico referido al Recuento total de *Aerobios mesófilos*, *E. coli* y *Salmonella* sp. Recomendado por Mossel (2003).

### Método experimental

#### Diseño experimental

Se usó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial. El número de tratamientos dado por la combinación de los factores estudiados fue  $2 \times 4 \times 3 = 24$  Tratamientos con 3 repeticiones cada uno, además de los Testigos tanto sin tratamiento como con inhibidores químicos (1,5% ácido ascórbico – 1,5% ácido cítrico) para la variedad amarilla y para la variedad blanca de arracacha.

#### FACTORES EVALUADOS

Factor A: Variedades de arracacha

A<sub>1</sub>: Arracacha blanca, A<sub>2</sub>: Arracacha am-arilla.

Factor B: Extracto de romero concentración Conocida

B<sub>1</sub>: 1%. B<sub>2</sub>: 4 %; B<sub>3</sub>: 7%; B<sub>4</sub>: 10%

Factor C: Tiempo de actividad del extracto de romero de concentración conocida, sobre los cubos de dos variedades de arracacha

C<sub>1</sub>: 10 minutos C<sub>2</sub>: 20 minutos C<sub>3</sub>: 30 min.

Se procedió a la evaluación del color para establecer el efecto antioxidante del extracto de romero sobre los cubos de dos variedades de arracacha empacados al vacío, al primero, tercero y quinto día de almacenado el producto a 5°C, obteniéndose los siguientes bloques:

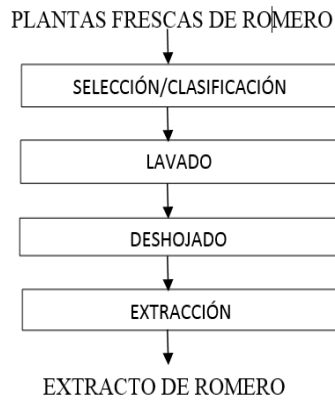
Bloques: Días de almacenamiento

BLOQUE 1: Día 1 BLOQUE 2: Día 3

BLOQUE 3: Día 5.

#### Obtención del extracto de romero

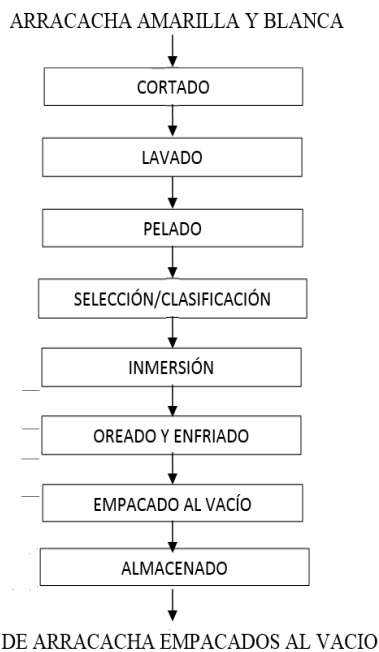
Se procedió a obtenerlo de acuerdo al Diagrama de Flujo mostrado en la Tabla 1.



**Figura 1.** Diagrama de flujo para la obtención de extracto de romero.

**Obtención de cubos de arracacha empacados al vacío**

Se procedió a obtenerlo de acuerdo al Diagrama de Flujo mostrado en la Figura 2.



**Figura 2.** Diagrama de flujo para la obtención de cubos

**Tratamiento estadístico de los resultados experimentales**

Se realizó el análisis de varianza (ANVA) usando el SAS 9.2, considerando el diseño de bloque completamente al azar con arreglo factorial, para los efectos principales, así como para los efectos de interacción de los factores. Para las pruebas de comparación de los promedios de los tratamientos se utilizó la prueba LSD (Diferencia Límite de Significación), con un nivel de significancia de 5%.

**3. Resultados y discusión**

**Caracterización**

La Tabla 1 muestra que en las hojas frescas de romero predomina el agua con un 83,2% correspondiéndole a la materia seca un contenido de 16,8%, destacando la presencia de Carbohidratos (11,2%). Se trabajó con ramas de romero previo a la etapa de floración garantizando la mayor presencia de compuestos antioxidantes; los componentes fenólicos presentes en el romero como el ácido rosmarínico está influenciado por la especie, variedad y edad de la planta Skerget *et al.* (2001). El balance de materia de las hojas frescas de romero con respecto al peso de los atados, fue en promedio 70,5%.

**Tabla 1.** Análisis químico proximal de las hojas frescas de romero

Componente	Datos de Laboratorio (%)	(*) Datos Bibliográficos (5%)
Humedad	83,2	80,0 – 88
Grasa	0,4	Menos de 1
Proteína	1,4	1 – 2
Ceniza	1,5	Máximo 2
Fibra	2,3	2 – 3
Carbohidratos	11,2	10 – 15

(\*): Datos reportados por Wiley, 1997.

En la Tabla 2 se aprecia las características físico-químicas de la arracacha en sus dos variedades, siendo el contenido de humedad para la blanca 73% y para la amarilla 71,5%, encontrándose ambas variedades concordantes con los valores reportados por Collazos *et al.* (1995).

**Tabla 2.** Características físico química de la arracacha: Amarilla y blanca

Componentes	Arracacha Amarilla	Arracacha Blanca	Datos Bibliográficos	
			(1) Amarilla	(2) Blanca
Humedad (%)	71,50	73,00	69,40	75,10
Grasa (%)	0,20	0,30	0,12	0,30
Proteína (%)	1,18	1,13	1,19	0,70
Ceniza (%)	0,80	1,00	1,31	1,00
Fibra (%)	0,80	1,00	1,30	1,00
Carbohidratos (%)	25,52	23,57	26,68	22,90
(%) Azúcares reduct.	3,30	2,00	2,82	6,05
Ácido ascórbico	26,50	25,00	18,26	-28,4
Almidón	18,00	16,90	17,90	
pH	6,35	6,50	6,40	

(1) Rodas (1992), Arracacha variedad Amarilla, promedio de 4 análisis.

(2) Collazos *et al.* (1995), Arracacha variedad Blanca, promedio de 4 análisis.

Ambas tienen un bajo contenido de grasa, proteína, ceniza y fibra, pero alto contenido de carbohidratos en concordancia a lo reportado por Burgos *et al.* (2006). La amarilla tiene mayor contenido de azúcares reductores, ácido ascórbico y almidón y el pH es casi similar en ambas variedades Collazos *et al.* (1995). El balance de materia en la obtención de cubos tiene un rendimiento de 79,0% para la amarilla y 76,5% para la blanca.

**Evaluación del color como efecto antioxidante de extracto de romero en cubos de arracacha empacados al vacío**  
**Análisis de varianza para todos los tratamientos**

El análisis estadístico para los ensayos realizados de evaluación de Absorbancia luego de 1, 3 y 5 días de almacenado el producto a 5 °C, determinó con un error del 5% que, existen diferencias significativas entre los efectos principales: diferentes tiempos de almacenaje, variedades de arracacha, concentraciones del extracto y tiempos de actividad del extracto, así como en la interacción de concentración del extracto\*tiempo de actividad del extracto, mas no así entre la interacción de los otros factores.

**Análisis de los efectos principales**

Se analizaron los efectos simples mediante la prueba LSD a un nivel de significancia del 5%, mostrado en la Figura 03. Se aprecia en la Figura 03 (a) que a medida que transcurre el tiempo de almacenaje refrigerado, hay una disminución del valor de luminosidad y un aumento de la Absorbancia creciendo el valor inicial en aproximadamente un 49% con respecto al valor final, obtenido a los 05 días de almacenaje, en todos los tratamientos evaluados; por consiguiente el oscurecimiento que se produce en los cubos de arracacha, es producto de una serie de reacciones bioquímicas, las cuales funcionan para proteger y reparar el daño celular, la arracacha se va oscureciendo lentamente en el tiempo por acción de la polifenoloxidasas, independiente de la concentración del antioxidante utilizado, del tiempo de su actividad y de la variedad trabajada. La disminución del valor de la Luminancia o Transmitancia y el incremento de la Absorbancia, representa una pérdida de

claridad a medida que transcurre el tiempo de almacenaje. El valor definido como Luminancia o Transmitancia, en este caso, esta dado en función de la claridad que presentan los cubos de arracacha cortados al momento de la evaluación, el cual puede variar entre 0 y 100 (X-Rite, 2003).

Ashie *et al.* (1996), al evaluar el proceso de pardeamiento enzimático en frutas y hortalizas en forma instrumental, midiendo la variación del color en los parámetros correspondientes, señala que existe una directa relación entre una disminución de la luminosidad, respecto a un aumento en el grado de pardeamiento. Mientras que Castañer *et al.* (1996) al realizar mediciones en lechugas, indican que la disminución del valor "L" (Luminancia) está asociado al oscurecimiento de los tejidos.

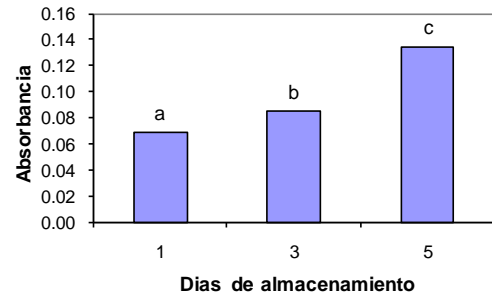
Los daños mecánicos (pelado del endocarpio o cáscara, así como el corte del mesocarpio o pulpa), aceleran la alteración de la arracacha en sus dos variedades al romperse las membranas celulares e incrementarse la actividad enzimática, lo que provoca oscurecimiento de los tejidos dañados (Wiley, 1997). El pardeamiento en las dos variedades de arracacha, se evidencia progresivamente más al pasar el tiempo y es debido a la actividad de la peroxidasa, lo cual explica el incremento de la Absorbancia a medida que transcurre el tiempo de almacenaje, de manera independiente al tratamiento recibido. De la Figura 3(b) se desprende que, la arracacha variedad blanca es más sensible en un 20% que la variedad amarilla al oscurecimiento de sus tejidos, atribuyéndose ello a que su mesocarpio es más delicado, tiene menor contenido de ácido ascórbico y por ende es más susceptible al oscurecimiento, además de haber captado más profundamente la coloración oscura de los extractos de romero utilizados en los respectivos tratamientos. Asimismo, se aprecia en la Figura 03 (c), con respecto a las concentraciones de extracto preparadas con hojas frescas de romero, tienen un mayor poder antioxidante en el producto evaluado los extractos a niveles de 7% y 10%, apreciándose que su efecto es muy similar en función a la respuesta de la Absorbancia mostrada. Igualmente, el tiempo de actividad de los extractos Figura 03 (d) sobre los cubos de arracacha, no

presenta mayor diferencia significativa en cuanto a su efecto, existiendo similitud de eficiencia entre 20 minutos y 30 minutos.

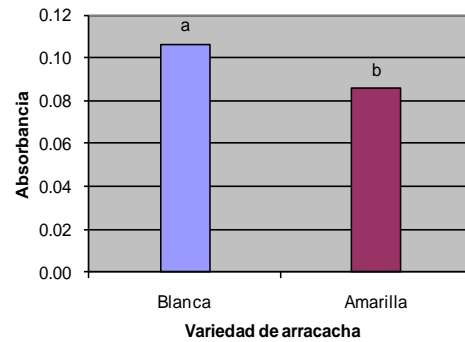
Estudios realizados por el Centro Tecnológico GRANOTEC (2002), señalan que la utilización de antioxidantes retrasa la alteración oxidativa de los alimentos, pero no la evita de una forma definitiva. Coincidentemente, los resultados obtenidos en este estudio, muestran un control del pardeamiento enzimático, mediante el uso de soluciones preparadas con ácido ascórbico más ácido cítrico y hojas frescas de romero con control de concentración y tiempo de actividad, desapareciendo su efecto a medida que transcurre el período de almacenaje. El control del pardeamiento enzimático, en los cubos de arracacha empacados al vacío, utilizando extractos acuosos preparadas con hojas frescas de romero, coincide con lo señalado por Szollosi *et al.* (2002), quienes, al evaluar la acción antioxidante de plantas medicinales y aromáticas, manifiestan la dificultad de trabajar con este tipo de extractos, debido a que no se conoce la cantidad exacta de ingredientes activos que componen dichas infusiones en su acción antioxidante.

#### Determinación del mejor tratamiento

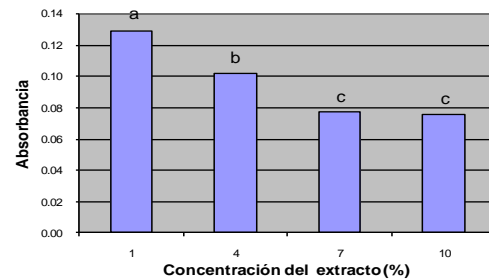
Se muestra en la Figura 4 la comparación de los promedios de absorbancia de los distintos tratamientos: 24 experimentales más 4 testigos, haciendo un total de 28 tratamientos, mediante la aplicación de la Prueba de Comparación de Promedios LSD (Diferencia Límite de Significación), obteniéndose un grupo que estadísticamente no presentan diferencias significativas con respecto al promedio de su absorbancia, siendo éstos los de menor promedio, encontrándose en este grupo los tratamientos con inhibidores o antioxidantes químicos para ambas variedades y antioxidantes orgánicos (romero) pero solo para la variedad amarilla, por lo que se concluye que, el tratamiento 08 correspondiente a la variedad amarilla con 7% de concentración y 20 minutos de actividad del extracto de romero es la mejor alternativa y se constituye en el mejor tratamiento en cuanto a su efecto antioxidante, comparable a los tratamientos con inhibidores químicos.



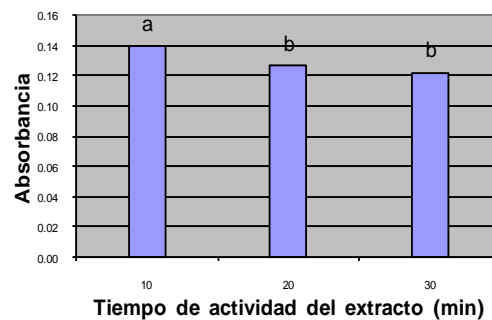
(a)



(b)



(c)

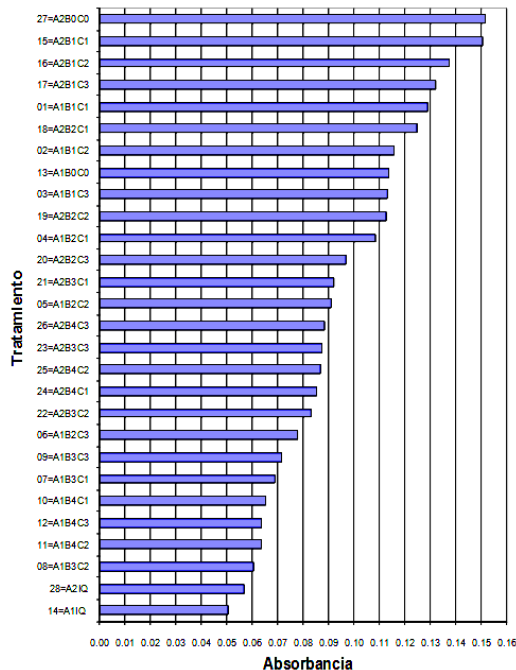


(d)

**Figura 3.** Análisis de los efectos principales: días de almacenamiento (a), variedades (b), concentración del extracto (c) y tiempo de actividad del extracto (d) sobre la absorbancia.

Fennema (1993) hace mención que, el ácido ascórbico es uno de los constituyentes en el caso de los tubérculos, que influyen en las reacciones de oscurecimiento, así como los azúcares reductores y otros componentes orgánicos para que se produzca la formación del color durante el proceso de almace-

miento, estos componentes siempre están presentes en los tubérculos, no importa su variedad, madurez, zona de cultivo y otros aspectos. En el caso de la arracacha al tener estos componentes, la coloración oscura se ve incrementada, apreciándose ello en los resultados de la experimentación.



**Figura 4.** Determinación del mejor tratamiento: Efecto de los tratamientos sobre la absorbancia.

Las polifenoloxidasas catalizan dos reacciones en cadena incrementadas por la presencia de O<sub>2</sub>: Hidroxilación de monofenoles a difenoles quienes posteriormente se transforman en quinonas, siendo el primer producto de la oxidación enzimática las o-quinonas (Moliner, 2006). En la presente investigación el O<sub>2</sub> no ha estado bajo control directo de la experimentación por lo que se convierte en un factor favorecedor del pardeamiento de la arracacha.

#### Caracterización del mejor tratamiento

El producto obtenido bajo las condiciones del mejor tratamiento (Tratamiento 08: variedad amarilla, concentración de 7% de extracto de romero y 20 minutos de actividad del extracto), mostró en su análisis químico proximal un mayor contenido de agua que el material fresco (Tabla 03), lo cual no tuvo influencia negativa en su conservación desde el punto de vista microbiológico. Con respecto al contenido de materia seca en la raíz tuberosa es de 26,5% muy similar a lo

reportado por Rodas (1992) en su estudio de almidón de arracacha. González (2001) menciona que, valores elevados de almidón y materia seca están directamente relacionados con el contenido de humedad que pueda tener la raíz en estudio, su valor es muy importante, porque de acuerdo a la humedad el pardeamiento puede verse favorecido. En ese sentido, al incrementarse la humedad de los cubos de arracacha por estar inmersos en soluciones acuosas, son más susceptibles al pardeamiento.

**Tabla 3.** Análisis químico proximal del mejor tratamiento (Tratamiento 08) luego de 5 días de almacenamiento a 5 °C

Componentes	Arracacha	Arracacha
	Amarilla (%) (A)	Amarilla (%) (B)
Humedad	73,50	71,50
Grasa	0,20	0,20
Proteína	1,19	1,18
Ceniza	0,90	0,80
Fibra	0,80	0,80
Carbohidratos	23,41	25,52

Muestra A: Arracacha con tratamiento.

Muestra B: Arracacha sin tratamiento.

Fennema (1993) menciona que, el ácido ascórbico es uno de los constituyentes de los tubérculos, que influyen en las reacciones de oscurecimiento, así como los azúcares reductores y otros componentes orgánicos para que se produzca el oscurecimiento durante el proceso de almacenamiento, estos componentes siempre están presentes en los tubérculos, no importa su variedad, madurez, zona de cultivo y otros aspectos. En el caso de la arracacha al tener estos componentes, la coloración oscura se ve incrementada, apreciándose ello en los resultados de la experimentación.

El ligero decremento de la presencia del ácido ascórbico en el producto final en almacenamiento de 26,50 mg glucosa/mL muestra a 24,80 mg glucosa/mL muestra (Tabla 4) favoreció dicho proceso enzimático natural con formación de o-quinonas, las cuales sufren una reacción irreversible derivándose en una posterior polimerización (McEvily *et al.*, 1992).

En cuanto al pH y la actividad de la polifenoloxidasa, ésta se encuentra en bajas concentraciones en los tejidos, presentando un rango óptimo de acción de 6,0 a 6,5 de pH (Fennema, 1993).

Se menciona que, el rango óptimo de acción en tubérculos corresponde a un pH de 5,0 a 8,0 con temperaturas de 25 a 35 °C (Burgos *et al.*, 2006) y teniendo la arracacha en sus variedades amarilla y blanca un pH promedio de 6,4, se convierte en un medio óptimo para su actividad y consecuente oscurecimiento del producto. El uso de inhibidores químicos como el ácido ascórbico y ácido cítrico usado en los testigos, minimiza su actividad plena, habiéndose observado esto en los resultados experimentales.

**Tabla 4.** Análisis de azúcares reductores, ácido ascórbico y pH del mejor tratamiento (Tratamiento 08) luego de 5 días de almacenamiento a 5 °C

Componentes	Arracacha Amarilla (%)	Arracacha Amarilla (%)
	A	B
Azúcares reductores (mg glucosa/ mL muestra)	3,90	3,30
Ácido ascórbico (mg/100g de producto fresco)	24,80	26,50
pH	6,40	6,52

Muestra A: Arracacha con tratamiento.

Muestra B: Arracacha sin tratamiento.

El análisis sensorial del mejor tratamiento, mostrado en la Tabla 05 aplicando la prueba Discriminativa en su modalidad de Comparación Pareada y aplicando la Diferencia Simple para el producto en estado cocido, solo denota cierta diferencia en el sabor, resaltando el hecho de ser más agradable los cubos de arracacha con antioxidantes orgánicos provenientes del romero. La aplicación de estas pruebas es recomendada por Rojas (2008) quien sustenta su respectiva efectividad.

**Tabla 5.** Evaluación sensorial del mejor tratamiento (Tratamiento 08) luego de 5 días de almacenamiento a 5 °C en comparación al producto fresco, ambos en estado cocido

Atributo	Arracacha cocida		Resultado
	Puntuación		
	Muestra A	Muestra B	
Color	09	11	No hay diferencia significativa
Olor	08	12	No hay diferencia significativa
Sabor	15	05	Hay diferencia significativa en el sabor, siendo a mejor a b
Textura	10	10	No hay diferencia significativa

Muestra A: Arracacha con tratamiento.

Muestra B: Arracacha sin tratamiento.

Microbiológicamente, según lo mostrado en la Tabla 06, el producto cumple con lo estipulado por la Norma Sanitaria de Calidad Microbiológica emanada del Ministerio de Salud – Perú, en su rubro de Frutas y Hortalizas (Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA) por lo que los resultados obtenidos en los cubos de arracacha empacados al vacío y mantenidos por 5 días a 5°C, garantizan su conservación.

**Tabla 6.** Análisis Microbiológico del mejor tratamiento (Tratamiento 08) luego de 5 días de almacenamiento a 5 °C

Análisis	Arracacha amarilla con tratamiento	Frutas y hortalizas MINSA-Perú (*)
Aerobios mesófilos	50 x 10 <sup>2</sup> ufc/g	10 <sup>4</sup> a 10 <sup>6</sup>
<i>E. coli</i>	12 col/g	10 a 10 <sup>2</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	Ausencia	Ausencia / 25 g

(\*) Norma Sanitaria de calidad microbiológica. Ministerio de Salud – Perú. Frutas y hortalizas, 2008.

#### 4. Conclusiones

Se evaluó el efecto antioxidante del romero (*Rosmarinus officinalis L.*) en cuatro concentraciones: 1%, 4%, 7% y 10% de extracto y tres tiempos de actividad: 10, 20 y 30 minutos, sobre cubos de dos variedades de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) amarilla y blanca empacados al vacío y almacenados durante 5 días a 5 °C, habiéndose encontrado influencia significativa de los factores principales experimentales: días de almacenamiento, variedades, concentración del extracto, tiempo de actividad del extracto, testigos y de la interacción concentración del extracto - tiempo de actividad del extracto, como efecto antioxidante en los cubos de arracacha.

Se determinó el tratamiento 08 como mejor tratamiento: Variedad amarilla, concentración de 7% de extracto de romero y 20 minutos de actividad del extracto, mostrando los cubos de arracacha empacados al vacío mejor efecto antioxidante durante los 5 días de almacenamiento a 5 °C, debido a la menor oxidación manifestada (Abs. 0,06054000) comparable a los tratamientos con inhibidores químicos (Abs. 0,05069333).



## Referencias

- Ashie, I.; Simpson, B.; Smith, J. 1996. Mechanisms for controlling enzymatic reactions in foods. *Journal of Food Science and Nutrition* 36(1): 1-30.
- Association Of Official Analytical Chemists (AOAC) 1984, 1990. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 16 Edition. Arlington. Dakota del Sur. USA.
- Burgos, H.; Chavez, C.; Julca, J.; Amaya, J. 2006. Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). Gobierno Regional La Libertad – Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. Trujillo. Perú.
- Castañer, M.; Gil, M.; Artes, F. 1996. Inhibition of browning of harvested head lettuce. *Journal of Food Sciences and Nutrition* 61 (2): 314-316.
- Centro Tecnológico Granotec. 2002. Antioxidantes naturales. *Tecnología de Alimentos* 5 (23): 4-7. Mexico.
- Collazos, A.; Garcia, P.; Miranda, S. 1995. Tabla de composición de los alimentos peruanos. Instituto Nacional de Nutrición. Lima. Perú.
- Fennema, O. 1993. *Química de los alimentos*. Ed. Acribia, Zaragoza - España
- Gonzales, G. 2001, Extracción y caracterización del almidón de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*) y sus tratamientos térmicos, Tesis para Optar el Título de Magíster en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria-Lima. Perú.
- McEvily, A.; Iyengar, R.; Otwell, W. 1992. Inhibition of enzymatic browning in foods and beverages. *Journal of Food Sciences and Nutrition* 32(3): 253-263.
- Ministerio De Salud, Peru. 2008. Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Resolución Ministerial N° 591-2008/ MINSa. Perú.
- Moliner, A. 2006. Situación preliminar de las frutas y hortalizas. La tecnología de la IV Gama. Simposio Internacional de Postcosecha de Frutas y Hortalizas, Granada. ANECOOP, S. COOP. España.
- Mossel, D.; Moreno, D.; Struijk, C. 2003. *Microbiología de los Alimentos*. Edit. Acribia, Zaragoza. España.
- Organizacion De Las Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentacion (FAO) 2004. *Alimentos producidos orgánicamente*. Disponible en <http://www.fao.org>
- Rodas, R. 1992. Obtención y caracterización de la harina de arracacha amarilla obtenida por secado en túnel de aire caliente. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria. Lima. Perú.
- Rojas, C. 2008. Separata del curso de Análisis Sensorial. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Trujillo. Perú.
- Salas, S. 2004. Promoción de cultivos andinos: Desarrollo de Agroindustrias y mercados para la arracacha. Centro Internacional de la Papa. Lima. Perú.
- Sherwin, P. 1990. Antioxidants and food additives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 40: 1270 – 1285.
- Skerget, S.; Stangler M.; Hadolina, Z.; Knez, N. 2001. Separation of antioxidative components from plants of the labiatae family by supercritical fluid extraction. *Race*. Universidad de Maribor. Eslovenia.
- Szollosi, R.; Szollosi, I.; Simpson, B.; Knez, N. 2002. Total antioxidant power in some Species of Labiatae (Adaptation of FRAP method) *Proceedings of the 7th Hungarian Congress on Plant Physiology* 46(3):125- 127.
- X-Rite. 2003. Guía para entender la comunicación del color. Disponible en <http://www.xrite.com>
- Wiley, R. 1997. *Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas*. Editorial Acribia. Zaragoza. España.

