

“Evaluación de la Estabilidad de Antocianinas durante el Almacenamiento de Zanahoria Púrpura (*Daucus carota*)”

“*Stability of Anthocyanins in the Storage of Carrot Purple (Daucus carota)*”

Valle Colchao Manuel E., Aguirre Miranda Julio, Domínguez Castañeda Jorge

Departamento de Ingeniería Agroindustria, Universidad Nacional del Santa

RESUMEN

La investigación tuvo como finalidad evaluar la Estabilidad de Antocianinas Durante el Almacenamiento de Zanahoria Púrpura (*Daucus carota*) de la variedad *Índigo winter*, cosechado del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) – Estación Experimental Agraria Donoso Huaral. En estado de madurez fisiológica, posteriormente se llevó al Laboratorio de Composición y Análisis de Productos Agroindustriales donde se seleccionó, clasificó uniformemente y fueron empacada en grupos de 3; donde dos de ellas eran de Polietileno de Baja Densidad y Polipropileno de Baja Densidad y otra sin empaque; luego fueron almacenadas en 3 diferentes temperaturas; Ambiente, 5° C y 10° C. Por un periodo de almacenamiento de 11 días. Como variable dependiente de estudio se evaluó la Tasa de Conservación de Antocianinas.

Para la evaluación de la investigación, se ha comparado los mejores resultados de las muestras empacadas; siendo la zanahoria púrpura empacada en Bolsa de Polietileno de Baja Densidad y Almacenada a 5° C, la que conservó mejor las Antocianinas (97.03%); En comparación de una que no fue empacada y almacena a Temperatura Ambiente, se obtuvo un conservación del 94.03%.

Descriptor: INIA, zanahoria púrpura, *Índigo winter*, antocianinas, estabilidad.

ABSTRACT

Research was intended evaluate *Stability of Anthocyanins in the Storage of Carrot Purple (Daucus carota)*, *Índigo winter*, comes from of Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) – Estación Experimental Agraria Donoso Huaral. It was harvested in physiological maturity, later it went to Composition and Analysis Agroindustrial Products Laboratory where it was selected, classified uniformly and were packed in groups of 3; where two of them were of Low-Density Polyethylene and Low-Density Polypropylene and other one without packing; then they were stored in 3 different temperatures; Environment, 5° C and 10° C. Variable dependent on study evaluated Anthocyanin Conservation Rate. For a period of storage of 11 days.

The Research compared the best results of the packed samples; the carrot purple packed in Low-Density Polyethylene and Stored to 5° C, which preserved better the Anthocyanin (97.03 %). In compares of one not packed and stored to Temperature Environment, there was obtained conservations 94.03 %.

Keywords: INIA, purple carrot, *Índigo winter*, anthocyanins, stability.

INTRODUCCIÓN

Las zanahorias fueron estudiadas desde hace casi 80 años, por su actividad de la provitamina A. Las zanahoria son asociadas con la reducción de cáncer de pulmón y de mama, alta contracción de vitamina, modulación de la función inmunológica e incremento de los sueros antioxidantes.

Las zanahorias contienen diferentes combinaciones y cantidades de micronutrientes, fibras, vitaminas, minerales y fotoquímicas incluyendo carotenoides, fenólicos, poliacetilenos y sesquiterpenos. Existen zanahorias de diferentes colores como blanca, naranja, amarilla, roja y púrpura.

La zanahoria púrpura, es introducida en la producción mundial, debido a su presencia de antocianinas. Además de los componentes

nutricionales convencionales, zanahorias púrpuras contienen más de 40 ácidos fenólicos y 5 antocianinas predominantes como cianidina glucósidos aciladas. Las Antocianinas poseen bioactividad antiinflamatorio porque poseen fracciones enriquecidas reduciendo los factores de adherencia celular en las células endoteliales. Cianidina-3-glucósido reduce la activación de la NF-κB en células endoteliales, mientras que cianidina disminuye la producción de óxido nítrico en los macrófagos. Cianidina-3-glucósido y cianidina son la pigmentación principal y antocianidina, respectivamente, en zanahoria púrpura.

La Zanahoria dentro de su diversidad fotoquímica y entre sus variedades representa un gran reto para la industria de alimentos funcionales y suplemento dietético interesada en maximizar los beneficios para la salud. Del tal forma, existen relaciones complejas entre el producto alimentario, el material de embalaje y el medio ambiente, estrechamente relacionados entre sí, que se producen simultáneamente y de las cuales va a depender la pérdida del valor nutricional del producto. [1]

El objetivo del presente trabajo de investigación evaluar la Estabilidad de Antocianina Durante el Almacenamiento de Zanahoria Púrpura. Con esta premisa se plantearon los objetivos específicos:

- Caracterizar fisicoquímicamente la materia prima fresca
- Evaluar la degradación de antocianinas durante el almacenamiento de zanahoria púrpura.
- Evaluar los sólidos solubles (°Brix), pH, pérdida de humedad y peso durante el almacenamiento de zanahoria púrpura.

EXPERIMENTAL

Para evaluar la estabilidad de antocianinas se analizó la materia prima zanahoria púrpura de la variedad *Índigo winter*, proveniente del Instituto Nacional de Innovación Agraria – Huaral. La cosecha se realizó antes de que la raíz alcance su completo desarrollo (5cm de diámetro), se realizó en forma manual, para determinar el momento óptimo se procedió a muestrear las raíces, estos no deben presentar daños por insectos o enfermedades. La cual fue cosechada el día 16 de diciembre de 2010.

Materiales

- Agua destilada
- Beakers 300 ml
- Pipetas volumétricas
- Placa petri

- Probeta
- Vaso precipitado

Reactivos

- Acetato de Sodio
- Acido Clorhídrico
- Cloruro de Potasio

Materiales de Empaque

- Bolsa de Polietileno de Baja Densidad - **PEBD**
- Bolsa de Polipropileno de Baja Densidad - **PPBD**

Metodología de Análisis

Para cuantificar el contenido de antocianinas durante el almacenamiento de la zanahoria púrpura, se usó un Espectrofotómetro, Marca Jasco V-670-Japan; se empleó el método:

CUANTIFICACIÓN DEL TOTAL DE ANTOCIANINAS MEDIANTE EL MÉTODO DEL pH DIFERENCIAL (AOAC 2005.02 37.168 - Giusti, M.M. y Wrolstad, R.E.)

Las antocianinas desarrollan transformaciones estructurales reversibles con el cambio del pH manifestado por el espectro a diferentes absorbancias. La forma del oxonio coloreado predomina a pH 1.0 y la forma hemiacetal incolora a pH 4.5.

El método del pH diferencial se basa en esta reacción y permite segura y rápidamente medir el total de antocianinas monoméricas.

Materiales:

- Buffer pH 1.0, 0.025 M Cloruro de Potasio
- Buffer pH 4.5, 0.4 N Acetato de Sodio

Se utilizó un espectrofotómetro Jasco V-670; las mediciones fueron realizadas a 520 (máxima longitud de onda determinada) y a 700 nm. El contenido de antocianinas monoméricas fue calculado como cianidina-3-glucósido, usando como coeficiente de extinción molar 26 900 L cm⁻¹mg⁻¹ y como peso molecular 449.6 g/L. Los cálculos se realizaron usando las siguientes fórmulas:

$$\text{Contenido de Antocianinas } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{(A \times MW \times DF \times 1000)}{(\epsilon \times l)}$$

$$A = (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH } 1.0} - (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH } 4.5}$$

Donde:

A = Absorbancia de la muestra
MW= 449,6 g/L, Peso Molecular de cianidina-3-glucósido
DF = Factor de dilución
 ϵ = 26 900 L cm⁻¹mg⁻¹, Absortividad Molar de cianidina-3-glucósido
l = 1cm, grosor de la cubeta

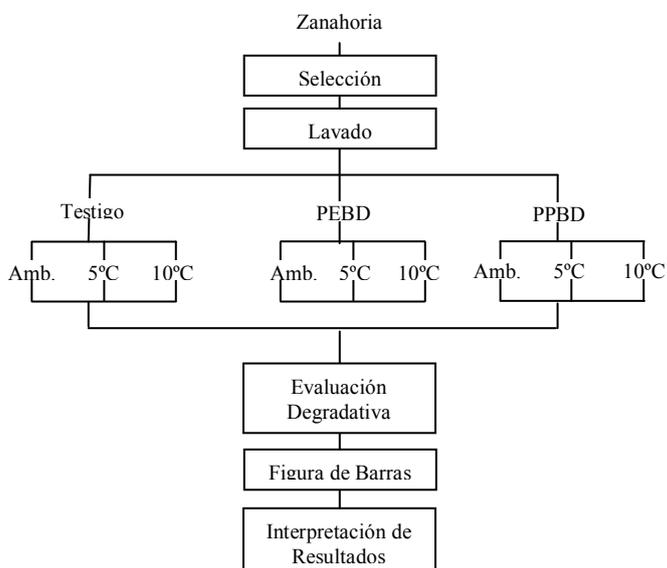
Análisis durante el Almacenamiento

La determinación del contenido de sólidos solubles se realizó con un refractómetro (marca: Hand. Held Atago), haciendo la lectura de °Brix directamente del equipo. Para la Acidez Titulable (%Ácido Cítrico) se determinó en base al método 10.026 de la AOAC.

El pH se determinó con un potenciómetro digital (marca: Shott Gerate), por inmersión del electrodo en el jugo del zanahoria previa calibración con solución buffer de pH 4 y 7 a 25° C.

Para el índice de Respiración, se utilizó un respirómetro. La humedad se determinó por secado y diferencia de pesos de acuerdo al método 934.06 (37.1.10) del AOAC.

Descripción del Proceso para el Almacenamiento de Zanahoria Púrpura



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Caracterización de la materia prima

Tabla N° 01: Características físicas

CARACTERÍSTICAS	ZANAHORIA
Forma	Cilíndrica - cónica
Largo (cm)	20.67±0.50
Diámetro Médula (cm)	2.66±0.35
Diámetro Pulpa (cm)	0.93±0.16

Peso (gr)	103.1±2.28
Color Piel	Púrpura
Color Pericarpio	Amarillo Púrpura
Color Médula	Púrpura

El diámetro de médula y pulpa es 3.0 cm y 0.9 cm; respectivamente. Con respecto al peso promedio fue de 103.1 gr, siendo ese resultado acercándose al reportado por el mismo autor, 102.28 gr. [1]. Según la tabla N° 01, las zanahorias púrpuras presentaron forma cilíndrica-cónica, con punta firmes y uniformes, lo cuales se ajustan a las características de la variedad utilizada en la presente investigación. Con respecto al tamaño, los datos promedios obtenidos fueron 20.67 cm. Con un diámetro de médula de 2.66 cm y pulpa de 0.93 cm; encontrándose para el caso de diámetro de médula y de pulpa cerca a los reportados por el autor.

Con respecto al color de piel, pericarpio y médula fueron púrpura, amarillo púrpura y Púrpura respectivamente como se observa al ser un corte transversal a la zanahoria púrpura, Figura N° 01.

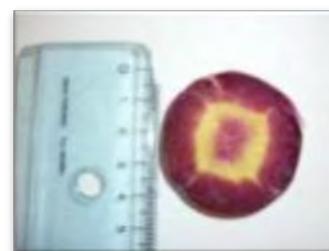


Figura N° 01: Corte Transversal

La caracterización fisicoquímica de la materia prima se hizo en base al contenido de pH, Sólidos Solubles (°Brix), Acidez Titulable (%Ácido cítrico), Humedad (%), Ceniza (%), antocianinas (mg/100g). Los valores promedios se reportaron en la Tabla N° 02.

Tabla N° 02: Características Fisicoquímicas

CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD
pH	5.98±0.03
Sólidos Solubles	6.30±0.10
Acidez Titulable	0.09%±0.01%
Tasa de Respiración	16.10±0.05
Humedad	86.19%±0.33%
Ceniza	0.26%±0.01%
Antocianinas	7.19±0.88
¹ Grasa Cruda	0.10%
¹ Proteína Cruda	1.84%

¹O. S. Manuel. Departamento de Química. UNALM (2010)

¹ Fibra Cruda	1.71%
¹ Carbohidratos	9.29%
¹ Energía	45.43 Kcal/100g

El pH promedio obtenido para la zanahoria púrpura fue de 5.98; el contenido promedio de sólidos solubles en la zanahoria púrpura fue de 6.30 °Brix. El porcentaje promedio de acidez titulable de la zanahoria púrpura fue de 0.09 (%ácido cítrico). En relación a su Tasa de Respiración fue 16.10 mgCO₂/Kg.hr. Con respecto al contenido de humedad y cenizas fueron 86.19% y 0.26% respectivamente.

3.2 Efecto del Tipo de Empaque y la Temperatura de Almacenamiento sobre la Estabilidad de Antocianinas, día 11

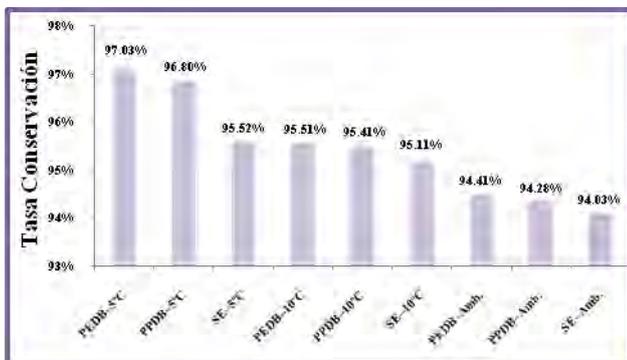


Figura N° 02: Promedios Conservación de Antocianinas

Interpretación Estadística:

Para la interacción entre el **Tipo de Empaque y la Temperatura de Almacenamiento** con un nivel de significación del 5%. Existe significancia estadística para aceptar que la Conservación de Antocianinas de Zanahoria Púrpura es diferente en interacción del Tipo de Empaque y la Temperatura de Almacenamiento.

Existen relaciones complejas entre el producto alimentario, el material de embalaje y el medio ambiente, estrechamente relacionados entre sí, que se producen simultáneamente y de las cuales va a depender la pérdida del valor nutricional del producto. Para prolongar la conservación a estado fresco, se recurre a la refrigeración y a las atmosferas llamadas modificadas [2,3]. Si observamos la Figura N° 01,

el tratamiento, donde se presenta mayor tasa de conservación de antocianinas, al día 11, fue la zanahoria púrpura que se empacó con Polietileno de Baja Densidad y almacenada a 5° C, con un 97.03%; en una conservación media fue la empacada en Polipropileno de Baja Densidad y almacenada 10° C, con 95.41%. Por último la que menos conservación de antocianinas fue la zanahoria púrpura que no fue empacada y almacenada al Ambiente, 94.03%.

3.3 Condiciones Óptimas para la Estabilidad de Antocianinas

En base a los resultados anteriores, que nos muestran como influye el tipo de empaque y temperatura de almacenamiento en la estabilidad de antocianinas, se determinó las condiciones en que se maximice la estabilidad de antocianinas durante el almacenamiento de zanahoria púrpura de la variedad Indigo winter.

Siendo las condiciones óptimas, para la mayor Estabilidad de Antocianinas Durante el Almacenamiento de Zanahoria Púrpura, las cuales son: Tipo de Empaque; Bolsa de Polietileno de Baja Densidad; y Temperatura de Almacenamiento 5°C.

La determinación de estas condiciones se hizo de forma empírica, interactuando 3 tipos de empaque con 3 Temperaturas de Almacenamiento; teniendo como resultado 9 tratamientos, los cuales cada 2 días se cuantificó la concentración de antocianinas, cada tratamiento independientemente uno del otro; se analizó hasta el día 11.

3.4 Evaluación de Zanahoria Púrpura Durante el Almacenamiento

Una vez determinada la condición donde existe mayor estabilidad de antocianinas durante el almacenamiento de zanahoria púrpura, se analizaron y compararon con control. Las evaluaciones fueron Conservación de Antocianinas y fisicoquímicas durante el almacenamiento de zanahoria púrpura.

3.4.1 Evaluación de la Conservación de Antocianinas

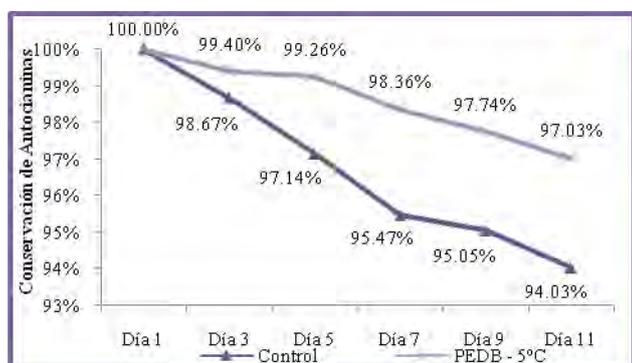


Figura Nº 02: Evaluación de la Conservación de Antocianinas

El polietileno tiene una permeabilidad elevada al oxígeno [3]. El oxígeno tiene un efecto negativo en la estabilidad de antocianinas, esto es debido a que la presencia del oxígeno molecular hace muy susceptible a la molécula de antocianina [4]. Incrementos de temperatura resultan en pérdida del azúcar glicosilante en la posición 3 de la molécula y apertura de anillo con la consecuente producción de chalconas incoloras [5]. En la Figura Nº 02, la evaluación de Conservación de Antocianinas durante el almacenamiento de zanahoria púrpura, al comparar un control con una empacada en Polietileno de Baja Densidad y Almacenada a 5° C, durante 11 días, se nota que la variación es mayor en el control, con casi 6%; pero en las condiciones óptimas se presenta mayor Estabilidad de Antocianinas, siendo 2.97% de variación.

3.4.2 Evaluación de Sólidos Solubles (°Brix)

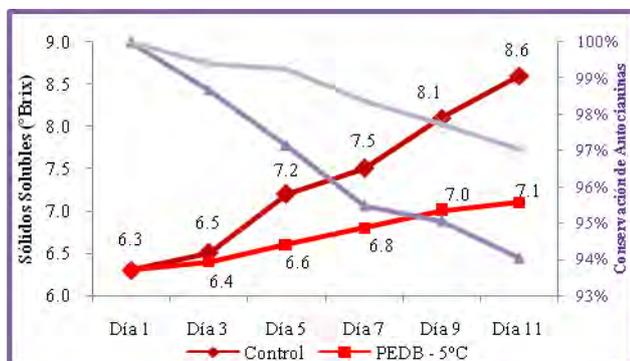


Figura Nº 03: Evaluación de Sólidos Solubles (°Brix) y Conservación de Antocianinas

La concentración en sólidos solubles de los zumos se expresa en °Brix. Las zanahorias después de la cosecha la proporción de azúcares

no reductores a reductores aumenta en forma exponencial. También menciona que; los azúcares, ya sea libres o combinados con otros constituyentes son muy importantes para alcanzar un sabor agradable del producto, mediante un equilibrio en la proporción ácido-azúcar, color atractivo (derivado de las antocianinas) y una textura saludable, si están combinados apropiadamente con polisacáridos estructurales [6,7]. En la tabla Nº 09, la evaluación de Sólidos Solubles (°Brix) durante el almacenamiento de zanahoria púrpura, fue diferente para la empacada en Polietileno de Baja Densidad a Temperatura Ambiente como la de control, ya que en esta última la variación fue mayor, 2.3° Brix; mientras que en la primera fue sólo de 0.7° Brix. De la Figura Nº 03, se puede deducir que Variación de Sólidos Solubles (°Brix) aumenta mientras que la Tasa Conservación de Antocianinas durante el almacenamiento de zanahoria púrpura, va disminuyendo. Por lo tanto la Variación de Sólidos Solubles (°Brix) es inversamente proporcional a la Tasa Conservación de Antocianinas.

3.4.3 Evaluación de pH

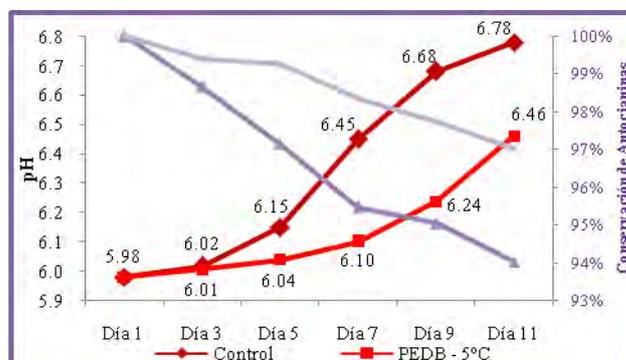


Figura Nº 04: Evaluación de pH y Conservación de Antocianinas

Los principales cambios que se producen en los alimentos refrigerados durante el almacenamiento es la degradación de los pigmentos; en las frutas y hortalizas. Los cambios de pH provocan variación en el color de las antocianinas, a pHs menores de 2, la antocianina existe en su mayoría en la forma de catión flavilio (C-3=O-azúcar). Conforme el pH incrementa ocurre una pérdida de protón obteniendo la forma quinoidal. Así mismo puede ocurrir otra reacción, la hidratación, para obtener la forma incolora de carbinol o pseudobase. Ésta última puede equilibrarse hacia la forma abierta de chalcona, la cual también es incolora [2,8]. La Evaluación del pH durante el almacenamiento de zanahoria púrpura, presentó una tendencia a

aumentar a lo largo de todo el periodo; tanto para la zanahoria empacada en Polietileno y almacenada a 5° C, como el control; se puede observar en la tabla N° 10, un mayor de pH el control que va de 5.98 a 6.78 y a comparación de la empacada a 5° C, que se encuentran en intervalos de 5.98 a 6.76. Si relacionamos estos resultados, Figura N° 04, notamos como el aumento del pH tiene un efecto la estabilidad de antocianinas. Por lo tanto la Variación del pH es inversamente proporcional a la Tasa Conservación de Antocianinas.

3.4.4 Evaluación de Humedad (%)

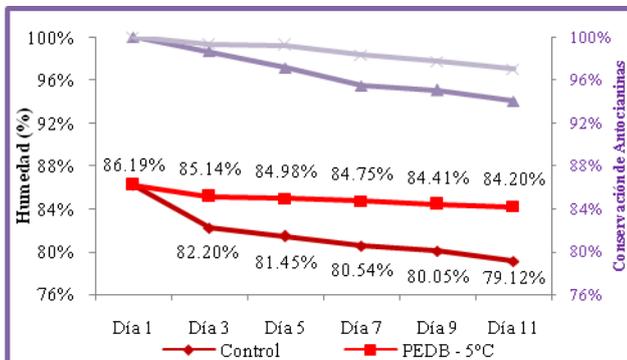


Figura N° 05: Evaluación de Humedad (%) y Conservación de Antocianinas



Figura N° 06: Zanahoria Púrpura al Primer Día y después al día 11, respectivamente

Los paquetes además de la protección normal contra el polvo y los microorganismos, la característica buscada actualmente es la de que el material actúe como barrera frente a la humedad, el oxígeno, el anhídrido carbónico y el nitrógeno. Esta barrera debe ser, según los casos, flexible para permitir la fabricación de saquitos y bolsitas. Como por ejemplo, el Polietileno de Baja Densidad, el polipropileno y el PVC rígido son excelentes barreras frente a la humedad [3]. La Evaluación del Humedad (%) durante el almacenamiento de zanahoria púrpura, presentó una tendencia a disminuir a lo largo de todo el periodo, se observa en la Figura N° 05, que la zanahoria empacada en Polietileno y almacenada a 5° C, perdió sólo 1.99% de Humedad, mientras que

en el control pierde mas del 7%. Por lo tanto la Variación de Humedad (%) es directamente proporcional a la Tasa Conservación de Antocianinas.

3.4.5 Evaluación de Pérdida De Peso (%)

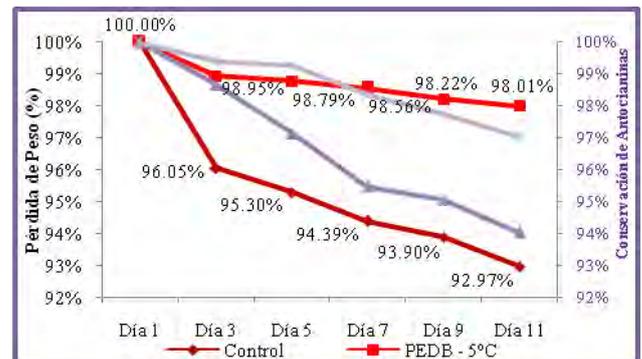


Figura N° 07: Evaluación de Pérdida de Peso (%) y Conservación de Antocianinas

La variación del peso de un producto se debe a la pérdida de agua al ambiente como vapor, moviéndose desde los espacios intercelulares existentes en el parénquima hacia la atmósfera exterior, la liberación puede darse a través de las lenticelas, las estomas o la cutícula. La pérdida de peso se puede disminuir considerablemente si se empaquetan los alimentos a almacenar, porque el aire interior de los paquetes llega casi a saturarse con vapor de agua. En la publicación de enero de la revista el enfriamiento rápido evita pérdida de peso y marchitez [8, 9]. La Evaluación de Pérdida de Peso (%), Figura N° 07, durante el almacenamiento de zanahoria púrpura, presentó una tendencia a disminuir a lo largo de todo el periodo, tanto así que la zanahoria empacada en Polietileno y almacenada a 5° C, perdió casi el 2.00% de su peso inicial, en comparación al control pierde 44.7%. Por lo tanto la Pérdida de Peso (%) es directamente proporcional a la Tasa Conservación de Antocianinas.

CONCLUSIONES

Las características fisicoquímicas de la materia prima fueron: pH 5.98±0.03, Sólidos Solubles (°Brix) 6.30±0.10, Acidez Titulable (%Ácido cítrico) 0.09%±0.01%, Tasa de Respiración 16.10±0.05 (mgCO₂/Kg.hr). Humedad (%), 86.19%±0.33%, Ceniza (%), 0.26%±0.01%, Antocianinas (mg/100g), 7.19±0.88.

Para una mayor Estabilidad de Antocianinas de Zanahoria Púrpura, variedad *Indigo winter*, se deben empaçar en Bolsa de Polietileno de Baja Densidad y se almacenadas a temperatura de 5° C. Pues se obtuvo 97.03% de Tasa de Conservación de Antocianinas Durante el Almacenamiento de Zanahoria Púrpura.

La zanahoria púrpura, al día 11, procesado en las condiciones óptimas presentó las siguientes características fisicoquímicas; pH 6.46 ± 0.14 , Sólidos Solubles (°Brix) 7.10 ± 0.10 , Humedad (%), 84.20 ± 0.36 %, Antocianinas (mg/100g) 6.98 ± 0.85 .

Existe un efecto sinérgico entre el tipo de empaque y temperatura de almacenamiento sobre la estabilidad de antocianinas de una fruta u hortaliza, el primero por efecto de presencia de oxígeno y el segundo por efecto de temperatura, ambos casos son factores que degradan las antocianinas.

AGRADECIMIENTOS

Al Jefe Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales Profesor MSc. Gilbert Rodríguez Paúcar y Jefe Laboratorio de Composición Bioquímica de Producto Agroindustriales Profesor MSc. Jorge Domínguez Castañeda, de la Universidad Nacional del Santa; por su asesoramiento incondicional.

REFERENCIAS

- [1] N. S. Pedro. Evaluación y Selección de 13 cultivares de zanahoria (*daucus carota*) de color púrpura campaña de verano, en condiciones de costa central del valle Chancay – Huaral. INIA-EE Donoso. (2008)
- [2] O. R. Fennema. Química de los Alimentos. 2° Ed. Editorial Acribia S.A. (2000)
- [3] D. Botteselle. Materiales Aislantes "El Polietileno". Universidad de Chile. (2007)
- [4] M. Cerón. Extracción, caracterización y estabilidad de antocianinas y otros compuestos antioxidantes obtenidos a partir de zarzamora. Universidad de las Américas Puebla. (2008)
- [5] L. Saldaña. Efecto de la copigmentación sobre la expresión de color en sistemas modelo de ciruela (*Prunus domestica*). Escuela de Ciencias, Universidad de las Américas Puebla. (2004)
- [6] E. AGUILAR Inducción de la copolimerización de antocianinas monoméricas de fresa (*Fragaria ananassa*) en sistemas modelo. Universidad de las Américas, Puebla. (2002)
- [7] R. P. Gilbert, Manual de Práctica de Laboratorio de Fisiología y Tecnología Postcosecha (2009)
- [8] Sena, Manual de Fisiología, Reino Unido (1995).
- [9] MUNDO HVACR. Almacenamiento y refrigeración de frutas. Disponible en <http://www.mundohvacr.com.mx/mundo/2010/01/almacenamiento-y-refrigeracion-de-frutas> (Accesado 28/12/10)

E-mail: manuelvallecolchao@hotmail.com