



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ARTÍCULO CIENTÍFICO

## EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA DEL ALMACENAMIENTO SOBRE EL CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO Y PROPIEDADES NUTRACÉUTICAS DE LA UVILLA *Physalis peruviana* L CON CÁLIZ.

**Autor:** Delia Margarita Chancosi Conlago

**Directora:** Ing. Magali Anabel Cañarejo Antamba, MSc.

**Asesores:** Dra. Lucía Cumandá Yépez Vásquez, MSc.

Ing. Juan Carlos de La Vega, MEng.

Ing. Nicolás Pinto Mosquera, MEng.

**IBARRA – ECUADOR**

**2017**

## HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



**NOMBRE:** Chancosi Conlago Delia Margarita

**DOCUMENTO DE IDENTIDAD:** 172453936-4

**FECHA DE NACIMIENTO:** 19 de Junio de 1993

**ESTADO CIVIL:** Soltera

**DIRECCIÓN:** Pichincha – Cayambe – Santo Domingo N°1

**TELÉFONO CELULAR:** 0986091510

**CORREO ELECTRÓNICO:** margaritachancosi@gmail.com

**AÑO:** 2017

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

FICAYA – UTN

**CHANCOSI CONLAGO DELIA MARGARITA**, EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA DEL ALMACENAMIENTO SOBRE EL CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO Y PROPIEDADES NUTRACÉUTICAS DE LA UVILLA *Physalis peruviana* L CON CÁLIZ/ TRABAJO DE GRADO, Universidad Técnica del Norte, Carrera de Agroindustria, Ibarra, 17 de Marzo del 2017.

**DIRECTORA: MSc. Magali Anabel Cañarejo Antamba**

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la temperatura del almacenamiento sobre el contenido de ácido ascórbico y propiedades nutraceuticas de la uvilla *physalis peruviana* L con cáliz.

**Ibarra, 17 de Marzo del 2017**



MSc. Magali Anabel Cañarejo Antamba

**Directora de Tesis**



Chancosi Conlago Delia Margarita

**Autora**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA DEL ALMACENAMIENTO SOBRE EL CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO Y PROPIEDADES NUTRACÉUTICAS DE LA UVILLA *Physalis peruviana* L. CON CÁLIZ.**

**Resumen**

La uvilla *Physalis peruviana* L. es una fruta andina con propiedades nutraceuticas debido a sus compuestos antioxidantes naturales tales como el ácido ascórbico, carotenos y fenoles solubles. El ácido ascórbico se encuentra en el fruto en mayor cantidad con un valor de 43.73 mg.100g<sup>-1</sup> PF, éste compuesto es altamente sensible a la degradación durante el almacenamiento, por lo que, el objetivo fue evaluar el efecto de la temperatura de almacenamiento sobre el contenido de ácido ascórbico y propiedades nutraceuticas en uvilla fresca con cáliz. Se plantearon cuatro tratamientos T1: 2°, T2: 5°C, T3: 8°C y T4: temperatura ambiente (17 a 23) °C. Las variables evaluadas fueron textura con el texturómetro (modelo EZ-9X), color con el espectrofotómetro de reflectancia (modelo 250 plus), contenido de fenoles solubles totales (FST) y ácido ascórbico (AA) mediante los métodos Folin-Ciocalteu y titulación con 2,6-dichloroindophenol respectivamente, se monitorearon cada cinco días durante veinte días de almacenamiento para determinar su estabilidad. Los resultados indican mayor estabilidad del AA en el tratamiento T1 con porcentaje de degradación (28.8%), en comparación a los tratamientos T2, T3 y T4 que reportan valores de 30.45%, 33.49% y 42.58% respectivamente. El contenido de FST, presentó menor degradación (16.40%) en el tratamiento T1, en tanto que en los tratamientos T2: 21.37%, T3: 26.82% y T4: 34.41%, por lo que es posible que los frutos presenten mayor

capacidad antioxidante. En conclusión, los frutos de uvilla almacenados a 2°C mantienen un equilibrio entre color, textura, contenido de ácido ascórbico y polifenoles totales, debido a que los procesos metabólicos del fruto que ocasionan las reacciones de degradación de los compuestos bioactivos se inhiben a temperaturas bajas de almacenamiento.

**Palabras claves:** propiedades nutraceuticas, compuestos bioactivos, actividad antioxidante, ácido ascórbico y polifenoles totales.

**Abstract**

The goldenberry *Physalis peruviana* L. is an Andean fruit with nutraceutical properties due to natural antioxidant compounds such as ascorbic acid, carotene and soluble phenols. Ascorbic acid is found in high amount on the fruit with a value of 43.73 mg.100 g<sup>-1</sup> PF, this compound is highly sensitive to degradation during storage, therefore, the objective was to evaluate the effect of storage of the temperature on the content of ascorbic acid and nutraceutical properties in fresh goldenberry with calyx. Were studied four treatments T1: 2°, T2: 5°C, T3: 8°C y T4: room temperature (17 a 23) °C. The variables evaluated were texture with the texturometer (model EZ-9X), color with the reflectance spectrophotometer (model 250 plus), ascorbic acid (AA) content and total soluble phenols (FST) by titration methods using the reactive denominated 2,6-dichloroindophenol and Folin-Ciocalteu respectively, were monitored every five days for twenty days of storage to determine their stability. The results showed a high stability of AA in the treatment T1 with the percentage of degradation (28.8%), compared to treatments T2, T3 and T4 that report values of 30.45%, 33.49% and 42.58% respectively. The FST content

presented lower degradation (16.40%) in the treatment T1, whereas in the treatments T2: 21.37%, T3: 26.82% y T4: 34.41%, so it is possible that the fruits will be presented higher antioxidant capacity. In conclusion, fruits stored at 2°C keep a balance between color, texture, ascorbic acid content and total polyphenols, because the metabolic processes of the fruit that cause the degradation reactions of the bioactive compounds are inhibited at low temperatures of storage.

**Key words:** nutraceutical properties, bioactive compounds, antioxidant activity, ascorbic acid, total polyphenols.

## 1 Introducción

La uvilla es una fruta andina a la cual se le atribuye propiedades nutraceuticas relacionadas a sus componentes bioactivos como lo son el ácido ascórbico, los carotenoides y fenoles totales (Daza, Suárez, y Núñez, 2012), los cuales le otorgan la capacidad antioxidante que tiene la función de prevenir el daño agudo ocasionado por los radicales libres que son metabolitos secundarios de los procesos oxidativos normales de las células, los cuales causan enfermedades en el ser humano (Ramírez, *et al.*, 2012).

El compuesto que se encuentra en mayor cantidad en el fruto de uvilla es el ácido ascórbico importante antioxidante natural que no se sintetiza en el organismo humano lo que hace necesario ingerirlo a través de la dieta, el cual se encuentra en forma reducida de L ácido ascórbico, que tiende a unirse con oxígeno provocando pérdida de aroma y sabor natural del fruto. El contenido varía de manera significativa de acuerdo con los factores relacionados como prácticas agrícolas, manejo poscosecha, preparación

para consumo y almacenamiento (Baudi, 2013).

Durante el almacenamiento de frutas frescas en la industria el mayor problema es la pérdida del ácido ascórbico, debido a que es sensible a parámetros tales como oxígeno, temperatura, pH, enzimas y factores externos como golpes y cortes, los cuales alteran el contenido de ácido ascórbico presente en la fruta fresca; sin embargo, la temperatura es uno de los factores de mayor limitación durante el almacenamiento debido a que a mayor temperatura existe mayor degradación del ácido ascórbico por la oxidación en ácido L-dehidro ascórbico (DHAA), el cual es sensible a la hidrólisis del puente de lactona. Dicha hidrólisis es irreversible y forma ácido 2,3-dicetogulónico, el responsable de la pérdida de la actividad vitamínica, por lo tanto disminuye la calidad nutricional y funcional de la fruta (Fennema, 2010).

La estabilidad del ácido ascórbico y los compuestos antioxidantes depende de la composición del alimento, además del manejo adecuado de las condiciones de almacenamiento. El apropiado manejo de la temperatura es el factor principal para minimizar el deterioro y maximizar la vida útil de la uvilla (Kader, 2011).

Las bajas temperaturas son capaces de retrasar la maduración, deterioro y conservar los compuestos bioactivos presentes en las frutas, debido a que el frío inhibe la síntesis del ácido ascórbico (Agustí, 2010).

Con base en estas consideraciones, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la estabilidad del ácido ascórbico, propiedades nutraceuticas y físicas de la uvilla con cáliz durante el almacenamiento, con el fin de proporcionar información relevante para desarrollar métodos de conservación óptimos, alternativas de exportación y mejorar las

perspectivas de comercialización de la uvilla, tanto fresca como procesada.

## 2 Materiales y métodos

El material biológico utilizado fue frutos frescos de uvilla con cáliz de la variedad manzana grande procedentes de la parroquia Manzano Guaranguí de la ciudad de Ibarra. La muestra fue de 15kg, la cual fue separada en 3 proporciones de 5kg cada una; de cada proporción se seleccionó tomando en cuenta el tamaño, color del cáliz, presencia de daños físicos, infestación de plagas y se caracterizó mediante análisis físicos y químicos para clasificar a los frutos dentro del índice de madurez 5.1 de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana 4580 (Incotec, 1999).

Se utilizó un diseño Completo al Azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones con doce unidades experimentales compuestas de 1kg (400 unidades) de uvilla con cáliz. Los tratamientos fueron temperatura de almacenamiento a 2°C, 5°C, 8°C y temperatura ambiente (17 a 23°C). Los frutos se empacaron en fundas de polietileno transparente con cierre hermético y se almacenó durante 20 días.

A los 0, 5, 10, 15 y 20 días de almacenamiento del fruto se realizaron mediciones de color, textura, ácido ascórbico y polifenoles totales.

### 2.1 Métodos Analíticos

#### 2.1.1 Determinación de Color

El color se determinó de muestras de 1cm de diámetro de la superficie externa del fruto con el espectrofotómetro de reflectancia (modelo Specord 250 plus) en la escala CIE  $L^*a^*b^*$ , con el iluminante C y ángulo estándar de observador 2°, los resultados fueron expresados mediante ángulo de Tono Hue y Cromo calculados mediante la (Ecuación (1)

y (2) respectivamente) descrita por (Valero, 2013).

$$h^* = \arctg(b^*/a^*) \quad (1)$$

$$c^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (2)$$

Además, se calculó la variación de color de acuerdo a la Ecuación (3) descrita por Gliemmo, Latorre, Gerschenson, y Campos, (2009).

$$\Delta E = [(\Delta L^*) + (\Delta a^*) + (\Delta b^*)] \quad (3)$$

Donde  $L_0$ ,  $a^*_0$  y  $b^*_0$  representan la lectura en el tiempo 0, y  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  representan las lecturas al final del almacenamiento.

#### 2.1.2 Determinación de Textura

La textura se midió en dos sentidos (longitudinal y transversal) con un texturómetro (modelo EZ-9X), donde se determinó la fuerza de ruptura de la fruta mediante un proceso de punzamiento con una aguja a velocidad de 1mm/s, los resultados se expresaron en gramos fuerza que necesita el dispositivo para penetrar la superficie del fruto.

#### 2.1.3 Determinación de pH

Se midió mediante la inmersión de los electrodos del potenciómetro Jenway (modelo 3510) calibrado con un buffer de pH 4 y pH 7 en 50 ml de muestra de uvilla triturada.

#### 2.1.4 Contenido de Sólidos Solubles.

Se determinó con el refractómetro de mesa (modelo 1310499), el cual se calibró con agua destilada, de acuerdo al método AOAC 932.12-1980 (Henshall, 2012).

#### 2.1.5 Acidez Titulable.

De acuerdo al método descrito por la AOAC 942.1- 1990 (Henshall, 2012) y los resultados se expresaron en porcentaje (%) de ácido cítrico.

### 2.1.6 Cuantificación de Ácido Ascórbico.

El análisis se realizó según el método descrito por la AOAC 967.21- 1968 (Henshall, 2012), para lo cual se tomó muestras de 5 g de uvilla fresca triturada, y se extrajo en la solución de ácido metafosfórico y ácido acético en agitación magnética durante 30 minutos, se filtró y en balones volumétricos de 50 ml. La titulación se realizó en 2 ml de extracto con 2,6-dichloroindophenol. Los resultados se expresaron en mg de ácido ascórbico por 100g de fruta fresca. Los análisis se realizaron por triplicado.

### 2.1.7 Determinación de Polifenoles Totales.

Previo al análisis se liofilizó y molió los frutos de uvilla para ser almacenados en bolsas de papel kraft en el desecador hasta el análisis.

#### Preparación de extractos.

El extracto se preparó de 0,5 g de muestra liofilizada con 20 ml de metanol en agitación magnética por 15 minutos a 700 rpm y se almacenó a 2°C durante 24 horas, luego se centrifugó a 4000 rpm durante 20 min, el sobrenadante transparente se filtró con papel Watman N° 4 y se aforó a 25 ml.

#### Cuantificación de extractos.

Se preparó la curva de calibración con ácido gálico en concentraciones de 10 a 50 ppm. Para la cuantificación en el extracto se siguió el método descrito por Yildiz *et al.*, (2015) con mínimas modificaciones. Se utilizó 0.25ml de extracto de uvilla, al cual se adicionó 2.3ml de agua destilada, luego 0.15ml de Folin-Ciocalteu 1N y se mezcló durante 15 segundos en vortex, después de cinco minutos de incubación se adicionó 0.6ml de carbonato de sodio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) al 19%, se agitó la mezcla 10 s y se incubó durante 2 horas en la oscuridad al ambiente.

La lectura de la absorbancia se realizó a 760 nanómetros en el Espectrofotómetro Jenway (modelo 6705 UV/Vis). Las muestras se analizaron por triplicado.

Los resultados obtenidos se expresó como valores medios  $\pm$  desviación estándar, se realizó el análisis de varianza ANOVA y se aplicó la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) y polinomios ortogonales para comparación de medias, mediante el software estadístico Info Stat. Ink.

## 3 Resultados y discusión

Las características fisicoquímicas analizadas fueron color, textura, pH, sólidos solubles, acidez titulable, ácido ascórbico y polifenoles totales que de acuerdo a la Tabla (1) se categorizó al fruto dentro del índice de madurez 5.1 (madurez fisiológica) correspondiente a un color verde con tonos amarillos tanto del fruto como el cáliz, además, de textura ligeramente dura 179.25g<sup>f</sup>, sólidos solubles 13.9% y 2.7% de acidez titulable.

**Tabla 1.** Análisis físico químico de uvilla (*Physalis peruviana* L.)

	Parámetros	Muestra
<b>Color</b>	Luminosidad*	100.15 $\pm$ 0.29
	Hue	124.85 $\pm$ 0.41
	Croma	3.92 $\pm$ 0.32
<b>Textura</b>	Fuerza (g <sup>f</sup> )	179.25 $\pm$ 0.91
	Deformación (mm)	7.41 $\pm$ 0.23
	pH	3.82 $\pm$ 0.08
	Sólidos Solubles (%)	13.9 $\pm$ 0.1
	Acidez Titulable (%)	2.7 $\pm$ 0.09
	Ácido Ascórbico (mg)	43.78 $\pm$ 2.74
	Polifenoles Totales (mg EAG)	<b>163.32</b>

En cuanto a las características químicas presentó alto contenido de ácido ascórbico y polifenoles totales, valores que son similares a los reportados por Restrepo, (2008) y Fischer, *et al.*, (2014) por lo que se puede

considerar a la uvilla como un fruto con propiedades nutraceuticas.

### Comportamiento de las características físicas durante el almacenamiento.

**Color:** Durante el almacenamiento se determinó diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre tratamientos.

**Tabla 2.** Promedio de parámetros de color Luminosidad, Hue y Croma durante el almacenamiento del fruto de uvilla con cáliz.

Tratamiento	Luminosidad (L*)	Hue	Croma
<b>Materia Prima</b>	100.15	124.85	3.92
<b>T1</b>	100.36 ± 0.41 a	121.67 ± 0.71 a <sup>1</sup>	3.60 ± 1.07 a
<b>T2</b>	101.34 ± 0.57 b	118.89 ± 0.71 a	3.75 ± 0.7 a
<b>T3</b>	101.80 ± 0.45 b	115.41 ± 1.6 b	3.74 ± 0.63 a
<b>T4</b>	99.99 ± 0.41 a	111.66 ± 1.72 c	3.93 ± 0.44 a
<sup>2</sup> DHS	0.85	3.11	0.57

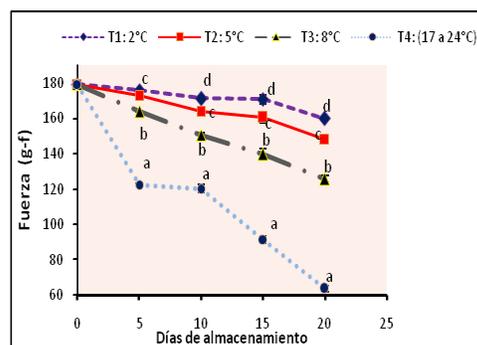
<sup>1</sup>Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ); <sup>2</sup>DHS: Diferencia Honesta Significativa (Tukey 5%).

Durante la vida de anaquel de frutos de uvilla con cáliz se determino que la variación de color es mínima (1,034) en el tratamiento T1: 2°C, los cuales tienden a un tono amarillo verdoso con luminosidad alta, en comparación con los tratamientos T2: 5°C y T3: 8°C, donde los frutos toman un tono amarillento y el cáliz un color amarillo parduzco con puntos negros, mientras que en el tratamiento T4 (temperatura ambiente) el cambio de color se intensificó (2.41) hacia el tono amarillo con luminosidad baja, posiblemente a que se presentó oscurecimiento de la corteza de la uvilla ocasionados por la oxidación de los compuestos bioactivos presentes en la uvilla, resultados similares presentaron Ferrer *et al.*, (2005) quienes afirman que la variación de la coloración de los frutos se debe a la degradación de los pigmentos tales como carotenoides y otros que se forman durante el desarrollo.

A respecto Reis *et al.*, (2006) mencionan que la luminosidad está relacionada con el contenido de los compuestos antioxidantes debido al oscurecimiento no enzimático del fruto ocasionado por reacciones oxidativas, por lo tanto a menor degradación de ácido ascórbico y polifenoles totales en los tratamientos T1, T2 y T3 se presentó valores altos de luminosidad.

En cuanto al parámetro cromas no se evidenció diferencias, por lo que se reportó una media de 3,76, lo que indica que el color del fruto de uvilla no presenta una pureza definida, porque existe una mezcla entre verde y amarillo razón por la cual se reporta un cromas bajo en todos los tratamientos ver (Tabla 2).

**Textura:** se identificó diferencia estadística significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre tratamientos, lo que indica que a medida que transcurre el tiempo y la variación de la temperatura de almacenamiento tiene efecto significativo sobre la textura.



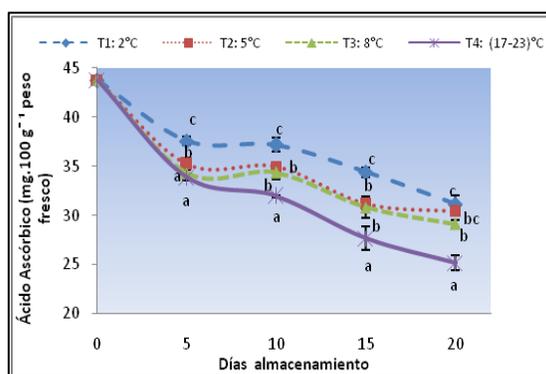
**Figura 1.** Comportamiento de la fuerza de ruptura de uvilla con cáliz durante el almacenamiento

La Figura 1, permite apreciar que al día cero de almacenamiento de uvilla con cáliz todos los tratamientos iniciaron con una fuerza de firmeza de  $179.25 \pm 0.91 \text{ g}^f$ , a los cinco primeros días de almacenamiento los tratamientos T1, T2 y T3 presentan valores superiores con respecto al tratamiento T4, a

partir de éste día la fuerza tiende a disminuir y ser diferente en todos los tratamientos. Al día 20 de almacenamiento se observó que tratamiento T1 presenta mayor fuerza de ruptura con respecto al tratamiento T4. La fruta en la condición de almacenamiento a temperatura ambiente (17 a 23 °C) presentó valores bajos, posiblemente a que existe mayor producción de etileno por ende acelera el proceso de maduración y la pared celular se degrada ocasionando un ablandamiento de la fruta (Pinzón *et al.*, 2015), mientras que en frutos de uvilla almacenados a temperatura de 2°C la pérdida de fuerza de ruptura fue menor (171.44 g<sup>f</sup>). Balaguera-López y Martínez (2014) presentaron valores similares en frutos almacenados con cáliz donde la producción de etileno fue menor y la fuerza de firmeza mayor.

### Comportamiento de los compuestos antioxidantes durante el almacenamiento.

**Ácido ascórbico:** El ácido ascórbico se encuentra presente en cantidades relativamente altas en frutas y verduras, por lo que se considera como un parámetro para determinar la calidad durante el almacenamiento.



**Figura 2.** Estabilidad del ácido ascórbico durante el almacenamiento de uvilla con cáliz.

En la Figura 16 se puede apreciar que el contenido de ácido ascórbico para todos los tratamientos se estandarizó en 43.78 mg.100g<sup>-1</sup> fruto fresco de uvilla al día cero de almacenamiento. El tratamiento T1 del día 5 al 15 presentó mayor contenido de ácido ascórbico respecto a los tratamientos T2 y T3, al día 20 el tratamiento T1 presentó valores similares al T2, con valores de 31.13 ± 0.85 mg.100g<sup>-1</sup> y 30.45 ± 0.35 mg.100g<sup>-1</sup> fruto fresco respectivamente: en los tratamientos T2 y T3 a partir del día cinco la estabilidad del ácido ascórbico tiende a ser similar hasta el día 20 de almacenamiento, mientras que el tratamiento T4 reportó el valor más bajo de contenido de ácido ascórbico en comparación al tratamiento T1, T2 y T3: además al día quince se inició el proceso de senescencia del fruto de uvilla y al día veinte presentó un contenido de ácido ascórbico de 25.14 ± 0.75mg.100g<sup>-1</sup> fruto fresco y no era apto para consumo humano.

El ácido ascórbico es altamente inestable y sensible a la temperatura, estudios anteriores mencionan que la degradación del ácido ascórbico del fruto de uvilla es menor a temperaturas de refrigeración bajas (2 y 5°C) (Koyunco y Dilmacunal, 2010)

**Tabla 3.** Porcentaje de degradación del contenido de ácido ascórbico de uvilla durante 20 días de almacenamiento.

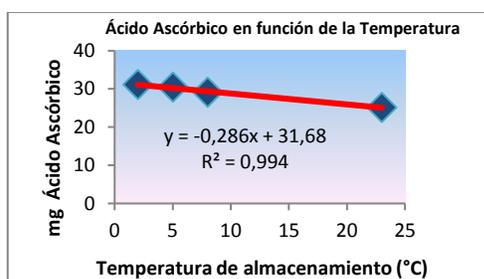
TRATAMIENTO	Día		% degradación
	0	20	
T1	mg A.A	mg A.A	
T1	43.78	31.13 ± 0.85 c	28.89
T2	43.78	30.45 ± 0.35 bc	30.45
T3	43.78	29.12 ± 0.37 b	33.49
T4	43.78	25.14 ± 0.75 a	42.58

mg A. A: miligramos de Ácido ascórbico

Por lo que en los resultados obtenidos en la Tabla 3 presentó mayor estabilidad en frutos de uvilla con cáliz almacenados a 2°C, por presentar menor porcentaje de degradación

(28.8%), en comparación a los tratamientos T2 (°C), T3(8°C) y T4 (temperatura ambiente) que reportan valores de 30.45%, 33.49% y 42.58% respectivamente.

De acuerdo a los resultados obtenidos se determinó que la temperatura de almacenamiento influye en la estabilidad del contenido de ácido ascórbico en frutos de uvilla almacenados con cáliz, resultado que es similar a lo reportado por Oyetade, Oyeleke, Adegoke, y Akiunde, (2012) en el almacenamiento de strawberries que mencionan que la temperatura y tiempo de almacenamiento afecta la estabilidad del ácido ascórbico, siendo más estable en condiciones de refrigeración a (4-5)°C.



**Figura 3.** Degradación del ácido ascórbico en función de la temperatura.

De acuerdo a la Figura 2 y al análisis de polinomios ortogonales se determinó que la degradación del ácido ascórbico sigue una tendencia lineal, modelo que se ajusta a la Ecuación de Arrhenius  $C_t = C_0 \cdot e^{-kt}$ , mediante la cual se determinó la velocidad de degradación de la concentración de ácido ascórbico siendo menor a temperaturas de almacenamiento bajas (2, 5 y 8)°C reportando valores de  $(3.1 \times 10^{-4}$ ,  $3.3 \times 10^{-4}$  y  $3.7 \times 10^{-4}$  h<sup>-1</sup>, respectivamente), mientras que para temperatura ambiente presentó una rata de cambio dos veces mayor ( $5 \times 10^{-4}$  h<sup>-1</sup>) lo que indica que la degradación del ácido ascórbico se ajusta a una cinética de primer orden, resultados que concuerdan con lo reportado por (Gutiérrez *et al.*, 2007).

Estudios realizados por Saci y Hayette, (2015) mencionan que de todos los compuestos bioactivos estudiados, el ácido ascórbico es el más afectado por la temperatura y tiempo de almacenamiento, además por factores tales como luz, enzimas, carotenos, contenido de agua y procesos metabólicos del fruto (Brito, Villacrés, Espín y Vaillant 2014).

Estudios realizados por Novoa, Bojaca, Galvis, y Fischer (2005) mencionan que a temperaturas de refrigeración bajas los procesos metabólicos del fruto tales como respiración, pérdida de agua, acción de las enzimas disminuye, posiblemente por estas consideraciones existió menor oxidación del ácido ascórbico en la presente investigación en frutos de uvilla almacenados a 2°C.

**Polifenoles Totales:** durante el almacenamiento se observó que existe diferencia estadística significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre tratamientos para el contenido de fenoles totales.

**Tabla 4.** Contenido de polifenoles totales durante el almacenamiento de uvilla con cáliz

Tratamiento	Día 0	Día 20	%
	mg E.A.G	mg E.A.G	
T1	163.32	136.56 d	16.40
T2	163.32	128.41 c	21.37
T3	163.32	119.57 b	26.82
T4	163.32	107.12 a	34.41
<b>DHS</b>		1.79	

<sup>1</sup>DHS: Diferencia Honesta Significativa; Medias con una letra común no son significativamente diferentes

El contenido de polifenoles totales se estandarizó en 163.53 mg EAG (Equivalente de Ácido Gálico) 100g<sup>-1</sup> de PS para todos los tratamientos; en el tratamiento T1 al día 20 pasó a 136.56 mg EAG 100g<sup>-1</sup> de PS lo que representa un decremento del 16.40%. Para el tratamiento T2, fue 128.41 mg GAE 100g<sup>-1</sup> de PS, de igual manera para el tratamiento T3, el valor reportado al día 20 fue de 119.57

mg GAE100 g<sup>-1</sup> de PS y finalmente para el tratamiento T4, el valor obtenido al día 20 fue de 107. 12 mg GAE 100g<sup>-1</sup> de PS, por lo que existe degradación de fenoles totales en todos los tratamientos, siendo mayor en el tratamiento T4 (34.41%).

Los resultados obtenidos en esta investigación, muestra que uvillas almacenadas a 2 y 5°C presentan mayor estabilidad frente al tratamiento T3 (8°C) y T4 (ambiente 17°C a 23°C), ya que estudios han demostrado que a temperaturas bajas las reacciones de polifenoles con las proteínas y la acción de las enzimas polifenol oxidasas que ocasionan la disminución de los compuestos fenólicos tardan en suceder (Peña *et al.*, 2013).

Reyes en el 2014, menciona que los polifenoles totales en extracto de mango almacenado a temperatura de refrigeración (1 a 4°C), se mantuvo estable en comparación a temperatura ambiente (21 a 24 ) °C, el tratamiento T1 se observó un comportamiento similar.

Por otra parte el valor nutraceutico del fruto de uvilla se le atribuye al ácido ascórbico y polifenoles totales presentes (Cortéz *et al.*, 2015), por lo tanto estos compuestos al presentar menor porcentaje de degradación a temperatura de almacenamiento de 2°C, le otorgan al fruto de uvilla mayor capacidad de inhibir la acción de los radicales libres.

### Relación del Color en función de compuestos antioxidantes.

Se estima que existe una relación del ángulo de tono Hue con el contenido de ácido ascórbico, compuesto que otorga la capacidad antioxidante al fruto de uvilla resultados similares reportó LLerena, (2013) quien demostró que los parámetros de color del fruto de uvilla está correlacionado con los

compuestos antioxidantes, uno de los principales fue la vitamina C con un coeficiente de correlación de 0.89.

En la Figura 4 se aprecia que en el tratamiento (T1:2°C) la variación del tono de color es menor, por lo tanto la degradación del ácido ascórbico es menor, en cuanto al tratamiento T2 y T3 hasta el día cinco no presentan mayor cambio de color ni degradación del ácido ascórbico, pero se observa mayor cambio en el tratamiento T3 a partir del día 10 de almacenamiento. En el tratamiento T4 (17 a 23°C) existió mayor degradación de ácido ascórbico y cambio de tono de color hacia el color amarillo, posiblemente estos resultados se presentan porque durante el almacenamiento puede ocurrir oscurecimiento por la reacción de Maillard, oxidación del ácido ascórbico por el efecto del incremento de la temperatura, lo que ocasiona el cambio de color del fruto (Barreiro y Sandoval, 2010).

Al respecto Melendez *et al.*, (2004) mencionan que alimentos que contienen antioxidantes, conservan mejor su color, por lo que en los resultados obtenidos a 2°C, a mayor contenido de ácido ascórbico el tono de color se mantiene estable.

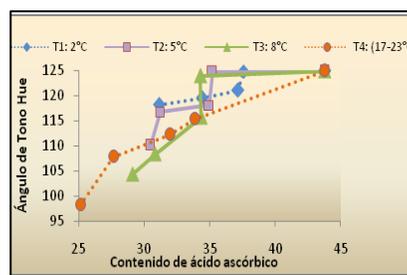


Figura 1. Relación del cambio de tono de color (HUE) con el contenido de ácido ascórbico

#### 4 Conclusiones

A los frutos de uvilla con cáliz se clasificó dentro del índice de madurez 5.1 que se define como frutos de color amarillo verdoso, de sabor agridulce por su alto contenido de Sólidos Solubles (13,9 Brix) y Acidez titulable (2,56%), además presentó textura ligeramente dura.

La fuerza de firmeza para frutos de uvilla almacenados con cáliz fue mayor a temperaturas bajas (2 a 5°C), debido a que a menor temperatura el proceso de maduración se retrasa, por lo tanto existe menor contenido de pectina soluble, la cual ocasiona el ablandamiento de la pared celular del fruto.

Se obtuvo mayor estabilidad del ácido ascórbico en frutos de uvilla con cáliz almacenados a 2°C, ya que a temperaturas bajas los procesos metabólicos de los frutos se inhiben y la velocidad de degradación del ácido ascórbico es menor.

En frutos de uvilla con cáliz almacenados a 2°C se determinó mayor valor nutracéutico por presentar alto contenido de ácido ascórbico y polifenoles totales, con un valor de 36.81 mg A.A.100 g<sup>-1</sup> peso fresco y 136.56 mg EAG respectivamente, por lo tanto, el fruto de uvilla presentará mayor capacidad antioxidante.

El contenido de ácido ascórbico correlacionó con el parámetro de color ángulo de tono Hue, indicando que a mayor degradación del ácido ascórbico existe mayor variación de color hacia el tono anaranjado, esto puede ser atribuido a la acción antioxidante del ácido ascórbico, el cual protege de la degradación de los beta carotenos, compuestos responsables del color amarillo y anaranjado del fruto de uvilla.

El estudio en general, indica que la temperatura de almacenamiento influye significativamente sobre el contenido de ácido ascórbico y la actividad antioxidante del fruto fresco de uvilla, por lo que se acepta la hipótesis alternativa.

#### 5 Recomendaciones

Para posteriores estudios se recomienda probar la deshidratación del cáliz de la uvilla mediante el enfriamiento con aire forzado para reducir la pérdida de ácido ascórbico, ya que, éste método es utilizado para el enfriamiento de frutas y vegetales antes del almacenamiento y en algunos productos causa pérdida de agua.

Se recomienda extraer los compuestos bioactivos presentes en el fruto de uvilla utilizando solventes tales como: ácido trifluoroacético y la mezcla metanol-acetona para determinar el método que presente mayor extracción.

Otro aspecto importante a tomar en cuenta, es investigar la estabilidad de los compuestos bioactivos de la uvilla durante el almacenamiento mediante la aplicación de atmósferas modificadas.

#### Referencias Bibliográficas

- Agustí, M. (2010). *Fruticultura*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Balaguera-Lopez, H. E., & Ramírez Sanabria, L. V.
- Barreiro, J., & Sandoval, A. (2010). *Operaciones de Conservación de Alimnetos por bajas temperaturas*. Venezuela: EQUINOCCIO. Recuperado el 6 enero 2017 de: <https://books.google.com.ec/books?i>

- =r7y3XuFAB8UC&pg=PA45&dq=degradacion+del+color+de+alimentos &hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwie8oCW3azRAhVI7SYKHQ2mBQsQ6AEIGDAA#v=onepage&q=degradacion%20del%20color%20de%20alimentos&f=fa.
- Baudi, S. (2013). *Química de los alimentos*. México: PEARSON.
- Brito, B. (Julio de 2014). Recuperado el 9 de Febreo de 2016, de [https://www.researchgate.net/profile/Beatriz\\_Brito2/publication/272420292\\_Physalis\\_Peruviana\\_L.\\_Fruta\\_andina\\_para\\_el\\_mundo.\\_Capitulo\\_Alternativas\\_competitivas\\_de\\_transformacion\\_para\\_la\\_valorizacion\\_de\\_la\\_produccion\\_de\\_Physalis\\_peruviana\\_L.\\_para\\_los\\_paises\\_an](https://www.researchgate.net/profile/Beatriz_Brito2/publication/272420292_Physalis_Peruviana_L._Fruta_andina_para_el_mundo._Capitulo_Alternativas_competitivas_de_transformacion_para_la_valorizacion_de_la_produccion_de_Physalis_peruviana_L._para_los_paises_an)
- Cortéz, G., Prieto, G., & Rozo, W. (2015). Caracterización bromatológica y fisicoquímica de la de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) y su posible aplicación como alimento nutracéutico. *Revista Ciencia en Desarrollo* , 6(1),pp. 87-97.
- Fennema, O. R. (2010). *Química de los alimentos*. ZARAZOGA (España): ACRIBIA S.A.
- Gutierrez, T., Páez, I., & Hoyos, L. (2007). SEGUIMIENTO DE LA DEGRADACIÓN TÉRMICA Y LUMÍNICA DEL ÁCIDO ASCÓRBICO EN UCHUVA (*Physalis Peruviana*). *Dialnet* , 5.
- Henshall, J. (8 de Agosto de 2012). Food Safety and Standards Authority of India Ministry of Health and Family Welfare Government of India New Delhi. *Manual of Methods of Analisis of Foods Fruit and Vegetables Products* , 5(1), 1–59. <https://doi.org/10.1079/PNS19730004>.
- ICONTEC. (1999). Norma Técnica colombiana NTC 4580.Frutas Frescas. Uchuva.
- Kader, A. (2011). Tecnologías poscosecha de cultivos hortofrutícolas. En E. Mitcham, & F. Gordon, *Sistema de manejo poscosecha de frutos pequeños* (págs. 405-424). California: Tercera Edición, UC.
- Koyuncu, M. A., & Dilmaçunal, T. (2010). Determination of vitamin C and organic acid changes in strawberry by HPLC during cold storage. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* , 38(3), 95–98.
- LLerena, W. (2013). *Estudio de la relación entre el color y el contenido de antioxidantes de seis frutas tropicales y andinas: Arazá (*Eugenia stipitata*), Mora (*Rubus glaucus*) variedad Iniap Andimora 2013, Mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth), Naranjilla (*Solanum quitoense*)* . Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Melendez-Martínez, A. J., Vicario, I. M., & Heredia, F. J. (2004). Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* , 54(2),209-215. Recuperado en 21 de octubre de 2016, de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222004000200011&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000200011&lng=es&tlng=es).

- Novoa, R. H., Bojaca, M., Galvis, J. A., & Fischer, G. (2005). La madurez del fruto y el secado del cáliz influyen en el comportamiento poscosecha de la uchuva, almacenada a 12 °C (*Physalis peruviana* L.)\*. *Agronomía Colombiana* , 24(1): 77-86.
- Oyetade, O., Oyeleke, G., Adegoke, B., & Akitunde, A. (2012). Stability Studies on Ascorbic Acid (Vitamin C) From Different Sources. *OSR Journal of Applied Chemistry (IOSSR-JAC)* , ISSN:2278-5736. Volume 2, pp 20-24. Recuperado el 23octubredel2016de:<http://new.chemistry-teaching-resources.com/Resources/CfENewHigher/Researching2016/D0242024.pdf>.
- Peña Correa, R., Cortéz Rodríguez, M., & Gil González, J. (2013). Estabilidad fisicoquímica y funcional de uchuva (*physalis peruviana* L.) impregnada a vacío con calcio y vitaminas B9, D y E, durante el almacenamiento refrigerado / physicochemical and functional stability of cape gooseberry (*physalis peruviana* L.) vacuu. *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía Medellín* , 66(1) 6929-6938. Recuperado de: <http://search.proquest.com/docview/1677544282?accountid=36862>.
- Pinzón, E., Reyes, A., Alvarez, J., Leguizamo, M., & Joya, J. (2015). Comportamiento del fruto de uchuva *Physalis peruviana* L., bajo diferentes temperaturas de almacenamiento. *Rev.Cienc.Agr.* , 32(2):26 - 35.
- Ramírez, J., García, C., Vizcaíno, J., Cárdenas, J., Gutiérrez, F., Murga, H., y otros. (2012). Antioxidantes. *REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA* , 1.
- Reis, R., Ramos, A., Regazzi, A., Minim, V., & Stringueta, P. (2006). Almacenamiento de Mango Secado: Análisis Fisicoquímico, Microbiológico, Color y Sensorial Storage of Dried Mango: Physicochemical, Microbiological, Color and Sensory Analysis. *Ciencia y Tecnología Alimentaria* , 5(3),214-225. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/11358120609487694>.
- Restrepo, A. (2008). Nuevas perspectivas de consumo de frutas: Uchuva (*Physalis peruviana* L.) y Fresa (*Fragaria vesca* L.) mínimamente procesadas fortificadas con vitamina E. *Facultad de Ciencias Agropecuarias, Magister en ciencia y tecnología de alimentos* , Medellín: Universidad Nacional de Colombia. pp. 107.
- Reyes, S. (Octubre de 2014). *Efecto de procesamiento sobre la estabilidad de polifenoles en extracto de mango (Mangifera indica L.)*. Recuperado el 2 de Febrero de 2017, de Efecto de procesamiento sobre la estabilidad de polifenoles en extracto de mango (*Mangifera indica* L.: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3374/1/AGI-2014-T038.pdf>
- Rivera-Ochoa, M., Castillo-Robles, N., Figueroa-Sepúlveda, K., Rojas-Dorado, M., Esparza, J., & Ordoñez-Santos, J. (2016). DETERMINACIÓN DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN RESIDUOS

DE FRUTOS DE PAPAYA (caricia papaya). *Vitae* , 23,S70-S73.Recuperado de <http://search.proquest.com/docview/1783660263?accountid=36862>.

Saci, F., & Hayette, L. (2015). Effect of Storage on the Nutritional Quality, Carotenoid and Ascorbic Acid Contents of Two Commercial Beverages. *International Journal of Chemical and Biomolecular Science* , Vol.1,Nº.2,pp.49-53.Recuperado22octubredel2016de: <http://www.aiscience.org/journal/ijcbs>.

Valero, A. (2013). *Principios de color y holopintura*. España: Club Universitario.

Yıldız, G., İzli, N., Ünal, H., & Uylaşer, V. (2015). Physical and chemical characteristics of goldenberry fruit (*Physalis peruviana* L.). *Journal of Food Science and Technology* , 52(4),2320-2327.<https://doi.org/10.1007/s13197-014-1280-3>.

