



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



**EVALUACIÓN DEL EFECTO SOUS VIDE SOBRE EL
CONTENIDO DE VITAMINA C, COMPUESTOS FENÓLICOS,
FIRMEZA Y COLOR DE LA PAPAYA DE ALTURA (*Carica
pubescens*) EN RODAJAS**

TESIS

PRESENTADA POR:

WILLIAM SONCCO CUTIPA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO - PERÚ

2020



DEDICATORIA

A Dios por haberme bendecido con dos mujeres tan maravillosas como son mi madre y mi hermana, a quienes admiro, respeto y sobre todo amo en esta vida.

Con gratitud eterna para esas dos mujeres Florencia y Ruth Maribel por su apoyo incondicional, por toda esa confianza que depositaron en mí y sobre todo por ser siempre un motivo diario de seguir adelante.

A mi padre y hermana menor, quienes partieron con anticipación y a quienes casi sin conocerlos los llevo en mi corazón. A Juan quien sin conocerme hoy es mi padre, a mi tía Úrsula a quien quiero mucho y por su puesto a mis primos, primas, mi cuñado y sobrinos.

w.soncco.c.



AGRADECIMIENTOS

- A nuestra primera casa de estudios la Universidad Nacional del Altiplano, a la Facultad de Ciencias Agrarias y a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por haber contribuido y aportado con sus valiosas enseñanzas durante mi formación profesional.
- A mi Director de tesis Ph.D. Juan Marcos Aro Aro por su apoyo incondicional, su acertada dirección, por su disposición de tiempo y asesoramiento en el desarrollo del presente trabajo de investigación y por haber confiado en mi persona.
- A mis estrellas y amigos, a quienes admiro, respeto y valoro fueron una experiencia gratuita de conocimientos, costumbres y vivencias guardados en mi corazón. A todas aquellas personas que Dios puso en mi camino para lograr llegar a esta etapa de mi vida.

William Soncco C.



INDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE ACRONIMOS

RESUMEN..... 13

ABSTRACT 14

INTRODUCCIÓN

1.1. HIPÓTESIS GENERAL 17

1.2. OBJETIVO GENERAL 18

REVISION DE LITERATURA

2.1. PAPAYA DE ALTURA (CARICA PUBESCENS)..... 19

2.1.1. Clasificación taxonómica..... 20

2.2. PAPAYA DE ALTURA FRUTO (CARICA PUBESCENS)..... 21

2.2.1. Componentes..... 23

2.2.2. Principios activos 25

2.2.3. Toxicidad..... 26

2.2.4. Post-cosecha de la papaya de altura 27

2.2.5. Usos y aplicaciones de la papaya de altura. 27

2.3. SOUS VIDE 29

2.3.1. Definición..... 29

2.3.2. Origen..... 29



2.3.3.	Tecnología “sous vide” empleada.....	30
2.3.4.	Importancia	31
2.3.5.	Envasado	31
2.3.6.	“Sous vide” aplicado a frutos.....	35
2.4.	VITAMINA C.....	36
2.4.1.	Definición.....	36
2.4.2.	Función de la vitamina c	36
2.4.3.	Principales fuentes alimentarias de vitamina c	37
2.4.4.	Requerimiento mínimo de vitamina c en la alimentación.....	38
2.5.	COMPUESTOS FENÓLICOS	40
2.5.1.	Clasificación y distribución de los compuestos fenólicos.....	41
2.5.2.	Propiedades de los compuestos fenólicos	41
2.5.3.	Toxicología de compuestos fenólicos	42
2.6.	PROPIEDADES FÍSICAS	43
2.6.1.	Color.....	43
2.6.2.	Textura	45
MATERIALES Y MÉTODOS		
3.1.	LUGARES DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO	46
3.2.	MATERIA PRIMA.....	46
3.3.	EQUIPOS Y MATERIALES.....	47
3.3.1.	Equipos.....	47
3.3.2.	Materiales	47
3.4.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	48
3.4.1.	Descripción operacional.....	50
3.5.	MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	51



3.5.1. Evaluación del contenido de vitamina c.....	51
3.5.2. Evaluación del contenido de compuestos fenólicos.....	52
3.5.3. Evaluación de las propiedades físicas (color y textura).....	52
3.5.4. Diseño experimental.....	53
3.5.5. Análisis estadístico.....	55

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EVALUACIÓN DE LA MATERIA PRIMA	57
4.2. PRIMERA ETAPA	60
4.2.1. Evaluación del efecto sous vide (tiempo y temperatura) sobre el contenido de vitamina c de la papaya de altura en rodajas.	60
4.2.2. Evaluación del efecto sous vide (tiempo y temperatura) sobre el contenido de compuestos fenólicos de la papaya de altura en rodajas.	63
4.2.3. Evaluación del efecto sous vide (tiempo y temperatura) sobre las propiedades físicas (textura y color) de la papaya de altura en rodajas. .	66
4.3. SEGUNDA ETAPA.....	72
4.3.1. Evaluación del efecto sous vide (tiempo y temperatura) sobre el contenido de vitamina c de la papaya de altura en rodajas almacenados a 8°C durante 15 días.	72
4.3.2. Evaluación del efecto sous vide (tiempo y temperatura) sobre el contenido de compuestos fenólicos de la papaya de altura en rodajas almacenados a 8°C durante 15 días.	76
4.3.3. Evaluación del efecto sous vide (tiempo y temperatura) sobre las propiedades físicas (textura y color) de la papaya de altura en rodajas durante su almacenamiento.	81
V. CONCLUSIONES	89



VI. RECOMENDACIONES	90
VII. REFERENCIAS.....	91
ANEXOS	107

Área: Ingeniería y Tecnología.

Tema: Desarrollo de Procesos y Productos Agroindustriales Sostenibles y Eficientes.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 21 de diciembre del 2020



INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ilustración de la maduración del chamburo (Papaya de altura).	22
Tabla 2: Composición proximal, pH, acidez, solidos solubles y actividad de agua.....	23
Tabla 3: Composición bio-activa de la papaya de altura (Carica pubescens).	24
Tabla 4: Comportamiento fisicoquímico de la papaya de altura a diferentes temperaturas y almacenado durante 20 días.	27
Tabla 5: Envases empleados en la cocina “sous vide”.	33
Tabla 6: Guías elaboradas para su aplicación en la cocina “sous vide” en referencia a frutos.....	35
Tabla 7: Principales frutos con alto contenido de vitamina C.	38
Tabla 8: Recomendaciones sobre ingesta diaria de vitamina C para diferentes grupos etarios.	39
Tabla 9: ANVA para Diseño Completamente al Azar (DCA).	56
Tabla 10: Interacción del factor tiempo (A) con el factor temperatura (B) sobre el contenido de contenido de vitamina C de la papaya de altura en rodajas.....	60
Tabla 11: Interacción del factor tiempo (A) con el factor temperatura (B) sobre el contenido de compuestos fenólicos de la papaya de altura en rodajas.....	63
Tabla 12: Efecto del factor tiempo (A) sobre el perfil de textura de la papaya de altura en rodajas.....	66
Tabla 13: Perfil de textura de la papaya de altura por el factor temperatura (B).....	66
Tabla 14: Interacción del factor tiempo (A) con el factor temperatura (B) sobre la escala de color C* de la papaya de altura en rodajas.	68
Tabla 15: Interacción del factor tiempo (A) con el factor temperatura (B) sobre la escala de color Hue* de la papaya de altura.	70



Tabla 16: Efecto del factor tiempo (A) sobre el contenido de vitamina C de la papaya de altura en rodajas en el día 5.....	72
Tabla 17: Interacción del factor tiempo (A) con el factor temperatura (B) sobre el contenido de contenido de vitamina C de la papaya de altura en rodajas en el día 10.....	73
Tabla 18: Interacción del factor tiempo (A) con el factor temperatura (B) sobre el contenido de vitamina C de la papaya de altura en rodajas en el día 15.....	74
Tabla 19: Efecto del factor tiempo (A) sobre el contenido de compuestos fenólicos de la papaya de altura en rodajas en el día 5.	77
Tabla 20: Factor temperatura (B) sobre el contenido de compuestos fenólicos de la papaya de altura en rodajas en el día 5.	77
Tabla 21: Interacción del factor tiempo (A) con el factor temperatura (B) sobre el contenido de compuestos fenólicos de la papaya de altura en rodajas en el día 10.....	78
Tabla 22: Efecto del factor tiempo (A) sobre el contenido de compuestos fenólicos de la papaya altura en rodajas en el día 10.	79
Tabla 23: Efecto del factor tiempo (A) sobre la escala de color Hue* de la papaya de altura en rodajas en el día 10.....	86
Tabla 24: Factor tiempo (A) sobre la escala de color Hue* de la papaya andina en rodajas en el día 15.	87



INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Perfil olfativo del aroma de la papaya de altura	25
Figura 2: Diagrama de cromaticidad.	44
Figura 3: Diagrama experimental aplicado a la investigación papaya andina “sous vide”.	49
Figura 4: Resultados del análisis de la materia prima (T0).	57
Figura 5: Tendencia del contenido de vitamina C en rodajas de papaya andina sous vide durante su almacenamiento.	75
Figura 6: Tendencia del contenido de compuestos fenólicos en rodajas de papaya de altura sous vide durante su almacenamiento.	80
Figura 7: Tendencia del comportamiento de la textura en rodajas de papaya de altura sous vide durante su almacenamiento.	82
Figura 8: Tendencia del comportamiento de la cromaticidad C* en rodajas de papaya altura sous vide durante su almacenamiento.	84
Figura 9: Tendencia del comportamiento del ángulo de tono Hue* en rodajas de papaya de altura sous vide durante su almacenamiento.	88



RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto “sous vide” sobre las propiedades funcionales de la papaya de altura como el contenido de vitamina C y compuestos fenólicos además de observar el comportamiento de la firmeza y el color. Para el propósito se evaluó 6 tratamientos basados en factores de cocción sous vide T-1(30min x 60°C), T-2(30min x 70°C), T-3(30min x 80°C), T-4(60min x 60°C), T-5(60min x 70°C), T-6(60min x 80°C) y T-0 como muestra patrón, para la segunda etapa fueron almacenados a 8°C hasta 15 días tomando indicadores cada 5 días. El mejor tratamiento fue T-2 con un valor de 178.78mg/100g para vitamina C y 116.58 EQ-Ac. Gálico mg/100g para compuestos fenólicos, posteriormente T-1 mostro menores perdidas de (124.77 a 35.98 mg/100g) para vitamina C y (64.84 a 69.13 EQ-Ac. Gálico m/100g) en cuanto a compuestos fenólicos, las propiedades físicas como el perfil de la textura presentaron mayor estabilidad resaltando T-5 (5.35MJ) el valor más alto T-3 (3.84MJ) como el menor valor, T-6 con (20.30 C*) y (61.85 Hue*) fue el mejor tratamiento para las escalas de color. Concluimos que los tratamientos menos rigurosos en cuanto a tiempo y temperatura presentaron mejores resultados como T-2 siendo el mejor tratamiento en la primera etapa y para la segunda etapa lo fue T-1 seguido de T-2 que mostraron mejor estabilidad durante el almacenamiento.

PALABRAS CLAVE: sous vide, vitamina C, compuestos fenólicos, propiedades físicas, y *carica pubescens*.



ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the "sous vide" effect on the functional properties of tall papaya, such as the content of vitamin C and phenolic compounds, as well as observing the behavior of firmness and color. For the purpose, 6 treatments were evaluated based on sous vide cooking factors T-1 (30min x 60 ° C), T-2 (30min x 70 ° C), T-3 (30min x 80 ° C), T -4 (60min x 60 ° C), T-5 (60min x 70 ° C), T-6 (60min x 80 ° C) and T-0 as standard sample, for the second stage they were stored at 8 ° C until 15 days taking indicators every 5 days. The best treatment was T-2 with a value of 178.78mg / 100g for vitamin C and 116.58 EQ-Ac. Gallic mg / 100g for phenolic compounds, later T-1 showed lower losses of (124.77 to 35.98 mg / 100g) for vitamin C and (64.84 to 69.13 EQ-Ac. Gallic m / 100g) in terms of phenolic compounds, properties such as the profile of the texture presented greater stability, highlighting T-5 (5.35MJ) the highest value T-3 (3.84MJ) as the lowest value, T-6 with (20.30 C *) and (61.85 Hue *) was the best treatment for color scales. We conclude that the less rigorous treatments in terms of time and temperature show better results as T-2 being the best treatment in the first stage and for the second stage it was T-1 followed by T-2 which improves stability during storage.

KEY WORDS: sous vide, vitamin C, phenolic compounds, physical properties and *carica pubescens*.



I. INTRODUCCIÓN

La demanda mundial de productos mínimamente procesados, en la actualidad es un tema de vital importancia en la alimentación y la salud de los individuos. Debido a que un alimento mínimamente procesado conserva propiedades nutritivas y bioactivas naturales, sin alteraciones ni pérdidas de nutrientes y/o beneficios. Cabe mencionar que las instituciones que velan por la salud alimentaria como la FAO, la OMS y estudios sobre alimentación saludable recomiendan el consumo de frutos en su estado natural pues aportan nutrientes y sobre todo aportan componentes bioactivos que ayudan a combatir y/o prevenir enfermedades que aquejan a la sociedad actual. La cultura alimentaria de cada individuo en la actualidad se ve influenciada por factores comerciales, emprendidas por empresas sin responsabilidad social, dejando de lado la calidad y veracidad de un alimento, impactando directamente en la salud de cada individuo. Las pérdidas de nutrientes y componentes bioactivos ocurren normalmente cuando los alimentos son sometidos a procesos de transformación o conservación radicales como las exposiciones a temperaturas críticas que hacen estéril en nutrientes a un alimento determinado.

La papaya de altura (*Carica pubescens*), conocida internacionalmente como papayuelo, papaya arequipeña, papaya de altura y otras denominaciones, es originaria de Sudamérica y es cultivada en Panamá, Argentina, Chile y en la parte sierra del Perú a elevaciones sobre los 1000 msnm hasta 3300 (Hernández et al., 2014), en nuestro país también podemos encontrarla bajo diferentes denominaciones como papaya andina, papaya arequipeña, papayita, papaya sandina o papaya de montaña. Son frutos que se puede encontrar en diferentes regiones (Amazonas, Cajamarca, Huánuco, Ancash, Junín, Arequipa y Puno) (Balcázar, 2014). Destacando como principales productores, las regiones de Puno y Huánuco, es un fruto de grandes propiedades nutricionales y funcionales según la bibliografía reportada, principalmente de vitamina C y compuestos



fenólicos con valores superiores a muchos frutos de consumo tradicional al mismo tiempo también es fruto de vida útil corta por lo cual, se debe aportar con opciones tecnológicas que solucionen los problemas de la sociedad involucrada. El consumo actual de este fruto es muy escaso a nivel nacional, regional y local, debido al poco conocimiento sobre sus beneficios, destacando el escaso conocimiento de la forma de consumo de este fruto. En países como Chile y Ecuador es fruto reconocido y consumido en comida gourmet y otras presentaciones. En nuestro país es transformada por la industria, en almíbar y mermeladas, finalmente consumida también en algunas cadenas hoteleras como comida gourmet solo en algunas regiones.

A nivel Nacional la región de Puno es el principal productor de este fruto, ubicándose su producción en la cuenca de la provincia de Sandia donde es cultivada por más de 1000 familias unidas en una asociación ASPPAO – Sandia desde el 2009, con una producción actual de hasta 15 toneladas en temporadas bajas (junio a octubre) hasta las 30 toneladas semanales en temporadas altas (noviembre a junio), la producción actual carece de conocimiento tecnológico, de un respaldo técnico adecuado, y la escasa promoción del fruto nos da como resultado el estancamiento en cuanto desarrollo y crecimiento de la asociación y por ende también afecta la calidad de vida de los productores dedicados a este cultivo milenario (Sierra y Selva Exportadora, 2020).

La cocción es un proceso térmico el cual es utilizado en la industria con el fin de inactivar enzimas, eliminar microorganismos y facilitar la digestión de los alimentos. Pero cada vez que un alimento es expuesto a un proceso de cocción por ebullición, microondas o cualquier proceso térmico, se pierden la mayoría del contenido de nutrientes y compuestos bioactivos de los alimentos dentro de ellas se encuentra la vitamina C y los compuestos fenólicos, estas son sensibles a tratamientos térmicos y durante el proceso térmico son eliminadas del alimento. Por lo cual es necesario buscar



una metodología en el cual podemos conservar los nutrientes y componentes originales de los alimentos hasta el momento de consumir cada alimento.

El sous vide o ciencia en la cocina, es un proceso de cocción al vacío a temperaturas controladas con precisión, teniendo de esta forma alternativas de conservación respecto a métodos tradicionales, además de que el sous vide ayuda a mejorar la vida útil y puede mejorar las características sensoriales y sus compuestos nutricionales. Por todo lo expuesto es un método aplicable a la investigación puesto que se busca conservar las propiedades y características del fruto con valores similares o iguales a un fruto recién cosechado además de darle una forma ya apta para el consumo directo de la papaya de altura. Por lo expuesto es de urgencia contribuir con conocimiento tecnológico y científico en busca de alternativas de consumo, formas de aprovechamiento y la difusión tecno-científica de este fruto. En aras de contribuir con este fin se plantea los objetivos de la investigación basados en aplicación de conocimientos tecnológicos nuevos.

1.1. HIPÓTESIS GENERAL

El sous vide demostrara ser una metodología que ayudara a la conservación de la vitamina C, compuestos fenólicos, y a mantener la estabilidad de sus propiedades físicas con valores mejorados o similares a los frutos de papaya de altura en estado natural.

Hipótesis específicas.

La vitamina C de la papaya andina se mantendrá estable y en cantidades iguales a un fruto recién cosechado luego de ser sometido al proceso sous vide.

Los compuestos fenólicos se mantendrán en la papaya andina en rodajas después del proceso sous vide.



El efecto sous vide no tendrá un efecto significativo sobre las propiedades físicas evaluadas (textura y color) de la papaya de altura en rodajas en referencia al fruto en su estado natural.

1.2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto sous vide sobre la vitamina C, compuestos fenólicos, firmeza y color de la papaya de altura (*Carica pubescens*) en rodajas.

Objetivos específicos.

Evaluar el comportamiento de la vitamina C en la papaya de altura (*Carica pubescens*) en rodajas por efecto sous vide.

Determinar la variación del contenido de compuestos fenólicos en la papaya de altura (*Carica pubescens*) en rodajas por efecto del sous vide.

Estudiar la estabilidad de las características físicas de la papaya de altura (*Carica pubescens*) en rodajas sous vide.



II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. PAPAYA DE ALTURA (*Carica pubescens*)

La papaya de altura a nivel mundial, es una especie de origen de los andes de América del Sur, que crece a una altura de 2000 a 3000 metros sobre el nivel del mar (msnm), a baja temperatura y alta precipitación (600 a 2500 mm) distribuidos uniformemente todo el año (Balbontín et al., 2007; laily, 2012). Estas especies se desarrollan mejor en suelos francos arcillosos, con alto contenido de materia orgánica y un pH entre 5.5 a 6.8, ya que se les ha encontrado generalmente en las huertas de las fincas de los lugareños (Remuzgo, 2011; Cornejo, 2019). Es un árbol similar al de la papaya común, de hoja perenne crece hasta los 10 metros (33 pies) de altura, es muy resistente y tolerante a heladas ligeras y prolongada sequía, con producción máxima entre noviembre y febrero (Vega et al., 2007). De esta forma recibe denominaciones distintitas de acuerdo al ámbito geográfico en el que se realiza un estudio sobre este fruto, citando las siguientes denominaciones: en Chile, papaya; en Colombia, papayuela o papaya de altura; en Ecuador, chilhuacán, chiglacón, chamburu, papaya de olor; en Bolivia huanarpu hembra; y en Perú, papaya arequipeña (INIA, 2020).

La especie *Carica* y/o *Vasconcellea pubescens* “papaya de altura” lo describe (Muñoz, 1988) como especies que son iguales, llevan el mismo epíteto al igual que otras especies de Colombia y Ecuador. En el Perú se distribuye extendiéndose a los departamentos de Cajamarca, Huánuco, Arequipa, Junín y Puno, en las que se encuentran como árboles individuales o en pequeños grupos del campesinado de éstas regiones andinas; el aprovechamiento de estas especies puede ser una alternativa agroindustrial como conservas o para obtención de papainaza, como recurso genético que podría venderse a países que tienen escasa variabilidad y como fuente de genes para mejorar la productividad y resistencia a problemas sanitarios de papayo (Coppens, 2003).



Actualmente la mayor producción y rendimiento en el Perú se encuentra en la Región de Puno, provincia de Sandía englobada en 8 comunidades productoras con un total de más de 1000 familias involucradas en el rendimiento mensual aproximado de hasta 30 toneladas mensuales en las temporadas altas (noviembre a junio) y mínimamente de hasta 15 toneladas en los meses bajos (junio-noviembre). Este dato es variable y dependiente de la presencia de lluvia o riego en las zonas de cultivo (Carrasco et al., 2009). El principal consumidor final es la población arequipeña por otro lado se realiza el maquilado del mismo para su exportación en las ciudades de Lima y Chancay, destinados a países como Chile y el Reino Unido (SSE, 2020; SIICEX, 2020).

2.1.1. Clasificación taxonómica.

Un fruto bastante disperso en cuanto a su origen y denominación, por lo mismo se ha escrito de la papaya de altura nombrándolos de acuerdo al suelo o región en el que fueron estudiados.

División	Angiosperma
Clase	Dicotiledonea
Sub-clase	Arquiclaroidea
Grupo	Dailipetala
Orden	Violales
Familia	Caricacea
Genero	Carica y/o Vasconcellea
Especie	Pubescens

Fuente: (Muñoz, 1988; Remuzgo, 2011; Chauca, 2014; Castilla, 2016; Cornejo, 2019)



2.2. PAPAYA DE ALTURA FRUTO (*Carica pubescens*)

Los frutos son ovoides de 6 a 15 cm de largo y 3-8 cm de ancho, con cinco costillas longitudinales amplios desde la base al ápice. El fruto es pequeño y firme, con pulpa de color amarillo o naranja en la madurez tiene un rendimiento comestible del 46% y un contenido de azúcar de 5% además se caracteriza por su alto contenido en papaína (Vega et al., 2007). El peso de los frutos varía entre 60-178g, sin embargo, se puede considerar 110g de peso promedio. Las plantas pueden producir más de 150 frutos al año. Presentando también los siguientes promedios, número de semillas 35 und, peso por 100 semillas frescas de 29.2g, semilla seca (14% de humedad) 7.13g y las partes del fruto fresco se ven representadas de la siguiente forma pulpa (69.57%), cascara (8.76%), envoltura polínica (8.34%) y semillas (13.3%) (Muñoz, 2006; Auquiñivin & Paucar, 2020).

Duque, (2005) menciona que el papayo, es conocido por sus frutos amarillos de exquisito sabor y propiedades cosmetológicas y medicinales, entre las que destacan las cualidades del látex para la cicatrización y protección contra el desarrollo de úlceras gástricas. Además, que en sus semillas predomina el ácido oleico (de la serie omega 9) que ejerce una benéfica acción en los vasos sanguíneos reduciendo el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares. Antes de alcanzar la madurez, el fruto exuda un látex, al que se le han atribuido propiedades medicinales para el tratamiento de la micosis y otras enfermedades de la piel. Generalmente, no se consume al natural, sino procesada en forma de jugos o conservas (Benítez et al., 2013).

La papaya de altura es una fruta rica en compuestos bioactivos, tales como compuestos fenólicos y vitamina C que contribuye a la capacidad antioxidante. Además, la fruta madura es una excelente fuente de carotenoides, vitaminas, proteínas y polisacáridos (Uribe et al., 2015).

Es un fruto climatérico variando su etapa de maduración en 4 estados, el primero cuando el fruto tiene la superficie de tonalidad completamente verde, pasando en lapso aproximado de 3 días aun estado de pintón del 30% con pigmentación amarilla, al sexto día con 60% de pigmentación amarilla y al noveno día llega a tener una pigmentación amarilla de 100% determinando de esta forma la madurez de cosecha y madurez de consumo (Concha et al., 2002; SSE, 2020), es importante conocer estas etapas pues por ejemplo un fruto cosechado inmaduro no podrá alcanzar un nivel de calidad aceptable para el consumidor (Slaughter, 2009) comportamiento similar se ha reportado para el Chamburo como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1: Ilustración de la maduración del chamburo (Papaya de altura).

Características del fruto papaya de altura en 4 estados de maduración.				
Grados de madurez	1	2	3	4
Color de la corteza según la tabla de Küppers				
Fruto en desarrollo	100% Verde	30% Amarillo	60% Amarillo	100% Amarillo
Peso (g)	180,85	213,18	251, 48	257,34
Altura (cm)	9,71	10,55	9,69	9,48
Diámetro (cm)	6,98	7,24	6,86	6,38
Volumen (ml)	197	273,1	261,5	223,5
pH (pulpa)	3,90	4,02	4,11	4,29
pH (mucilago)	3,85	3,06	4,15	4,34
Acidez % Ac. Cítrico (mg/100g)	1,110	1,004	0,980	0,965
Solidos solubles Brix (pulpa)	4,7	5,6	7,0	5,2
Solidos solubles Brix	7,6	9,4	10,1	9,3
Aroma	No tiene	ligeramente perceptible	Perceptible	Muy perceptible

FUENTE: Balcázar, (2014).

2.2.1. Componentes

2.2.1.1. Composición proximal de la Papaya de altura

La composición proximal es un factor que se tiene en cuenta al momento de ver la calidad de un determinado alimento o fruto, para la investigación se han encontrado varios autores quienes en sus investigaciones reportaron valores similares para los distintos factores que se evaluaron, adoptando uno de los más recientes para el trabajo actual (Concha et al, 2002; Vidal et al., 2009; Laily et al., 2012; Hernández et al., 2014).

Tabla 2: Composición proximal, pH, acidez, solidos solubles y actividad de agua.

Papaya andina	Contenido (g/100 g FW)
Humedad	91.6 ± 1.5
Proteína	0.9 ± 0.0
Lípidos	0.3 ± 0.0
Fibra cruda	1.1 ± 0.1
Ceniza	0.6 ± 0.0
Carbohidratos	4.9 ± 1.4
Ph	4.1 ± 0.2
Acidez %	0.1 ± 0.0
Solidos solubles (°Brix)	5.0 ± 0.0
Actividad de agua	0.997 ± 0.001

FUENTE: (Uribe et al., 2015; Aunquiñivin & Paucar, 2020).

Hernández et al., (2014) reportó valores para azúcares reductores 9.52 g/100 g de fruto fresco así también para minerales encontró 0.40 g. Por otro lado, (Muñoz, 2006) indica que la papaína presente en el fruto representa un 0.353% y el mismo contiene también 29.30 kcal de valor calórico similar al encontrado por (Rodrigo, 2017) 32 kcal.

2.2.1.2. Composición bio-funcional

Estos compuestos o la definición de funcional se han visto muy valorada en los últimos tiempos, considerando funcionales todos aquellos compuestos que el organismo de un ser vivo no puede sintetizar y es necesario complementarlas con el consumo de estos mediante la ingesta de alimentos ricos en determinados compuestos, es así como llegamos a establecer los siguientes valores reportados en trabajos e investigaciones realizadas hasta la actualidad respecto a la papaya andina.

Tabla 3: Composición bio-activa de la papaya de altura (*Carica pubescens*).

Papaya andina	Contenido
Vitamina C	33 mg
Vitamina A	100 UI
Tiamina	0.02 mg
Riboflavina	0.07 mg
Niacina	0.41 mg
Carotenos	0.72 mg
β -caroteno	3783 μ g
Hierro	0.4 mg
Cobre	0.12 mg
Magnesio	35.2 mg
Calcio	15.3 mg
Fosforo	14 mg
Potasio	242 mg
Zinc	0.1 mg
Actividad antioxidante DPPH	1936.228 mg (trolox/g)
Actividad antioxidante ABTS	2141.71 g (trolox/g)
Fenoles totales (ácido gálico)	167 mg/100g

FUENTE: (Heredia, 2000; Concha, 2002; Muñoz, 2006; Repo & Encina, 2008; Ortiz, 2009; Zapana, 2011; Hernández et al., 2014)

2.2.1.3. Características Aromáticas

La papaya de altura es característico por su agradable aroma descrita como la mezcla de notas dulces, frutales y florales, con matices ácidos frescos y bastante carnosos. Estas características tentativamente se identificaron en estudios y revisiones anteriores identificando, los siguientes volátiles mayoritarios: acetaldehído, acetona, etanol, acetato de isoamilo, 3- hecenoato de metilo, benzaldehído, salicilato de metilo, 8 – decalactona y octanol (Duque, 2005; Balbontín et al., 2007), el perfil descriptivo de su aroma como se muestra en la figura 1.

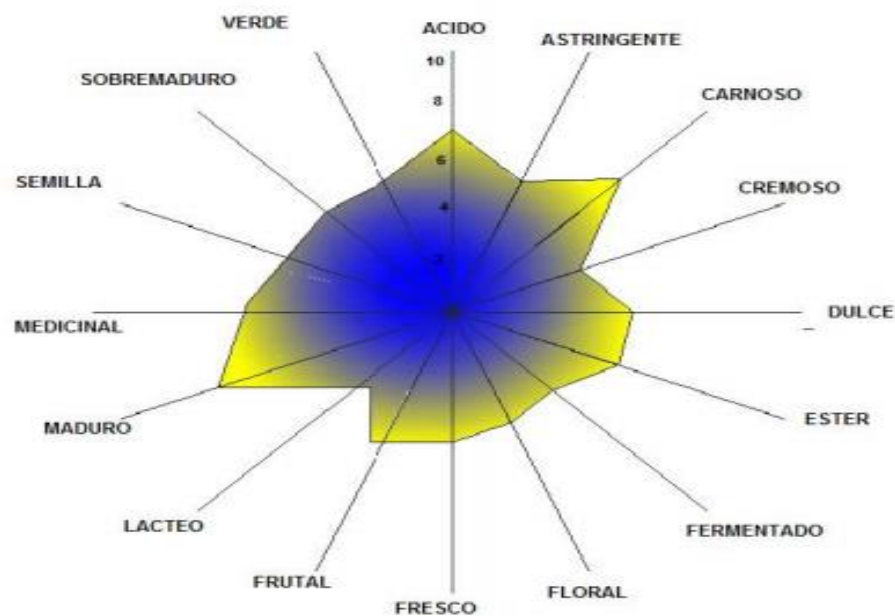


Figura 1: Perfil olfativo del aroma de la papaya de altura

FUENTE: Duque, (2005).

2.2.2. Principios activos

Osuna et al., (2005) menciona que la papaína es una proteína que se encuentra en toda la planta, y se compone de 212 aminoácidos con un peso molecular de 23.000 daltons, en la unión de su cadena doblada se encuentra el sitio activo. (Vidal et al., 2009) nos indica que la papaína además de hidrolizar proteínas, también lo hace con pequeños péptidos, aminas, esterres, carbohidratos y grasas. (Chavez, 2013; Torres, 2017) hablan de



que la pepsina vegetal consiste en una mezcla de enzimas proteolíticas como son las enzimas cristalinas papaína y quimopapaina, el cual tiene una estructura de 218 aminoácidos con propiedades parecidas a la papaína. En el fruto están presentes también los aminoácidos: triptófano, tirosina, cisteína además de las enzimas como la peptidasa, caseína, amilasa, pectasa y lipasa (Castilla, 2016).

2.2.3. Toxicidad

El látex aplicado externamente es irritante y vesicante; su ingestión puede causar gastritis severa. El extracto acuoso del polen, en aplicación intradérmica en el hombre provoca alergia. El extracto acuoso de la raíz fresca, puede emplearse como purgante, debido a que contiene taninos, alcaloides y flavonoides, entre otros (Castilla, 2016). La papaína puede inducir asma y rinitis además favorece la digestión de proteínas y es una agente antitoxina principalmente contra la toxina de la difteria y tétanos (Torres, 2017). La enzima caprina en adición al alcaloide tiene una acción espasmolítica en el músculo liso, en dosis altas produce vasoconstricción, así mismo es considerada un veneno cardíaco. La carpaina puede causar parálisis del sistema nervioso y depresión cardíaca; además de ser tóxica cuando se ingiere en grandes cantidades. La quimopapaína presenta propiedades proteolíticas. El xilitol ejerce una actividad anti hemolítica y causa una disminución en los niveles de bilirrubina en ratas intoxicadas por la inyección de saponinas (Osuna et al, 2005).

(Hernández et al, 2014), evaluó la presencia de cadmio y plomo que puede encontrarse en los frutos derivados de la contaminación, no encontrando resultados para estos. Al igual que (Muñoz, 2006) utilizando la metodología del criterio de Williams la clasificó prácticamente de no tóxica.

2.2.4. Post-cosecha de la papaya de altura

Slaughter, (2009) indica que el nivel de madurez de la fruta al momento de cosecha es crítico para el desarrollo de una buena calidad de sabor, cuando esté completamente madura, en la tabla 4 se describe este concepto para la papaya andina.

Tabla 4: Comportamiento fisicoquímico de la papaya de altura a diferentes temperaturas y almacenado durante 20 días.

Tiempo en días	Post-cosecha de la papaya de altura “madurez comercial”.											
	Temperaturas en °C											
	6°C				12°C				23°C			
	Color	°Brix	Acidez	pH	Color	°Brix	Acidez	pH	Color	°Brix	Acidez	pH
2	v-a	5.4	0.73	4.4	v-a	5.4	0.71	4.4	v-a	5.4	0.62	4.4
4	v-a	5.4	0.7	4.4	v-a	5.8	0.67	4.4	a-v	5.8	0.51	4.5
6	v-a	5.4	0.68	4.4	a-v	5.8	0.57	4.4	a-c	6	0.38	4.5
8	v-a	5.4	0.62	4.5	a-c	5.8	0.45	4.5	a-o	6	0.41	4.5
10	a-v	5.5	0.6	4.5	a-c	5.9	0.37	4.5	a-o	6	0.45	4.5
12	a-v	5.6	0.56	4.5	a-c	6	0.36	4.6	a-o	5.8	0.48	4.5
14	a-v	5.5	0.55	4.5	a-o	6	0.38	4.6	...	...	...	...
16	a-v	5.5	0.58	4.5	a-o	6	0.41	4.4	...	...	...	...
18	a-v	5.6	0.57	4.5	a-o	5.9	0.45	4.5	...	...	...	...
20	a-v	5.6	0.56	4.5	a-o	5.9	0.48	4.4	...	...	...	...

*v-a: verde amarillo *a-c: amarillo claro *a-v: amarillo verdoso *a-o: amarillo ocre

FUENTE: Concha et al., (2012)

2.2.5. Usos y aplicaciones de la papaya de altura.

Es un fruto tropical de los andes, cuyo fruto es apreciado por su olor característico y agradable, posee altos beneficios por sus cualidades nutritivas, presencia de enzimas, proteínas y vitaminas A, B, C y minerales. (Concha, 2002; Muñoz, 2006; Repo & Encina, 2008; Zapana, 2011; Chávez, 2013; Hernández et al., 2014).

Aumenta los niveles de glucosa y proteínas totales, siendo significativa respecto a la dieta balanceada. Produce un aumento significativo en hemoglobina presentando mayor incremento en los que consumen fruta con dieta no suplementada. Disminuye el



colesterol, existiendo mayor disminución en los alimentados con el fruto y dieta no suplementada. Disminuye significativamente los valores de urea, fosfatasa alcalina y aspartato aminotransferasa (Muñoz, 2006).

La papaína puede utilizarse en la terapia de diversas enfermedades digestivas, tiene un efecto anticoagulante, también presenta una actividad amobocida (Castilla, 2016). Además de su empleo como removedor de caries (Moya, 2013). Por su alto contenido de papaína, esta fruta que tiene gran aceptación en los mercados internacionales para uso en la industria farmacéutica y en la de alimentos como ablandador de carne; estas consideraciones sugieren su cultivo como una alternativa de desarrollo en las zonas más deprimidas de los Andes (Duque et al, 2005).

(Condo, 2013; Caldas y Carlos, 2015) indican que puede usarse para el tratamiento de la diarrea, alergias, fiebre del heno e indigestión. Además, Protege al cuerpo de la oxidación, por lo tanto, previene el cáncer, ayuda a regular los niveles de colesterol, fomenta la absorción de hierro, ayuda a la elaboración y mantenimiento del colágeno, proteína, que es la base para la unión de los tejidos, ayuda a aliviar la respiración asmática, ayuda a la recuperación rápida por padecimientos de neumonía, mononucleosis, hepatitis y otras infecciones virales, el licopeno cumple con otras funciones específicas: Fortalece el sistema inmunológico, Promueve la fertilidad, esencial para embarazos satisfactorios y lactancia, necesario para la síntesis de proteínas, puede prevenir cáncer del estómago, colon, recto, vejiga, pechos, boca, esófago, cérvix y pulmones, esencial para la sanidad de los ojos, requerido para la formación de huesos y el desarrollo, reduce la oxidación y daño de las células nerviosas que ocurre como resultado de golpes y mejora la actividad de la muerte natural de las células, destruyendo a los agentes invasores.



2.3. SOUS VIDE

2.3.1. Definición

Sous vide significa "bajo vacío" en francés y es un método de cocción donde los alimentos se sellan al vacío en bolsas de plástico y se cocinan en un baño de agua u horno de vapor a una temperatura y tiempo específicos, a menudo a temperaturas más bajas y tiempos más largos que los métodos de cocción (Briggs, 2019). También ha tenido una gran cantidad de otros nombres como cocinar con bolsa, cocinar al vacío, etc. (Creed, 1998).

Sous vide cooking es una herramienta poderosa en la cocina moderna: el control preciso de la temperatura brinda una reproductibilidad superior, un mejor control de la cocción, la reducción de patógenos a un nivel seguro a temperaturas más bajas y más opciones de textura que los métodos de cocción tradicionales; el envasado al vacío mejora el flujo del calor, prolonga la vida útil de los alimentos al eliminar el riesgo de recontaminación, reduce los olores de la oxidación y reduce la pérdida de nutrientes en el medio de cocción (Balwin, 2011; Calderón, 2011; Jørgensen et al., 2017).

2.3.2. Origen

El cocinado sous vide surge en Francia a partir de una técnica culinaria denominada en papillote que consistía en envolver los alimentos en un pergamino y cocinarlos en hornos a una temperatura media. De esta forma, los alimentos mantenían su humedad y resultaban más tiernos y sabrosos. A finales de 1960, el desarrollo de plásticos alimentarios resistentes a la temperatura permitió el desarrollo del cocinado sous vide. Geroge Pralus, chef francés, fue el descubridor del cocinado sous vide en 1967 cuando intentaba reducir las mermas que se producían durante la cocción del foie gras. Pralus observó que envasando a vacío el foie gras en bolsas de plástico selladas herméticamente y sumergiéndolas en un baño de agua caliente a temperatura controlada



se podía reducir las pérdidas desde un 40% a un 5%. Al mismo tiempo, se observó una mejora en la calidad sensorial debido a la retención de los compuestos aromáticos responsables del olor y sabor y una textura más natural por el empleo de temperaturas bajas (Creed, 1998; Díaz, 2009). Esta metodología fue rápidamente adaptada a la cultura culinaria de países como Italia, España y por supuesto Francia, extendiendo su aplicación desde carne y pescado hasta varias verduras, frutas y productos de confitería (Rinaldi et al., 2013), y desde el 2000 esta metodología ha ganado popularidad en países de Norteamérica para alimentos de consumo rápido teniendo en un inicio incidentes negativos, por la poca práctica y aplicación de la metodología por parte de algunos manipuladores de los alimentos, pero que en la actualidad se encuentran normadas por el departamento de salud (Briggs, 2019), *sous vide* en la actualidad está disponible para su uso en entornos domésticos (Jørgensen et al., 2017).

2.3.3. Tecnología “*sous vide*” empleada

(Díaz, 2009) identifica que, la tecnología *sous vide* se divide en cocción indirecta o inmediata la aplicación de uno u otro sistema dependerá del tipo de producto y del objetivo. El método por cocción indirecta consiste en una larga cocción, un posterior enfriamiento y está destinada a la conservación del alimento y reducir el daño térmico sobre proteínas y lípidos, disminuyendo la pérdida de líquidos, compuestos aromáticos y nutrientes termosensibles y mejora la textura. Además, el envasado al vacío permite controlar la microflora aerobia y alarga el periodo de conservación de los platos. Por el contrario, el método de cocción inmediata consiste en aplicar temperaturas extremadamente suaves y tiempos de cocción más cortos y, en este caso, los platos van destinados al consumo inmediato, siendo más idóneo para productos delicados. (Calderón, 2011) nos describe que es un alimento procesado a temperaturas inferiores a los 100°C en un ambiente húmedo (agua o vapor) por 8 a 12 minutos para luego pasar a



enfriamiento rápidamente, además indica que temperaturas adecuadas entre los 70°C y 90°C garantizan una conservación mejor en el tiempo almacenado a temperatura de refrigeración.

2.3.4. Importancia

Autores como (Knøchel et al., 1997; Calderón, 2011; Lafarga et al., 2018) coinciden que la importancia de la metodológica radica en garantizar la eliminación de microorganismos patógenos que deterioren el producto y reducir las pérdidas organolépticas, nutricionales y sensoriales (textura, aroma, sabor).

Colpo, (2015) en lo que viene a ser la única investigación sobre la aplicación de sous vide en frutas a nivel Sudamérica indica que la vida útil de un producto sous vide puede ser tan largo como 42 días, reduciendo la necesidad de conservantes y potenciadores del sabor, mejor conservación de las vitaminas y la retención de la mayoría de los jugos de los alientos originales. Las condiciones favorables para la temperatura de cocción de vacío es de alrededor de 65 °C, la higiene, de buena calidad, la manipulación adecuada, el almacenamiento a 2 °C frío, congelación a -18 °C, la acidez y la radiación.

2.3.5. Envasado

El envasado constituye el fundamento del sistema sous-vide, se consigue al envasar herméticamente los alimentos dentro de una bolsa de plástico con la ayuda de una cámara de sellado. En el proceso de envasado los expertos aconsejan tomar en cuenta de manera fundamental el nivel de llenado del envase y el sellado de las películas plásticas, puesto que, si una de las dos condiciones no se realiza de manera adecuada el proceso de cocción al vacío no podrá realizarse. Si el proceso se realiza de manera adecuada se podrá observar que el material de envasado se pliega en torno al alimento, denotando la inexistencia de aire en el interior, Este proceso impide la recontaminación después del cocinado y retrasa la oxidación de lípidos causantes de olores y sabores



rancios que afectan la calidad organoléptica de los alimentos de mayor contenido graso (Samaniego y Carpio, 2017).

La etapa de envasado es crucial en el cocinado sous vide por su importancia en la inhibición del deterioro químico y microbiológico durante el procesado y almacenamiento (Rodgers, 2007).

2.3.5.1. Envasado al vacío

El primer método de envasado en atmósfera protectora que se utilizó comercialmente fue el envasado al vacío (EV). Se trata de un sistema muy sencillo, que únicamente conlleva la evacuación del aire contenido en el paquete. Si el proceso se realiza de forma adecuada la cantidad de oxígeno residual es inferior al 1%. En este caso, el material de envasado se pliega en torno al alimento como resultado del descenso de la presión interna frente a la atmosférica. Dicho material debe presentar una permeabilidad muy baja a los gases, incluido el vapor de agua. Inicialmente, el vacío se limitaba al envasado de carnes rojas, carnes curadas, quesos duros y café molido. En cambio, en la actualidad se aplica a una extensa variedad de productos alimenticios. (García et al., 2006; Sucapuca, 2013; Rodríguez et al., 2014; Escalona, 2017)

2.3.5.2. Envases

Los envases más utilizados en el cocinado sous vide están fabricados de materiales poliméricos, aunque se emplean otros materiales en aplicaciones concretas, como el vidrio para alimentos crujientes. La función principal que desempeña el envase es proteger el alimento del medio externo y preservar el ambiente gaseoso creado en su interior. Los materiales de los que están compuestos dichos envases deben presentar determinadas propiedades; Barrera al paso de gases y vapor de agua, entre otros. Aparte de esta característica básica, es deseable que reúnan otras propiedades desde el punto de vista técnico, comercial, legal, etc. (Díaz, 2009; Sucapuca, 2013).

Tabla 5: Envases empleados en la cocina “sous vide”.

Envases	Tipos	Empleo	Características
Bolsas	De conservación	Conservación de alimentos a temperatura ambiente refrigeración y congelación.	-40°C durante un máximo de 6 meses
	De cocción	Cocinado en contacto con agua o medio húmedo	-40 °C a 121 °C.
	Retractiles	Cocinado y conservación de alimentos que producen exudado y pierden fácilmente su forma.	Resistente al frío y calor
Otros	Recipiente de cristal	Alimentos crujientes	Frascos de vidrio con rosca
	Barqueta	Industrias con gran volumen de producción	Rapidez de envasado
	Sistema gastrovac	Cocinado de alimentos	Recipientes gastronorm con tapa ajustable y válvula de extracción de aire

FUENTE: (Díaz, (2009)

(Díaz, 2009; Iborra, 2013) Describen las propiedades deseables en los materiales de envasado destinado a la cocina sous vide. Propiedad de barrera o protección; deben de preservar el alimento y la atmosfera protectora durante las distintas fases del cocinado y almacenamiento refrigerado es decir tener barrera frente a gases, humedad, olores, protección frente a la luz y resistencia a grasas y aceites. Propiedad de resistencia térmica; deben de ser resistentes a temperaturas de pasteurización y congelación durante tiempos prolongados (desde -40°C a 120°C). Propiedades técnicas y mecánicas; definida por el



envasado, la maquinaria utilizada y la manipulación de los envases acabados durante su distribución y venta en otras palabras deben ser resistentes a fuerzas de tracción, fricción, impactos, desgarros, perforaciones y abrasiones además de ser flexibles para soportar la presión interna de los gases y tener una aptitud para el termo formado logrando ser un material de fácil sellado. Propiedades comerciales; presentación atractiva y manipulación sencilla y practica para el consumidor basado en un material con brillo y transparencia, capacidad antivaho, facilidad de apertura, aptitud para la impresión y adición de etiquetas y códigos, apto para el calentamiento en horno convencional o microondas. Otras como las propiedades económicas (rendimiento y coste por metro cuadrado y disponibilidad en el mercado), propiedades legales (inercia química “migración del plástico al alimento) y propiedades medioambientales (posibilidad de reciclado). Similares propiedades también descritas para alimentos envasados al vacío por (García et al., 2006).

2.3.5.3. Materiales de envasado

Los principales materiales utilizados en el envasado de alimentos en atmosferas protectoras pueden ser polietileno de baja densidad (LDPE), polietileno de alta densidad (HDPE), polipropileno (PP) fundido, polipropileno orientado, etileno-acetato de vinilo (EVA), policloruro de vinilo (PVC) rígido, policloruro de vinilo (PVC) plastificado, Poliamida (PA) o Nylon-6, Poliamida (PA) o Nylon-11, politereftalato de etilenglicol (PET) o poliéster (orientado), poliestireno (PS) orientado, etileno-alcohol vínlico (EVOH) e Ionómeros. (García et al., 2006; Díaz, 2009; Sucapuca, 2013).

2.3.6. “Sous vide” aplicado a frutos

La existencia de referencia para el procesamiento de frutos en sous vide, es muy escasa por lo mismo para lograr un acercamiento referencial de la dirección de este trabajo se describen en la siguiente tabla las condiciones de la cocina sous vide para frutos.

Tabla 6: Guías elaboradas para su aplicación en la cocina “sous vide” en referencia a frutos.

Frutos y otros	Temperatura	Tiempo
Agua de granada	80 °C	30 min
Caqui	83 °C	35 min
Cereza	83 °C	20 min
Ciruela	65 °C	20 min
Coco	83 °C	40 min
Crema inglesa	83 °C	20 min
Higos	63 °C	40 min
Jugo de frambuesa	65 °C	45 min
Kiwi	80 °C	20 min
Manzana	85 °C	12 min
Melocotón en almíbar	80 °C	45 min
Melón	65 °C	20 min
Naranja confitada en almíbar	65 °C	2 h
Papaya	64 °C	45 min
Pera en puré	83 °C	1 h
Piña	80 °C	30 min
Plátano	65 °C	20 min
Sandia	65 °C	20 min

FUENTE: recuperado de (www.sous-vide.cooking; www.sammic.es; Colpo, 2015).



2.4. VITAMINA C

2.4.1. Definición

El ácido ascórbico o vitamina C es un agente antioxidante necesario para la formación y mantenimiento adecuado del material intercelular; puede reducir la acción perjudicial de los radicales libres y coadyuva al mejoramiento de la absorción del hierro no hemínico. La carencia de esta vitamina, en los seres humanos, puede provocar hemorragias acompañada de una pobre cicatrización y lento proceso de curación de las heridas, así como anemia; su poder vitamínico radica en la prevención del escorbuto. Se encuentra casi exclusivamente en vegetales y frutas frescas y como es soluble en agua apenas se acumula en el organismo por lo que es importante un aporte diario. Es muy sensible a la luz, temperatura y oxígeno degradándose fácilmente durante el procesamiento y almacenamiento de los alimentos (Azulay et al., 2003; Bastias & Cepero, 2016; Castillo, 2019).

2.4.2. Función de la vitamina C

En humanos, la vitamina C funciona como la primera línea de defensa antioxidante y juega un rol importante en la función inmune (Rodríguez et al., 2003). Es esencial para la síntesis de colágeno, uno de los mayores componentes del tejido conectivo y la carnitina. Además, la vitamina C ha demostrado tener efecto antiviral y antibacterial in vitro; juega un rol en la reacción de hidroxilación microsomal que cataliza el metabolismo del colesterol y destoxificación de xenobióticos químicos, y está involucrada en el metabolismo de neurotransmisores (Basabe, 2000; Rosales & Arias, 2015), también se ha utilizado como un aclarador de la piel, inhibiendo la tirosinasa. Proporciona un suplemento de almacenamiento de tejido seguro y efectivo, que mejora la fotoprotección y aumenta las defensas antioxidantes (Azulay et al., 2003).



Castillo, (2019) reporta además de la capacidad antioxidante que cumple la vitamina C (función antidiabética), otras vinculadas a la respuesta inmune; por ejemplo durante episodios infecciosos intervine en la quimiotaxis de neutrófilos y monocitos y en la actividad de las células, funciones anti cancerígenas; teniendo un efecto peroxidante caracterizado por la formación de peróxido de hidrogeno afectando a las células tumorales y función de circulación; considera un posible efecto en el tono vascular basada en la reducción de marcadores de estrés oxidativo.

Su poder oxido reductor, cede electrones a los radicales libres y los estabiliza. Regenera la forma oxidada de la vitamina E, por lo que se aconseja ingerirlas juntas. Ejerce un efecto protector frente al tabaco (Ros et al., 2009), siendo considerado una sustancia vital oral en la prevención del desarrollo de cáncer como lo confirman autores como (Atalah et al., 2000; Silva & Naves, 2001; Sampaio & Almedia, 2009).

2.4.3. Principales fuentes alimentarias de vitamina C

Para lograr aprovechar todas la propiedades y funcionalidades, la vitamina C que al inicio solo fue visto por su efecto anti escorbuto y no así por su efecto antioxidante es necesario saber, en qué alimentos encontramos este nutriente pues el organismo no es capaz de sintetizarlo por lo cual es necesario una fuente externa del cual abastecemos (Rosales & Arias, 2015), normalmente los encontramos en frutas cítricas, kiwi, guayaba, camu -camu, papaya, melón, fresa, mango, tomate, uva también lo encontramos en vegetales como coliflor, brócoli, repollo, berro, espinaca y pimiento otros alimentos no tradicionales como la papa, los hongos comestibles y el te verde (Serra et al., 2000; Ganem et al., 2009; Bastias & Cepero, 2016), entre otros que además de ello no solo aportan vitamina C sino también compuestos fenólicos como flavonoles, glicósidos y antocianinas. Por otro lado, también están los alimentos fortificados con vitamina C por ejemplo jugos, bebidas elaboradas, pulpas de frutas envasadas, jaleas, complementos de

la leche materna entre otros, que tienen una demanda creciente debido a las múltiples propiedades asociadas a la vitamina C (Rodríguez et al., 2003; Martínez et al., 2003; García et al., 2013).

Tabla 7: Principales frutos con alto contenido de vitamina C.

Fuente (porción)	Vitamina C (mg)	Fuente (porción)	Vitamina C (mg)
Camú- Camú (100g)	2780	Jugo	
Guayaba	273	Toronja (1/2 taza)	35
Melón ¼	60	Naranja (1/2 taza)	50
Toronja	40	Uvas (1/2 taza)	120
Kiwi (1)	75	Vegetales	
Mango (1 taza, rodajas)	45	Brócoli (fresco, 1/2 taza)	158
Naranja (1)	70	Coliflor (cocida 1/2 taza)	25
Papaya (1taza, rodajas)	85	Repollo (cocido, 1/2 taza)	25
Fresa (1 taza)	95	Pimentón (cocido, 1/2 taza)	50
Mandarina (1)	25	Papa (1, cocida)	25
Mango	57	Tomate (crudo, 1/2 taza)	15

FUENTE: (Rogerío et al., 2003; Castillo, 2019).

2.4.4. Requerimiento mínimo de vitamina C en la alimentación

Existen varias fuentes que recomiendan sobre la cantidad de la ingesta diaria de vitamina C para diferentes grupos etarios. La FAO indica que debe ser 100 mg en adultos para alcanzar el nivel de saturación celular. Al establecer las cantidades de ingesta diaria de un nutriente y su valor diario adecuado (VDR) (60 mg para vitamina C) se puede determinar la dosis diaria de referencia (DDR) y decidir si un alimento contiene una cantidad alta ($\geq 20\%$) o baja ($< 5\%$) de un nutriente. Los requerimientos de ingesta diaria se pueden cumplir fácilmente mediante el consumo de zumos, o con dietas ricas en frutas y vegetales con mínimo procesamiento porque la degradación de la vitamina C se produce

tanto en condiciones aeróbicas como anaeróbicas (Vidal & Farré, 2001; Cardero et al., 2009; Ganem et al., 2009; Bastias & Cepero, 2016; Castillo, 2019).

Tabla 8: Recomendaciones sobre ingesta diaria de vitamina C para diferentes grupos etarios.

Grupo etario	Ingesta diaria	mínima	Fuente
Adultos	30 mg		FDA
Ejército	50 mg		FDA
Lactantes de 0 a 6 meses	25 mg		FAO
Infantes de 7 meses a 6 años	30 mg		FAO
Niños de 10 a 18 años	40 mg		FAO
Adultos de 19 a 65 + años	45 mg		FAO
Embarazadas	55 mg		FAO
Mujeres lactando	70 mg		FAO
Adultos sanos	100 mg		FAO
Adultos y Niños mayores a 4 años	60 mg		MINSAL
Niños - Adultos sanos	15 - 120 mg		NAP
Adultos sanos	12 mg		FDA
Lactantes	40 mg		NAP
Niños de 1 a 3 años	15 mg		USDA
Niños de 9 a 13 años	45 mg		USDA
Mujeres mayores de 19 años	75 mg		USDA
Hombres mayores de 19 años	90 mg		USDA

FDA: Food and Drug Administration; NAP: National Academies Press; MINSAL: Ministerio de Salud Chile; FAO: Organización para la Agricultura y la Alimentación; USDA: Departamento de Agricultura de EE.UU.

FUENTE: Bastias y Cepero, (2016)

Para personas que fuman, deben de añadir 35 mg a los valores arriba indicados para calcular la cantidad total recomendada de vitamina C que necesita cada día (Ros et al., 2009).



2.5. COMPUESTOS FENÓLICOS

Los compuestos fenólicos son compuestos químicos que se encuentran ampliamente distribuidos en las plantas. Los tres grupos más importantes son los flavonoides, los ácidos fenólicos y los polifenoles, los fenoles son también antioxidantes y como tales atrapan radicales libres previniendo que estos se unan y dañen las moléculas de ácido desoxiribonucleico (DNA), un paso crítico en la iniciación de los procesos carcinogénicos (Repo & Encina, 2008; Martin, 2017). Los compuestos fenólicos tienen su origen en el mundo vegetal. Son uno de los principales metabolitos secundarios de las plantas y su presencia en el reino animal se debe a la ingestión de éstas (Martínez et al., 2000). El contenido de compuestos en las plantas y frutos tiene variaciones que dependen del genotipo, especie, condiciones ambientales, grado de madurez, composición del suelo, ubicación geográfica y condiciones de almacenamiento (Valencia et al., 2017). Además, actúan como fitoalexinas (las plantas heridas secretan fenoles para defenderse de posibles ataques fúngicos o bacterianos) y contribuyen a la pigmentación de muchas partes de la planta (por ejemplo, los antocianos son los responsables del color rojo, naranja, azul, púrpura o violeta que encontramos en las pieles de las frutas y hortalizas) y fenoles simples como el eugenol en los plátanos son responsables del aroma característico (Gimeno, 2004). El sabor amargo como la naringina en cítricos, el ácido clorogénico en vinos, cervezas, sidras y otros como los ácidos hidroxicinámicos en arándanos, como también el sabor astringente constituidas por las proantocianidinas o taninos condensados son responsables de la astringencia de los alimentos vegetales y finalmente cuando los fenoles son oxidados, dan lugar a las quinonas que dan un color pardo o amarillo que muchas veces es indeseable (Martínez, 2000).



2.5.1. Clasificación y distribución de los compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos se pueden clasificar de muchas maneras debido a su diversidad estructural o según su composición química. Dentro de estas encontramos a los flavonoides divididos en sub grupos fenoles no carboxilos (C6, C6-C1, C6-C3) y ácidos fenoles (derivados del ácido benzoico C6-C1 y derivados de ácido cinámico C6-C3. Además, está la clasificación del otro grupo fenol los flavonoides (C6-C3-C6) “formados por dos grupos bencénicos unidos por un puente tricarbonato” y dentro de estas menciona a subgrupos como los antocianos, flaonas, flavonas, flavonoles, flavononoles, taninos condensados y lignanos (Maestro & Borja, 1993; Gimeno, 2004; Peñarrieta et al., 2014; Valencia et al., 2017).

2.5.2. Propiedades de los compuestos fenólicos

Valencia et al, (2017) Atribuye a sus numerosas propiedades biológicas. Su capacidad antioxidante al cual, identificada como una de las más representativas de hecho, plantea que la capacidad para captar especies reactivas de oxígeno y nitrógeno de numerosas plantas ha sido asociada con su contenido en este tipo de moléculas. Además, cita que estudios epidemiológicos, han sugerido que la ingesta de fitoquímicos y en particular polifenoles está asociada con la disminución de enfermedades incluyendo las cardiovasculares, el cáncer y las neurodegenerativas.

Estudios realizados a la actualidad, identifican a los compuestos fenólicos como compuestos que ayudan a combatir el daño oxidativo causado por radicales libres que está relacionado con enfermedades como la aterosclerosis, cáncer, artritis y otras enfermedades inflamatorias, a los compuestos fenólicos se les atribuye la capacidad de ser eficientes secuestradores de radicales libres (Martínez, 2000; Muñoz et al, 2007; Arroyo et al., 2008; Morillas & Delgado, 2012; Uribe et al., 2015) además son capaces de inhibir a enzimas productoras de radicales libres (Doroteo et al., 2013).



Gimeno, (2004) menciona que los mecanismos a través del cual los compuestos fenólicos pueden prevenir el cáncer no están definitivamente establecidos, pero estudios de laboratorio ha reportado efectos benéficos en la prevención de enfermedades cardiovasculares como la actividad estrogenica y antiestrogenica, inhibición de la proliferación celular, inhibición del daño oxidativo del ADN y activación de las enzimas de decodificación de carcinógenos.

2.5.3. Toxicología de compuestos fenólicos

Los fenoles pueden tener efectos antinutricionales debido a que pueden interaccionar con algunos elementos de la dieta. Por ejemplo, una ingestión muy elevada y crónica de estos compuestos puede interferir en la absorción del hierro de la dieta y provocar anemia. Sin embargo, en general, la toxicidad de los fenoles en una ingestión moderada es muy poca debido a su baja absorción, rápido metabolismo y a la presencia de un sistema muy eficaz de detoxificación (Gimeno, 2004).

(Martin, 2017; Torres y Ganoza, 2017) dan a entender que los compuestos fenólicos pueden llegar a ser tóxicos si su ingestión esta entre el 1 y 5% del total de la dieta, un porcentaje imposible de lograr debido a que la ingesta aproximada es de 25 mg-1 g/día en condiciones normales. (Martínez, 2000) reporto ingestas de flavonoides en Estados Unidos 100mg expresados como agliconas, 23mg/día en el Reino Unido, la ingesta en Japón fue mucho más alto 64 mg/día y mucho menor en Finlandia 6 mg/día. Aun con estas referencias es conveniente ser prudentes y no recomendar un consumo muy elevado de compuestos fenólicos hasta que su bioactividad no esté mejor entendida.



2.6. PROPIEDADES FÍSICAS

2.6.1. Color

El color es una respuesta mental o de percepción del espectro visible de la luz que es reflejada o emitida por un objeto, dicha señal de respuesta interactúa con la retina ubicada en el ojo y se transmite al cerebro por el nervio óptico, esta acción hace que los humanos asignen los colores a esta señal. El color como sustancia, no existe, es un efecto óptico en el que intervienen procesos fisiológicos, físicos y químicos (Castañeda, 2005). El color de los alimentos es quizás el primer atributo que el consumidor valora cuando determina la apariencia y calidad de un producto, y por tanto va a condicionar su aceptabilidad. Una apariencia natural siempre será evaluada positivamente mientras que se tomarán precauciones ante un color extraño o inesperado que suele ser interpretado en términos de deterioro o manipulación inadecuada de las frutas y vegetales (Mínguez et al, 2005).

Los pigmentos responsables de los colores que se observan están presentes en organismos vivos, principalmente en las plantas, encontrándose en hojas, frutas, verduras y flores, igualmente se encuentran en la piel, ojos y diferentes estructuras de origen animal, además en bacterias y hongos (Delgado et al., 2000). El color de la cáscara en los frutos es un atributo de calidad que influencia las preferencias del consumidor, e induce la expectativa de sabor, gusto y palatabilidad. Siendo al mismo tiempo en la mayor parte de los vegetales una variable utilizada como indicador de estado de madurez y/o deterioro de calidad de los mismos (Castro et al., 2013).

2.6.1.1. Pigmentos en frutas y vegetales

En las frutas y vegetales, el color se debe principalmente a tres familias de pigmentos que son: clorofilas, antocianinas y carotenoides, responsables de la coloración verde, de azul a violeta y de rojo a amarillo, respectivamente (Gimeno, 2004; Mínguez et

al., 2005; Ulloa et al., 2015). Éstos compuestos otorgan a las frutas y vegetales parte de su calidad nutricional, estudios reportan que la concentración inicial de estos pigmentos está relacionada con el estado de madurez (González, 2010).

2.6.1.2. Colorimetría

La evaluación del color se realiza objetivamente mediante el uso del espacio de color $L^* a^* b^*$ (también referido como CIELAB), propuesto por la commission internationale del Eclairage CIE $L^* a^* b^*$. Este sistema es uno de los espacios más populares para medir el color de los objetos y es usado virtualmente en todos los campos y es el que mejor representa la sensibilidad del ojo humano al color.

En este espacio de color, L^* indica luminosidad y varía del 0 (negro) al 100 (blanco) y a^* y b^* son las coordenadas cromáticas de manera que a^* varía de -60 (verde) a +60 (rojo) y b^* varía de -60 (azul) a +60 (amarillo) ($+L^*$ es blanco y $-L^*$ es negro), metodología empleada también por (Gonzales, 2010; Carvajal et al., 2011; Castro, 2013; Rettig & Ah Hen, 2014).

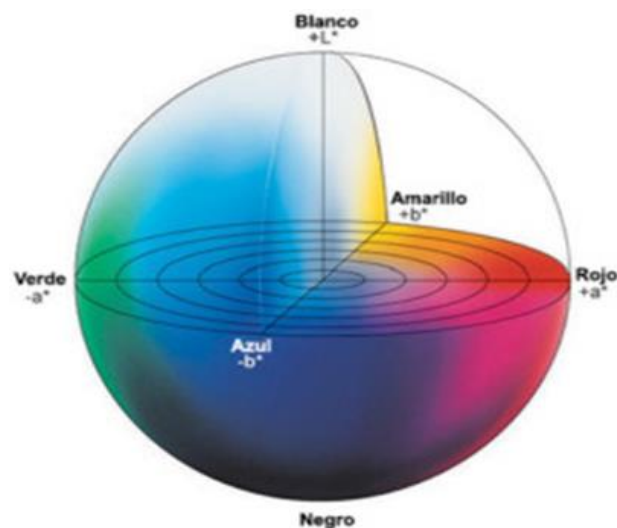


Figura 2: Diagrama de cromaticidad.

FUENTE: Konicaminolta, (2020)



2.6.2. Textura

La textura es la manifestación sensorial y funcional de las propiedades estructurales, mecánicas y superficiales de los alimentos determinadas a través de los sentidos de la vista, oído, tacto y las cinéticas involucradas en cada caso. La textura es uno de los atributos primarios que junto con el color, sabor y olor conforman la calidad sensorial de los alimentos. Es la característica de calidad más apreciada por el consumidor (De Roeck et al., 2007; Esquivel, 2017).

2.6.2.1. Métodos de la medición de la textura “firmeza”

En general, en los ensayos tradicionales de textura (penetración, punción o compresión) se mide la fuerza que opone la fruta al ser perforada o comprimida cierta profundidad de deformación. Sin embargo, el valor absoluto de la fuerza no es un indicador fiable de la dureza en un fruto, por la variabilidad intrínseca de los métodos de ensayo y la cantidad de factores que afectan a la medida. Resulta mucho más adecuado el uso del cociente (Fuerza máxima / Deformación en F_{max}) = Pendiente de la curva, ya que es más preciso (repetible) y esta menos influido por las imprecisiones del ensayo. La firmeza se expresa en Newtons de fuerza o en Newtons por cada mm de deformación producida (Dussán et al., 2008; Torres et al., 2014).

2.6.2.2. Aplicación de la compresión y punción

Es uno de los métodos más comunes para medir propiedades de textura de alimentos, estos pueden ser sólidos o semi-sólido. Por ejemplo, los alimentos de la muestra de compresión incluyen anillos de manzana, copos de maíz, queso, almidón de maíz, miga de pan y zanahoria y los alimentos de la muestra de punción incluye, kiwis, rodajas de patata y aperitivos de cereales. Estas pruebas pueden llevarse a cabo en “fruta entera” o “partes” (piel, pulpa), dependiendo del propósito de la investigación (Esquivel, 2017).



III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGARES DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

La investigación se desarrolló desde la obtención del fruto papaya de los campos de cultivo de los agricultores de la Asociación de Productores de Papaya Andina Orgánica de la Provincia de Sandia.

Para la aplicación de la metodología del *sous vide* en el fruto se emplearon los laboratorios de la Universidad Nacional de Altiplano Puno. Específicamente el laboratorio de frutales y planta piloto de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

Para la evaluación de las muestras en cuanto al contenido de vitamina C y compuestos fenólicos se empleó el Laboratorio de Cromatografía y Espectrofotometría de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias, Pabellón de Control de Calidad.

Los análisis de las propiedades físicas se realizaron en el laboratorio de Pos-cosecha de la Universidad Nacional del Altiplano, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

3.2. MATERIA PRIMA

Para llevar adelante el estudio, se empleó la papaya de altura “*Carica pubescens*” en estado de madurez comercial fruto proveniente de la provincia de Sandia departamento de Puno.



3.3. EQUIPOS Y MATERIALES

3.3.1. Equipos

- Equipo Sous vide “SUPREME” capacidad de cocción de 30°C a 100°C, precisión de 0.5°C capacidad de 11 litros.
- Equipo Sous vide “OLISO” capacidad de cocción de 20°C a 90°C, precisión de 0.1°C capacidad de 10 litros.
- Envasadora al vacío “HENKELMAN” BOXER 42. Barra de sellado 420 mm, capacidad de bomba 21m³/h, ciclo de máquina 15 a 35 segundos.
- Congeladora CFCG-5P “CíMMSA” temperatura de trabajo -10°C a -18°C.
- Refrigeradora “LG GB40BVP” capacidad de congelación 119 litros.
- Colorímetro “SC20”, precisión < 0, 2 Δ E*AB, fuente de luz C tiempo de prueba 3s, ambiente de trabajo de 0 – 40°C, humedad relativa < 85%.
- Texture Analyzer BROOKFIELD CT3, adaptado con punzón cilíndrico de 2 mm de diámetro.
- Balanza de precisión analítica marca ADR FR-300 Japón, capacidad de 0,0001 a 310g.
- HPLC “agilent serie 1200”, detección 270 nm.
- Espectrofotómetro Genesls 20 Thermo Electron, longitud de onda 760 nm.

3.3.2. Materiales

- Envases termoestables “polietileno” de 19x25 de dimensiones y 70g con resistencia térmica hasta los 90°C.
- Jabas de PET capacidad 20 kg.
- Mesa de trabajo.
- Envases de vidrio.
- Pipetas volumétricas de 1,5 y 10 ml.



- Tubos de ensayo.
- Micropipetas de 10 μ l y 50 μ l. marca TRANPERPETTE Y 100 μ l y 1000 μ l. marca LABOPETTE.
- Probeta de 10, 50, 100 y 150 ml.
- Gradillas metálicas.
- Gradillas pet.
- Mortero de porcelana (blanco).
- Culer “QUANTUM” capacidad 30 litros.
- Papel tolla marca “scot”.
- Bandejas pet 14 x 20 cm.
- Cuchillo acero inoxidable “tramontina”.
- Tijeras.

3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Este trabajo se realizó en dos etapas:

Etapa 1.- Durante esta etapa se experimentó todos los procesos relacionados a la aplicación de la cocina sous vide, de ello se obtuvieron muestras para evaluación del efecto “sous vide” sobre el contenido de vitamina C, compuestos fenólicos y características físicas (color y textura) de las rodajas de papaya de altura.

Etapa 2.- En esta se evaluó la variación de la vitamina C, los compuestos fenólicos y de sus propiedades físicas (color y textura) durante el almacenamiento por 15 días a 8° C (T ambiente), de las rodajas de papaya altura “sous vide”.

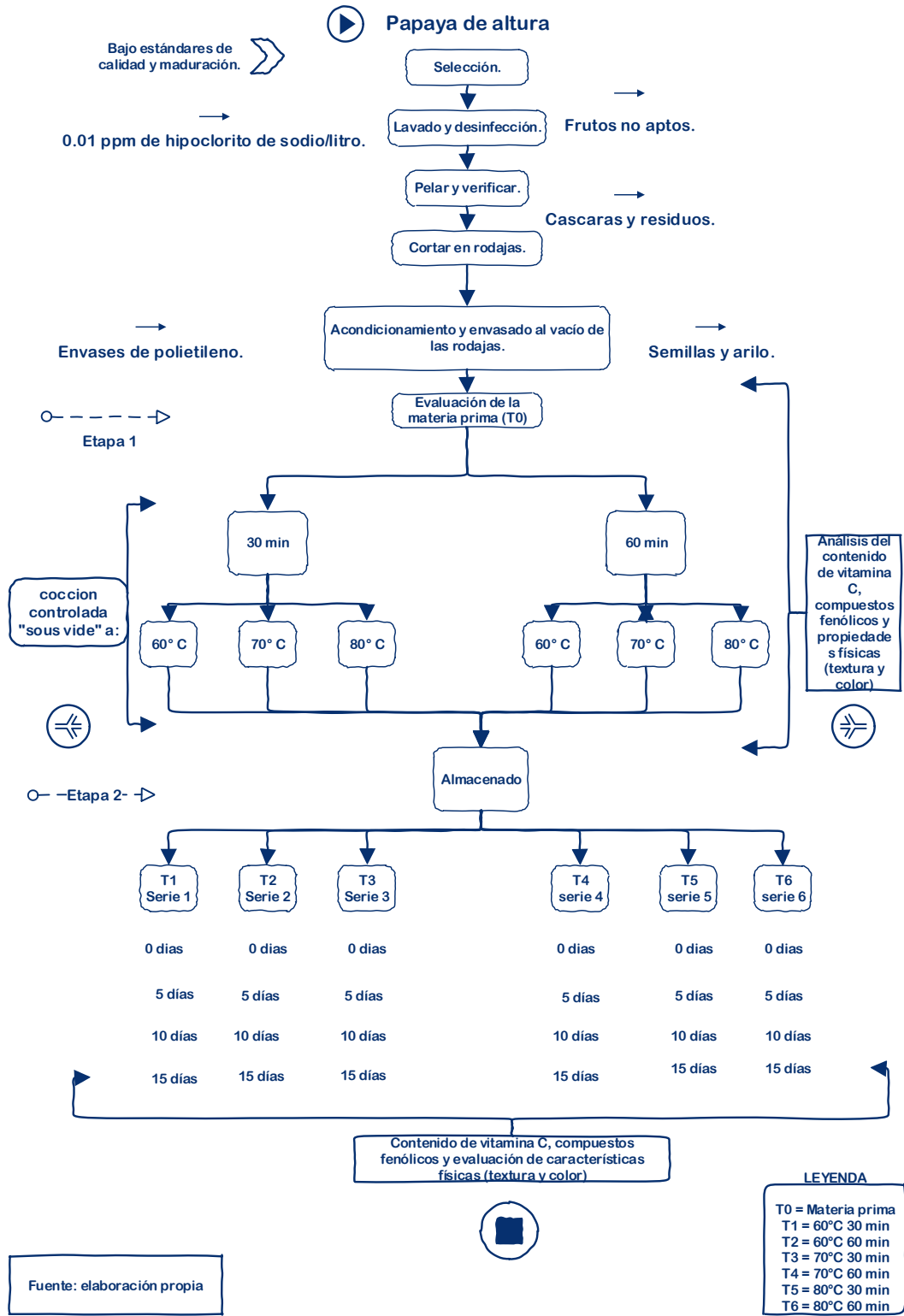


Figura 3: Diagrama experimental aplicado a la investigación papaya andina “sous vide”.



3.4.1. Descripción operacional

- a. Papaya de altura. Es la materia prima empleada en este estudio, de características de un fruto tropical ovoide y climatérico.
- b. Selección. Seleccionamos y descartamos aquellos frutos que presenten daños mecánicos (golpes, fisuras, ablandamiento y otros) o biológicos (podredumbre, pardeamiento de la corteza entre otros).
- c. Lavado y desinfección. Los frutos ya adquiridos se sometieron a un proceso de lavado y desinfectado (0.01 ppm de hipoclorito de sodio en litro de agua) antes de ser manipulados.
- d. Pelar y verificar. Durante este proceso se retira la corteza del fruto, puesto que esta parte por su alto contenido de enzimas no está considerada dentro del estudio que se realizó.
- e. Cortar en rodajas. Al cortar el fruto en rodajas, durante este proceso eliminamos las semillas y el arillo presentes dentro del fruto.
- f. Acondicionamiento de las rodajas. Ya teniendo la pulpa del fruto derivado de los procesos previos anteriores. Estos fueron acondicionados en rodajas del mismo tamaño y peso.
- g. Envasado al vacío de las rodajas de papaya de altura. Se envasa al vacío, en bolsas de retracción (Diaz,2009), en condiciones de ausencia de cualquier tipo de gas dentro de las muestras.
- h. Evaluación de la materia prima. Para poder tener un punto de vista referencial y comparativo entre los tratamientos evaluamos como muestra patrón sin procesamiento sous vide la materia prima pulpa del fruto, en contenido de vitamina C, compuestos fenólicos y propiedades físicas.



- i. Sous vide. Las muestras acondicionadas de las rodajas de papaya andina envasadas al vacío fueron llevadas al proceso de cocción por 2 tiempos factor A (30 min y 60 min) y a tres temperaturas factor B (60°C, 70°C y 80°C) ambos dentro del rango sous vide, tomando en cuenta los estudios realizados por (Colpo, 2015) y (Lafarga et al., 2018).
- j. Culminación de la primera etapa. Se evaluó en cada uno de los tratamientos el contenido de vitamina C, compuestos fenólicos y el comportamiento de las características físicas.
- k. Almacenamiento. Para la segunda etapa las muestras fueron almacenadas a 8° C, y evaluadas durante un periodo de 15 días, tomando indicadores cada 5 días.
- l. Culminación segunda etapa. Las muestras almacenadas fueron evaluadas para determinar el contenido vitamina C, compuestos fenólicos, características físicas (textura y el color).

3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.5.1. Evaluación del contenido de vitamina C

Empleamos el método propuesto por (Garrido et al., 2005; Gonzales, 2011; Younes, 2014). basado en ello para esta investigación se utilizó un cromatógrafo Agilent serie 1200, adaptado aun software Chemstation V03.02; en columna zorbax Eclipse XDB-C18 4.6 x 250 mm, 5 um; pre columna zorbax Eclipse XDB-C18 4.6d x 12.5 mm x 5um; el flujo de la columna fue de 1.0 ml/min; los solventes fueron (solvente A: acetato de amonio 100mm, solvente B: Acetonitrilo); el sistema de análisis (Isocratico: 90%A y 10%B); detección DAD a 270nm; condiciones de lectura (temperatura del horno 25.0°C, tiempo de análisis 8 min y volumen de inyección 1.0µl).



3.5.2. Evaluación del contenido de compuestos fenólicos

La determinación de compuestos fenólicos se realizó por medio del reactivo Folin-Ciocalteu este método manual requiere 1,00 ml de muestra, blanco o estándar en agua (o solución acuosa diluida) añadida a al menos 60 ml de agua destilada en un matraz volumétrico de 100 ml. Añadir FCR (5.0 ml) y mezclar. Después de 1 minuto y antes de 8 minutos, agregue 15 ml de solución de carbonato de sodio al 20%, ajuste el volumen a 100.0 ml y lea el color generado después de aproximadamente 2 horas a aproximadamente 23° a 760 nm en una cubeta de 1 cm. Siempre que se empleen estándares y espacios en blanco apropiados, puede permitirse una variación considerable en estas condiciones (Singleton et al, 1999; Pugliese, 2013; Uribe, et al. 2015).

Para la determinación de fenoles en la papaya de altura pesamos 0.5 g de muestra, se añadieron 20 ml de esta mezcla y se extrajeron a velocidad de 4 durante 1 minuto (homogenizador), mientras se enfriaban, luego se filtran a través de papel filtro. La absorbancia se midió a 765 nm en cubetas de vidrio de 1cm usando un espectrofotómetro Genesis 20 Thermo Electron los resultados se expresaron en mg EQ-Ac. Gálico/ 100g de muestra. Y la ecuación de curva patrón fue $y = 0.0404x + 0.00017$. $R^2 = 0.9999$.

3.5.3. Evaluación de las propiedades físicas (color y textura).

3.5.3.1. Determinación del color

Se obtuvo con la ayuda de un colorímetro SC20, en la escala CIE L, a y b en dónde L mide el brillo de la superficie, a representa la intensidad del color verde y rojo y b la intensidad del color azul y amarillo. Con los valores de a y b se calculó croma (C^*) y el ángulo de tono (Hue*) de acuerdo a lo reportado por (Gonzales, 2010; Castro, 2013; Rettig & Ah Hen, 2014; Castillo, 2017) en las funciones matemáticas.



$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad [2]$$

$$\text{Hue}^* = [\text{arc.tg}(b^*/a^*)] * (180/\pi) \quad [3]$$

Dónde:

C*: Croma.

Hue*: Ángulo de tono.

a*: Tendencia de color rojo (positivo) o al verde (negativo).

b*: tendencia del color amarillo (positivo) o al azul (negativo).

3.5.3.2. Medición de la textura

Para la medida de la textura no basamos en la metodología empleada por Dussán et al., (2008) y Lucas et al., (2012) que se describe como pruebas de compresión unidireccional usando una sonda cilíndrica de acero inoxidable de 2 mm de diámetro, mediante texturómetro CT3 Texture Analyze a velocidad de test 1mm/s, Para el ensayo los frutos se colocaron sobre una plataforma para que sea penetrado por la punta, registrándose los datos de la fuerza (MJ) necesaria para atravesar las rodajas de papaya andina “sous vide”, repitiéndose este procedimiento para cada muestra evaluada.

3.5.4. Diseño experimental.

3.5.4.1. Primera etapa

Para la recolección de datos para la primera etapa del estudio no basamos en las tablas del anexo A1 y A2, para el análisis estadístico de los datos recabados se utilizó un diseño DCA bajo el experimento factorial (2x3), con tres repeticiones por tratamiento, se le realizó un análisis de varianza con la finalidad de determinar si existe diferencia significativa entre tratamientos “sous vide” variables estudio, sobre las variables respuesta cantidad de vitamina C, cantidad de contenido de los compuestos fenólicos y las características físicas (firmeza y color). Finalmente, se les realizo una prueba Tukey,



para determinar el orden de mérito (el mejor y peor tratamiento “sous vide” para la papaya andina en rodajas). Para el análisis de datos se utilizó el software estadístico S.A.S.

Factores de estudio “primera etapa”.

a. Variables estudio.

Papaya de altura (estado de madurez comercial) T0.

Papaya de altura “sous vide” T1 = 30min x 60°C.

Papaya de altura “sous vide” T2 = 30min x 70°C.

Papaya de altura “sous vide” T3 = 30min x 80°C.

Papaya de altura “sous vide” T4 = 60min x 60°C.

Papaya de altura “sous vide” T5 = 60min x 70°C.

Papaya de altura “sous vide” T6 = 60min x 80°C.

b. Variables respuesta.

*contenido de vitamina C *compuestos fenólicos totales *propiedades físicas (color y textura).

3.5.4.2. Segunda etapa

Para la recolección de datos para la segunda etapa del estudio nos basamos en las tablas del anexo A3 y A4, para el análisis estadístico de los datos recabados se utilizó un diseño DCA bajo el experimento factorial(2x3x4), con tres repeticiones por tratamiento, se le realizó un análisis de varianza con la finalidad de determinar si existe diferencia significativa entre tratamientos “sous vide” variables estudio, sobre las variables respuesta cantidad de vitamina C, cantidad de contenido de los compuestos fenólicos y las características físicas (firmeza y color). Finalmente, se les realizó una prueba Tukey, para determinar el orden de mérito (el mejor y peor tratamiento “sous vide” para la papaya andina en rodajas) para cada día de control los resultados se mostraron en gráficos con



valoración y tendencia de curva. Para el análisis de datos se utilizó el software estadístico S.A.S.

Factores de estudio “segunda etapa”.

a. Variables estudio.

Tratamiento T1: x 0, 5, 10 y 15 días de almacenamiento.

Tratamiento T2: x 0, 5, 10 y 15 días de almacenamiento.

Tratamiento T3: x 0, 5, 10 y 15 días de almacenamiento.

Tratamiento T4: x 0, 5, 10 y 15 días de almacenamiento.

Tratamiento T5: x 0, 5, 10 y 15 días de almacenamiento.

Tratamiento T6: x 0, 5, 10 y 15 días de almacenamiento.

b. Variables respuesta.

*contenido de vitamina C *compuestos fenólicos totales *propiedades físicas (color y textura).

3.5.5. Análisis estadístico

Para la investigación se consideró las variables independientes y dependientes, se utilizó el Diseño Completamente al azar (DCA). Los 6 tratamientos derivados del procesamiento *sou vide*, conducido bajo tres repeticiones, cada repetición conformada por 3 frutos distintos. En este diseño se aplicó según el siguiente Modelo Estadístico Lineal. (Ibañez, 2002).

Dónde:

Y_{ij} = Es una observación en la j -ésima unidad experimental, sujeto al i -ésimo tratamiento.

τ_i = Es el efecto del i -ésimo tratamiento.

μ = Es el efecto de la media general o constante común.

ε_{ij} = Efecto verdadero de la j -ésima unidad experimental (replica), sujeta al i -ésimo tratamiento (error experimental).

Tabla 9: ANVA para Diseño Completamente al Azar (DCA).

F. de V.	GL	S de C	CVE(CM)
Tratamientos	t-1	$\sum \frac{X_i^2}{r} - \frac{X^2}{rt}$	$\sigma_e^2 + r\sigma_t^2$
Error	t(r-1)	$\sum_i \sum_j X_{ij}^2 - \sum_i \frac{X_i^2}{r}$	σ_e^2
Total	rt-1	$\sum_i \sum_j X_{ij}^2 - \frac{(\sum \sum X_{ij})^2}{rt}$	

Las variables de respuesta (variables dependientes) se analizaron bajo el análisis de varianza, y para conocer las diferencias estadísticas, se utilizó la prueba de Tukey con ($p \leq .05$), para conocer las diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, para ello se hizo procesar los datos usando el software estadístico S.A.S.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EVALUACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Se evaluó el contenido de vitamina C, compuestos fenólicos y propiedades físicas (color y textura) a la materia prima sin someterla a ningún tratamiento, las muestras para vitamina C y compuestos fenólicos se evaluaron en los laboratorios de la Cromatografía y espectrofotometría de la Universidad San Antonio de Abad del Cusco y las muestras para la evaluación de las características físicas se realizaron al inicio de la ejecución en los laboratorios de Post-cosecha de la Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial de nuestra casa de estudios, obteniendo los resultados que se muestran en la figura 4.

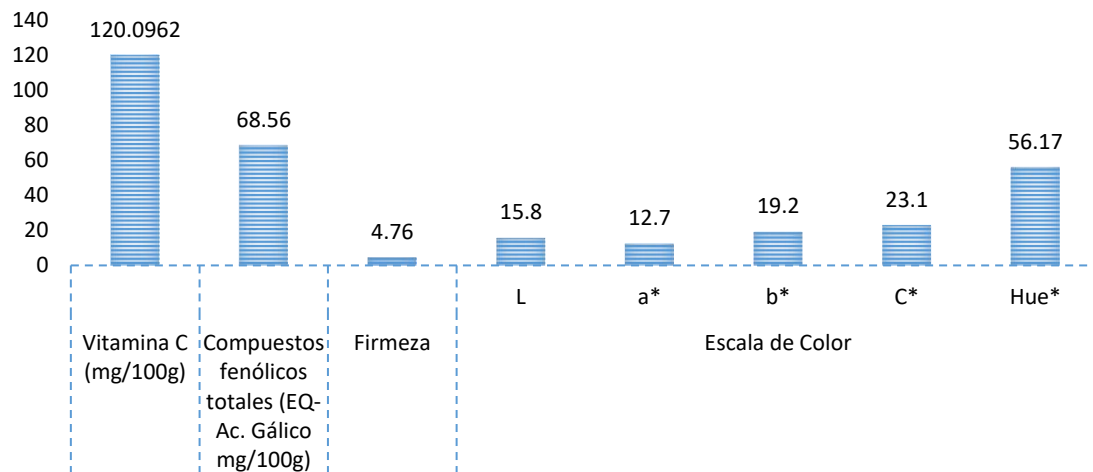


Figura 4: Resultados del análisis de la materia prima (T0).

El contenido de vitamina C fue igual en promedio a 120.0962 mg/100g para la materia prima de la papaya de altura, valor muy superior a los reportados por Hernández et al., (2014) quien reporto valores de 30-37mg/100g, Concha, (2002) 31.00mg/100g, Caldas y Carlos, (2015) 28.50 mg/100g finalmente Repo y Encina, (2008) quienes obtuvieron 31.41 mg/100g para “*Carica pubescens*”, Muñoz, (2006) 528,3 mg/kg siendo (52.83 mg/100g) para “*Carica monoica*”, Uribe et al., (2015) reporto un valores de 70.6 a 74.1 mg/100g para “*Vasconcella pubescens*” variando este valor de acuerdo al método de extracción utilizada, las diferencias encontradas en la papaya andina proveniente de la



provincia de Sandia departamento de Puno, pueden estar influenciados respecto a su estado madurez como lo encontraron Rosales y Arias, (2015) para frutos de untusha mostrando valores muy bajos para frutos verdes y los valores muy altos en la etapa madura disminuyendo estos para frutos sobre maduros, el género es otro factor a considerar la *Vasconcella* presenta 21 especies Balcázar, (2014) y pertenece a la familia *Cariceae* que tiene alrededor de 40 especies distribuidos en toda la región de los andes de América del Sur Laily et al., (2012), el clima y suelo como lo afirma Laily et al., (2012) quien en su estudio concluye que la capacidad antioxidante de este fruto mostro variaciones significativas, basándose que a medida que aumenta la altitud del cultivar la actividad antioxidante también aumenta, este mismo principio es posible que se presente en cuanto al contenido de vitamina C del fruto de papaya de altura. Por otro lado, los valores encontrados para la papaya de altura están solo por debajo de frutos como el camu-camu (2780 mg/100g) y la guayaba (273 mg/100g) y con valores superiores a frutas tradicionales como la naranja, mandarina, fresa y otros Castillo, (2019), representando estas un 60.05% de las ingestas diarias recomendadas biodisponibles según (Castillo, 2019; Bastias & Cepero, 2016). Además, debemos mencionar que hasta el último reporte de la tabla de composición de alimentos peruanos no se ha incluido a la papaya de altura, solo encontrando valores para (*Carica papaya*) de igual forma las exportaciones de este fruto al exterior funcionan bajo el arancel de la *Carica papaya*.

Para los compuestos fenólicos se obtuvo un valor de 68.56 EQ-Ac. Gálico mg/100g valor por debajo de los reportados por Repo y Encina, (2008) 167mg/100g EQ-Ac, Gálico, al igual que algunos de los valores reportados por Uribe et al., (2015) para métodos de extracción HHPE-UE (extracción de ultrasonido de alta presión hidrostática) con 129.1 EQ-Ac. Gálico mg/100g y HHPE-AE (extracción de alta presión hidrostática-agitación) con 126.9 EQ-Ac. Gálico mg/100g además de reportar valores inferiores para



métodos de extracción HHPE (extracción de alta presión hidrostática) 26.6 EQ-Ac. Gálico mg/100g, UE (extracción de ultrasonido) 26.3 EQ-Ac. Gálico mg/100g y AE (extracción de agitación) 23.8 EQ-Ac. Gálico mg/100g estos valores demuestran que dependiendo de la metodología utilizada pueden variar los resultados así también lo afirman Duque, (2005) quien encontró variación de los compuestos fenólicos encontrados para *Carica pubescens* en Colombia con los valores encontrados en *Vasconcella pubescens* en Chile el cual nos da seguridad de la variación respecto a la especie, el clima del cultivó, el estado de maduración y entre otros factores.

Para las propiedades físicas se obtuvieron, que la resistencia que ofrece la pulpa del fruto a la fuerza de punción necesaria para atravesar la rodaja fue de 4.76 MJ, en cuanto la evaluación del color esta presento valores siguientes para los parámetros psicométricos croma C* 23.1 y Angulo tono Hue* 56.17.

Los tratamientos para este estudio se tomaron de referencias como la de Colpo, (2015) quien en el que tal vez sea el único estudio donde se aplicó la tecnología sous vide sobre frutos a nivel sudamericano, aplico una temperatura estándar de 80° C y tiempos de (35, 41, 48, 60 y 70) para (mora, fresa, arándano, jabuticaba y cerezas) respectivamente. Con el propósito de evaluar el comportamiento de la capacidad antioxidante y los compuestos fenólicos.

4.2. PRIMERA ETAPA

4.2.1. Evaluación del efecto sous vide (tiempo y temperatura) sobre el contenido de vitamina C de la papaya de altura en rodajas.

En la tabla (ANVA) anexo A (2A) se observa que para los factores principales Tiempo (A) y Temperatura (B) existe diferencias estadísticas altamente significativas por efecto del tiempo y la temperatura. Por los mismo A x B, presenta diferencias estadísticas altamente significativas, indicando que existen diferencias en el contenido de vitamina C por efecto de la interacción, además indica que ambos factores actúan de forma dependiente sobre el contenido de vitamina C. El coeficiente de variación (CV) igual a 2.06% indica que los datos son confiables para este tipo de experimentos.

Tabla 10: Interacción del factor tiempo (A) con el factor temperatura (B) sobre el contenido de vitamina C de la papaya de altura en rodajas.

Tratamiento	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Contenido de contenido de vitamina C (mg/100 g)	P≤0.05
T-2	30	70	178.78 ±6.41	a
T-4	60	60	164.66±2.96	b
T-6	60	80	125.15±4.18	c
T-1	30	60	124.77±1.56	c d
T-3	30	80	104.46±2.05	d
T-5	60	70	80.02±0.66	e

Tabla 10, presenta la prueba de comparación de medias de Tukey en el cual la interacción del tiempo de 30 min más la temperatura de 70°C fue superior estadísticamente con 178.78 mg/100g sobre las demás interacciones, seguido la interacción del tiempo de 60 min más la temperatura de 60°C con 164.66 mg/100 g; es ligeramente superior a los tratamientos T6 y T1 con valores de 125.15 y 124.77 mg/100g respectivamente, siendo superior al tratamiento T5. El efecto de los factores en el estudio sobre el contenido de vitamina C, fue que a mayor tiempo en las temperaturas de 60 y 80°C mayor contenido de vitamina C. Mientras que, en la temperatura de 70°C, se



observa que mayor tiempo menor contenido de vitamina C. Dicho de otra forma, durante el tiempo de 30 min tienen diferente contenido de vitamina C en las tres temperaturas, destacando la temperatura de 70° C con mayor contenido; lo mismo ocurre a los 60 minutos donde se tiene diferente contenido de vitamina C, siendo la temperatura de 60°C con mayor contenido de vitamina C.

Estos resultados son opuestos a lo que sucede en procesos normales como la pasteurización (60 a 90 °C x tiempos en segundos) y el escaldado (60 a 95°C x tiempos de 10 a 15 min) (temperaturas similares y tiempos cortos), en donde estudios realizados por Villareal et al., (2013) para jugos de pulpa de fruto se ve una pérdida de la vitamina C a medida que se aumenta la temperatura, mismo comportamiento observo Ordóñez et al., (2013) para rodajas de guayaba, Mendoza et al., (2015) realizó también un estudio sobre el escaldado para mangos concluyendo comportamiento similar en cuanto a la vitamina C. Por otro lado, Yasky et al., (2017) en procesos de cocción como en horno, hervir y microondas para vegetales como la zanahoria y la remolacha observó que la vitamina C se vio afectado por los diferentes métodos aplicados, además presentaron valores mucho menores respecto a la materia prima. Estos resultados para procesos de cocción tradicionales tienen sentido debido que el ácido ascórbico es una vitamina termosensible que puede verse afectada por diversos factores como la luz, el oxígeno y actividad de agua (Matos & Chuquilín, 2010).

La aplicación del procesamiento *sous vide* ha demostrado su potencial para conservar e incluso mejor la calidad nutricional de algunos vegetales, Chiavaro et al., (2012) reportó este comportamiento en zanahorias *sous vide* registrando valores superiores a la materia prima, Petersen, (1993) en su evaluación de la influencia del procesamiento *sous vide* y de la ebullición en la retención de vitaminas en brócoli observó que la retención de este micronutriente fue del 97-100% en 5 minutos mucho mayores a



las retenciones de 45-65% al proceso de ebullición y ligeramente superior al proceso con vapor 85-100%, Baardseth et al., (2010) también reportó que la retención vitamina C fue superior 80.5% para procesamiento sous vide a diferencia del 50.4% reportado para cocción convencional. Así también, Lafarga et al., (2018) quien en su estudio observó que los tallos y hojas de brócoli presentaron una mejor retención de la vitamina C el cual podría estar justificado por la reducción de oxígeno presente durante la cocción sous vide ya que el oxígeno es probablemente el factor más importante en la degradación de la vitamina C, al igual que Trejo et al., (2009) quien comparó zanahorias procesadas a alta presión con la metodología sous vide concluyendo que no existe diferencia entre estos métodos en cuanto a atributos sensoriales, tampoco frente a la variación de color, Rondanelli et al., (2017) también reporta no encontrar diferencia en legumbres y cereales naturales con los procesados por metodología sous vide al contrario mejoran la calidad y cantidad hallada de minerales, al igual que Colpo, (2015) quien comparó métodos de cocción entre ellas sous vide identificando que se vio un incremento de la actividad antioxidante en frutas como la mora, cereza y jactiba respecto a la muestra en estado natural al igual que observó Renna et al., (2013) para tallos de achicoria. Entendemos que dentro la capacidad antioxidante también está incluido el compuesto vitamina C por lo cual podemos decir que el procesamiento de la papaya de altura sous vide mantuvo para todos los tratamientos el contenido de vitamina C al mismo nivel que un fruto en estado natural, en referencia a la diferencia reportada por tratamientos, atribuimos este comportamiento a aspectos de maduración, suelo, variedad, manejo del cultivo entre otros, Amoroso et al., (2019) reportó pérdidas como máximo del 20% para rodajas de papa sous vide debido a la variedad, estos factores son verificables dentro de la Asociación de productores de papaya andina - Sandía del cual se adquirieron las muestras.

4.2.2. Evaluación del efecto sous vide (tiempo y temperatura) sobre el contenido de compuestos fenólicos de la papaya de altura en rodajas.

Mediante el análisis ANVA presentados en el anexo A (tablas 2C), se tiene que para los factores Tiempo (A) y Temperatura (B) existe diferencias estadísticas altamente significativas por efecto del tiempo y la temperatura. Para la interacción de A x B, existe diferencias estadísticas altamente significativas, indicando que existen diferencias en el contenido de compuestos fenólicos por efecto de la interacción, además indica que ambos factores actúan de forma dependiente sobre el contenido de compuestos fenólicos. El coeficiente de variación (CV) igual a 2.06% indica que los datos son confiables para este tipo de experimentos.

Tabla 11: Interacción del factor tiempo (A) con el factor temperatura (B) sobre el contenido de compuestos fenólicos de la papaya de altura en rodajas.

Tratamientos	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Contenido de compuestos fenólicos (mg/100 g)	P≤0.05
T-2	30	70	116.58 ±2.30	a
T-6	60	80	80.35±1.27	b
T-5	60	70	70.12±0.66	c
T-4	60	60	66.66±2.36	c d
T-1	30	60	64.84±0.79	d
T-3	30	80	44.05±0.62	e

En la tabla 11, se observa la prueba de Tukey para la interacción del factor tiempo (A) con el factor temperatura (B), en donde la interacción del tiempo de 30 min más la temperatura de 70°C fue superior estadísticamente con 116.58 mg/100 g sobre las demás interacciones, seguido la interacción del tiempo de 60 min más la temperatura de 80°C con 80.35 mg/100 g; en último lugar se ubica la interacción del tiempo de 30 min más la temperatura de 80°C con 44.05 mg/100 g. A mayor tiempo en la temperatura 80°C mayor contenido de compuestos fenólicos, menor contenido de compuestos fenólicos con la



temperatura de 70°C y similar contenido de compuestos fenólicos a la temperatura de 60°C. Es decir, durante el tiempo de 30 min tienen diferente contenido de vitamina C en las tres temperaturas, destacando la temperatura de 70 °C con mayor contenido de compuestos fenólicos, lo mismo ocurre a los 60 minutos donde se tiene diferente contenido de compuestos fenólicos, destacando la temperatura de 80°C con mayor contenido de compuestos fenólicos.

Colpo, (2015) reporto valores inferiores para compuestos fenólicos respecto a la fruta en estado natural para frutos rojo como (moras y fresas) al igual que los tratamientos (T4, T1 y T3) de la investigación atribuidas estos valores a factores como el tiempo de extracción, el solvente utilizado, el cultivar, la cosecha entre otros, también reporto valores superiores para frutos como (cerezas, jabuticaba y arándanos) al igual que para los tratamientos (T2, T5 y T6) justificando el aumento citando a (Mortiz & Tramonte, 2009) este menciona que el licopeno en sus formas presenta isómeros, y siendo así el calor es responsable de la modificación de su forma isomérica, demostrando que le procesamiento de alimentos aumenta la biodisponibilidad del licopeno debido a la liberación de la matriz alimentaria. Así también Renna et al., (2013) reporto que el procesamiento sous vide no tuvo efecto sobre el contenido compuestos fenólicos en tallos de achicoria, por otro lado, observo disminución de compuestos fenólicos en los tallos de galatina atribuidos a la lixiviación y disolución de compuestos fenólicos en el agua de cocción de otros procesos.

En general deducimos que el efecto sous vide sobre el contenido fenólico en la mayoría de estudios de frutos o vegetales, ha mostrado una tendencia a que este método ayuda a conservar o mejorar el contenido de compuestos fenólicos Amoroso et al., (2019) quien reporto que los compuestos fenólicos se mantuvieron después de la cocción y que la variación entre variedades presento una pérdida del 48% en los tubérculos evaluados,



así mismo Iborra et al., (2014) quien en la comparación del procesamiento sous vide con el método tradicional de cocción en col roja observo que el efecto sous vide presento mejores resultados de retención, por otro lado existen estudios donde los compuestos fenólicos se incrementaron en referencia a la materia prima en su estado natural así los reporto Chiavaro et al., (2012) para zanahorias al igual que Lafarga et al., (2018) para tallos de brócoli, el aumento del contenido fenólico se traduce en una alta capacidad antioxidante Colpo, (2015). Para explicar mejor este comportamiento, (Rinaldi et al., 2013) justamente encontró valores no significativos en la perdida de estos compuestos en zanahorias sous vide probablemente atribuible a la falta de oxígeno en las muestras SV evitando la oxidación, además de que observo un aumento de compuestos como terpenos después de la cocción entonces podemos decir que el comportamiento de picos altos y bajos se debe a reacciones propias del proceso sous vide. Por otro lado, en comparación con métodos de cocción tradicional es mejor debido que en una cocción tradicional se pierden compuestos fenólicos debido a factores como la evaporación, lixiviación del agua y degradación durante el tratamiento térmico. Además, está la importancia de conservar los compuestos fenólicos en los alimentos debido a que pueden ayudar en la prevención y tratamiento de enfermedades tales como la enfermedad cardiovascular, el cáncer, la ulcera duodenal y gástrica, procesos patológicos de carácter inflamatorio, fragilidad vascular e infecciones, Martínez et al., (2000); Gimeno, (2004).

4.2.3. Evaluación del efecto sous vide (tiempo y temperatura) sobre las propiedades físicas (textura y color) de la papaya de altura en rodajas.

4.2.3.1. Textura.

Por el análisis (ANVA) (Anexo 3A) el factor Tiempo (A) presento diferencias estadísticas altamente significativas en la textura por efecto del tiempo y también existe diferencias estadísticas altamente significativas, en la textura por efecto de la temperatura (T). Para la interacción de A x B, no se encontró diferencias estadísticas significativas, en la textura por efecto de la interacción, lo cual indica que ambos factores actúan de forma independiente sobre la textura. El coeficiente de variación (CV) igual a 6.24% indica que los datos son confiables para este tipo de experimentos.

Tabla 12: Efecto del factor tiempo (A) sobre el perfil de textura de la papaya de altura en rodajas.

Factor	Tiempo (min)	Contenido de textura (MJ)	P≤0.05
1	30	4.71±0.1	a
2	60	4.15±0.1	b

En la tabla 12, se observa que el tiempo de 30 min fue superior estadísticamente con 4.71 MJ g sobre el tiempo de 60 min que tuvo 4.15 MJ.

Tabla 13: Perfil de textura de la papaya de altura por el factor temperatura (B).

Factor	Temperatura (°C)	Contenido de textura (MJ)	P≤0.05
1	60	4.80±0.1	a
2	70	4.47±0.1	a
3	80	4.03±0.1	b

En la tabla 13, observamos que la temperatura de 60°C con 4.80 MJ, seguido de la temperatura de 70°C con 4.47 MJ, los cuales estadísticamente son similares y superiores a la temperatura de 80°C con 4.03 MJ.



Podemos decir que mayor tiempo los valores para textura disminuyen en las tres temperaturas. Dicho de otra forma, durante el tiempo de 30 min se tienen valores diferentes en las tres temperaturas, destacando la temperatura de 60 °C; lo mismo ocurre a los 60 minutos donde se tienen diferentes valores, destacando la temperatura de 60°C. La resistencia a la punción disminuye en forma descendente para cada uno de los tratamientos presentando mayor resistencia a temperaturas y tiempos de cocción sous vide más cortos y menor resistencia a la punción a tiempos y temperaturas más prolongadas de cocción sous vide, Rinaldi et al., (2013) reportó la misma tendencia para zanahorias sous vide, Iborra et al., (2014) encontró también el mismo comportamiento para el repollo rojo sous vide atribuidos al proceso de cocción el cual indica una disminución de la firmeza y en consecuencia un ablandamiento de las muestras, además en diferencia a procesos tradicionales el nivel de separación celular en vegetales sous vide fue muy baja. Otros estudios como en el de Trejo et al., (2009) encontró que la disminución de la dureza en comparación con la muestra cruda en zanahorias fue del 29% para sous vide, 44% para muestras tratadas a presión y 96% para muestras cocidas, esto nos lleva a entender que el proceso sous vide es un mejor método para la conservación de la textura de algunos vegetales y frutos en esa misma línea se explica que a medida que va disminuyendo el tratamiento térmico, la pérdida de la firmeza disminuye, hasta que llega el punto en que el tiempo de cocción es mucho mayor entonces la pérdida de la firmeza vuelve a aumentar debido a que el tratamiento térmico es mucho más prolongado Peñas, (2007).

4.2.3.2. Color.

A. Cromo (C*).

Se observa en el (ANVA) (Anexo 4A) que el factor Tiempo (A) presenta diferencias estadísticas significativas en la escala de color C* por efecto del tiempo; para el factor Temperatura (B), también existe diferencias estadísticas significativas por efecto de la temperatura de igual manera para interacción de A x B, además indica que ambos factores actúan de forma dependiente. El coeficiente de variación (CV) igual a 4.50% indica que los datos son confiables para este tipo de experimentos.

Tabla 14: Interacción del factor tiempo (A) con el factor temperatura (B) sobre la escala de color C* de la papaya de altura en rodajas.

Tratamiento	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Escala de color C*	P≤0.05
T-6	60	80	20.30±1.12	a
T-1	30	60	18.53±0.83	a b
T-5	60	70	17.60±0.70	b
T-3	30	80	17.30±0.85	b
T-4	60	60	17.24±0.44	b
T-2	30	70	17.11±0.78	b

La tabla 14, muestra que la interacción del tiempo de 60 min más la temperatura de 80°C (20.30), seguido la interacción del tiempo de 30 min más la temperatura de 60°C con 18.53 estadísticamente fueron similares; en último lugar se ubica la interacción del tiempo de 30 min más la temperatura de 70°C con 17.11. Es decir que, a mayor tiempo, mayor puntaje en la escala de color C* en la temperatura de 80 °C, menor puntaje con la temperatura de 60°C y similar puntaje con la temperatura de 70°C. Dicho de otra forma, durante el tiempo de 30 min se tiene diferente puntaje en la escala de color C* en las tres temperaturas, destacando la temperatura de 60 °C con mayor puntaje; lo mismo ocurre a los 60 minutos donde se tiene diferente puntaje de color C*, destacando la temperatura de 80°C.



El valor de croma (C^*ab) es una combinación de las coordenadas a^* y b^* , su comportamiento permite diferenciar más fácilmente la vividez (colorido del fruto), en los tratamientos aplicados se observó la disminución de la vividez respecto a la fruta en su estado natural esto es atribuible al estado de madurez de las muestras, los microclimas que presenta la provincia de Sandia y las variedades de frutos. Rinaldi et al., (2013) para vegetales sous vide como la zanahoria y la col de brúcelas también reporto una disminución del colorido de las muestras evaluadas, al igual que Trejo et al., (2009) quien también encontró una disminución del croma respecto a la materia en su estado natural en Zanahorias sous vide. Iborra et al., (2014) para el Croma (C^*) en col roja sous vide, observo que los mejores resultados se obtuvieron en tratamientos menos agresivos. Por otro lado, en comparación del proceso sous vide con otros métodos como el microondas y el vapor Renna et al., (2013) reporto para el croma C^* en tallos de achicoria que la metodología sous vide fue el tratamiento que menos significancia presento en la disminución de este valor, esto atribuible también a la baja presencia de oxígeno en la cocción sous vide.

B. Angulo de tono (Hue*)

Para el (ANVA) (Anexo 4c) en donde se observó diferencia estadística altamente significativa de los factores principales Tiempo (A) y Temperatura (B) sobre el valor de la escala Hue*. En la interacción de A x B, existe diferencias estadísticas altamente significativas, esto indica que ambos factores actúan de forma dependiente sobre la escala de color Hue*. El coeficiente de variación (CV) igual a 4.36% indica que los datos son confiables para este tipo de experimentos.

Tabla 15: Interacción del factor tiempo (A) con el factor temperatura (B) sobre la escala de color Hue* de la papaya de altura.

Tratamiento	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Escala de color Hue*	P≤0.05
T-6	60	80	61.85±3.94	a
T-1	30	60	55.64±2.94	a b
T-4	60	60	54.61±0.63	b
T-5	60	70	54.48±1.97	b
T-3	30	80	53.68±1.51	b
T-2	30	70	46.68±1.76	c

En la tabla 15, la interacción del tiempo de 60 min más la temperatura de 80°C fue superior con 61.85 sobre las demás interacciones, seguido la interacción del tiempo de 30 min más la temperatura de 60°C con 55.64, los cuales estadísticamente son similares; en último lugar se ubica la interacción del tiempo de 30 min más la temperatura de 70°C con 46.68. A mayor tiempo, mayor puntaje en la escala de color Hue* en la temperatura de 70 y 80 °C, menor puntaje con la temperatura de 60°C. Dicho de otra forma sería, durante el tiempo de 30 min se tiene diferente puntaje en la escala de color Hue* en las tres temperaturas, destacando la temperatura de 60 °C con mayor puntaje; lo mismo ocurre a los 60 minutos donde se tiene diferente puntaje de color Hue*, destacando la temperatura de 80°C con mayor puntaje.



El valor Hue* tono es otro de los parámetros psicométricos juntamente con el croma C* el cual define un color cromáticamente en el alimento analizando los valores que conforman la croma el valor a* lo ubicamos en tonos bajos rojizos y el valor b* en la escala entre azul y amarillo, viendo en las muestras evaluadas una inclinación hacia tonos amarillos. Y como ya se describió en la tabla 4 en la interacción que forman a* y b* para el colorido del fruto, el valor llega a tener una tonalidad amarillo-claro, según la escala de variabilidad de color aplicada por Concha et al., (2012). Esto se explica debido a que la papaya empieza en tonalidades v-a (verde - amarillo) en su etapa de cosecha, pasando durante su etapa comercial a tonalidades a-v (amarillo – verde), llegando en su estado de madurez de consumo a tonalidades a-c (amarillo – claro) y finalmente en la sobre maduración a tonalidades a-c (amarillo – ocre). Para procesos sous vide Rinaldi et al., (2013) observo en su estudio de zanahorias un aumento de valor del tono al igual que mostro el tratamiento (T6) de nuestro estudio, mismos comportamiento también reporto Renna et al., (2013) para tallos de achicoria respecto al vegetal en su estado natural atribuyendo este comportamiento a la cis-isomerización de las α y β carotenos presentes también en la papaya de altura Hernández et al., (2014), observo una disminución del valor tono para la col de brúcelas respecto a la muestra en su estado natural al igual que los tratamientos (T1, T2, T3, T4 y T5), mismo comportamiento presento la col roja según el estudio de Iborra et al., (2013), y para vegetales sous vide Lafarga et al., (2018) atribuyéndoles esto a la pérdida de la tonalidad verdosa en el caso de la papaya esto se debe a la disminución del punto del Croma pues la tonalidad (a – c) amarillo - claro pasamos a una tonalidad (c – a) claro – amarillo o palidez de la tonalidad amarilla. En cuanto a la metodología sous vide aplicada a vegetales estas mostraron una menor significancia en la disminución del tono Hue* como lo reporta Renna et al., (2013) respecto a cocción en microondas y vapor.

4.3. SEGUNDA ETAPA

4.3.1. Evaluación del efecto sous vide (tiempo y temperatura) sobre el contenido de vitamina C de la papaya de altura en rodajas almacenados a 8°C durante 15 días.

- Día 5.

En la Tabla (ANVA) (anexo 1A), se encontró diferencia estadística significativa para el factor tiempo (A) esto nos indica que existe diferencia en el contenido de vitamina C por efecto del tiempo, el factor temperatura (B) no presento diferencias estadísticas, al igual que la interacción, el coeficiente de variación (CV) igual a 1.42% indica que los datos son confiables para este tipo de experimentos.

Tabla 16: Efecto del factor tiempo (A) sobre el contenido de vitamina C de la papaya de altura en rodajas en el día 5.

Factor	Tiempo (min)	Contenido de vitamina C (mg/100 g)	P≤0.05
1	60	137.44±0.1	a
2	30	102.52±0.1	b

De la tabla 16, el tiempo de 60 min fue superior estadísticamente con 137.44 mg/100 g sobre el tiempo de 30 min que tuvo 102.52 mg/100 g. A mayor tiempo en las temperaturas de 60, 70 y 80°C mayor contenido de vitamina C.

- Día 10.

Según el análisis (ANVA) (Anexo 1B) se encontró diferencia estadística entre factores y para la interacción de A x B, indicando que existen diferencias en el contenido de vitamina C por efecto de la interacción, además indica que ambos factores actúan de forma dependiente sobre el contenido de vitamina C. El coeficiente de variación (CV) igual a 1.22% indica que los datos son confiables para este tipo de experimentos.

Tabla 17: Interacción del factor tiempo (A) con el factor temperatura (B) sobre el contenido de vitamina C de la papaya de altura en rodajas en el día 10.

Tratamiento	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Contenido de contenido de vitamina C (mg/100 g)	P≤0.05
T-1	30	60	53.33±0.1	a
T-2	30	70	51.44±0.2	b
T-3	30	80	50.54±1.0	b
T-4	60	60	19.33±0.2	c
T-5	60	70	18.79±0.09	c d
T-6	60	80	17.85±0.11	d

La tabla 17, muestra que la interacción del tiempo de 30 min más la temperatura de 60°C fue superior estadísticamente con 53.33 mg/100 g sobre las demás interacciones, seguido la interacción del tiempo de 30 min más la temperatura de 70°C con 51.44 mg/100 g; en último lugar se ubica la interacción del tiempo de 60 min más la temperatura de 80°C con 17.85 mg/100 g. Lo cual nos indica que, a mayor tiempo en las temperaturas de 60, 70 y 80°C menor contenido de vitamina C, es decir durante el tiempo de 30 min tienen similar contenido de vitamina C en las tres temperaturas, destacando la temperatura de 60 °C con mayor contenido de vitamina C, lo mismo ocurre a los 60 minutos donde se tiene similar contenido de vitamina C, destacando ligeramente la temperatura de 60°C.

- Día 15.

Por el análisis (ANVA) (Anexo 1C) se encontró diferencia estadística entre factores y para la interacción de A x B, indicando que existen diferencias en el contenido de vitamina C por efecto de la interacción, además indica que ambos factores actúan de forma dependiente sobre el contenido de vitamina C. El coeficiente de variación (CV) igual a 0.41% indica que los datos son confiables para este tipo de experimentos.

Tabla 18: Interacción del factor tiempo (A) con el factor temperatura (B) sobre el contenido de vitamina C de la papaya de altura en rodajas en el día 15.

Tratamiento	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Contenido de contenido de vitamina C (mg/100 g)	P≤0.05
T-1	30	60	35.98±0.01	a
T-2	30	70	34.80±0.21	b
T-3	30	80	34.30±0.12	c
T-4	60	60	19.18±0.10	d
T-5	60	70	18.43±0.10	e
T-6	60	80	16.85±0.01	f

En la tabla 18, se observa la prueba de Tukey para la interacción del factor tiempo (A) con el factor temperatura (B) en donde la interacción del tiempo de 30 min más la temperatura de 60°C fue superior estadísticamente con 35.98 mg/100 g sobre las demás interacciones, seguido la interacción del tiempo de 30 min más la temperatura de 70°C con 34.80 mg/100 g; en último lugar se ubica la interacción del tiempo de 60 min más la temperatura de 80°C con 16.85 mg/100 g podemos decir que a mayor tiempo en las temperaturas de 60, 70 y 80°C menor contenido de vitamina C. Dicho de otra forma, durante el tiempo de 30 min tienen similar contenido de vitamina C en las tres temperaturas, destacando la temperatura de 60 °C con mayor contenido de vitamina C, lo mismo ocurre a los 60 minutos donde se tiene similar contenido de vitamina C, destacando ligeramente la temperatura de 60°C.

La tendencia del contenido de vitamina C en rodajas sous vide de papaya de altura almacenadas durante 15 días se representan en la figura (5).

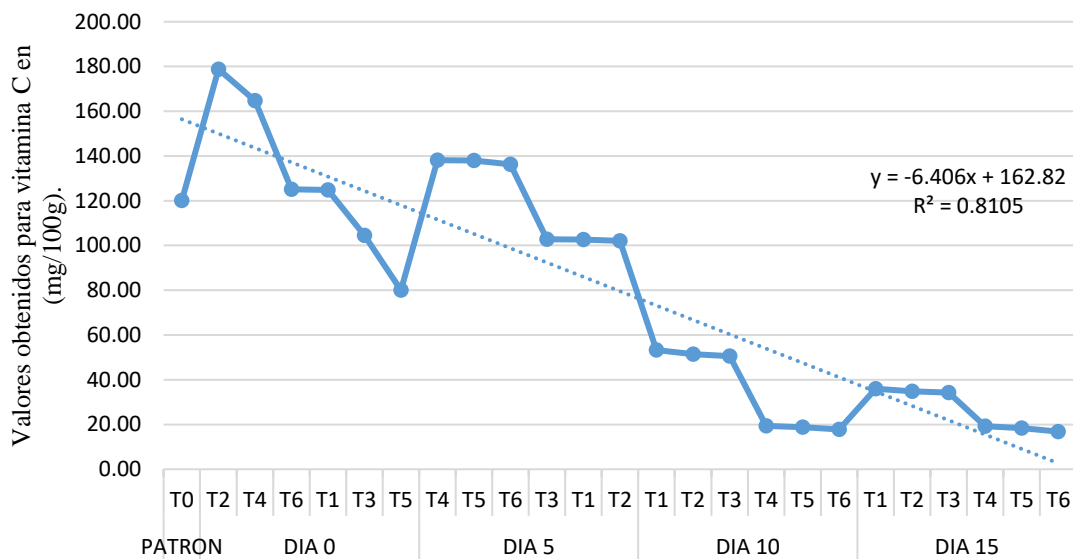


Figura 5: Tendencia del contenido de vitamina C en rodajas de papaya andina sous vide durante su almacenamiento.

La tendencia respecto al contenido de vitamina C en rodajas de papaya de altura “sous vide” durante los días de almacenamiento fue a disminuir conforme los días pasaran, presentando una ligera diferencia entre el día 0 y el día 5, perdiendo contenido drásticamente hacia el día 10 y manteniendo esa tendencia para el día 15, Espinoza et al., (2010) evaluó el efecto de empaques y temperaturas de almacenamiento en chile manzano reportando para la vitamina C (2,100 µg) como valor inicial observando un pequeño incremento en su contenido en los primeros días y finalmente decreciendo a partir de la semana 6 hasta en 40%. Podemos decir que este mismo comportamiento sufrieron los tratamientos (5 y 6) teniendo un incremento en el día 5 y la caída de los valores a partir del día 10, por otro lado, las pérdidas en porcentajes son mucho mayores y en menor tiempo de almacenamiento, Lado et al., (2015) observo en frutos de pomelo SR almacenados a 12°C y 2°C para la pulpa que el contenido de vitamina C no se vio afectado al cabo de 3 semanas, posteriormente a las 8 semanas sufrió una disminución la pulpa



almacenada a 2°C en el caso de las muestras a 12°C el valor se mantuvo, mismo comportamiento para este fruto observado en pomelos almacenados a 9°C, Chebrolu et al., (2012) debemos tener en cuenta que en el caso de nuestro estudio estos fueron sometidos a un proceso de cocción previo a su almacenamiento y esto pudo haber contribuido a un shock térmico mayor, primero por la temperatura elevada, por ser la vitamina C termosensible (Ordoñez et al., 2013) y también se le atribuye al daño por frío como un factor reductor del contenido de vitamina C (Izumi et al., 1984), además debemos mencionar que a partir del día 10 las muestras presentaron liberación de líquido dentro del envase esto fue mayor en los tratamientos T-5 y T-6 y ligeramente menor en T-3 y T-4 y mucho menor para T-1 y T-2 este comportamiento puede estar atribuido a la separación o interrupción celular por efecto de la cocción, los productos *sous vide* presentan una estructura menos organizada que tecnologías de presión, pero mejores que procesos de cocción tradicional (Trejo et al., 2009).

4.3.2. Evaluación del efecto *sous vide* (tiempo y temperatura) sobre el contenido de compuestos fenólicos de la papaya de altura en rodajas almacenados a 8°C durante 15 días.

- Día 5.

Por el análisis (ANVA) (Anexo 2A) se observa que para el factor Tiempo (A) existe diferencias estadísticas altamente significativas en el contenido de compuestos fenólicos por efecto del tiempo; el factor Temperatura (B), también presentó diferencias estadísticas altamente significativas en el contenido de compuestos fenólicos por efecto de la temperatura. Para la interacción de A x B, no existe diferencias estadísticas significativas, ambos factores actúan de forma independiente sobre el contenido de compuestos fenólicos. El coeficiente de variación (CV) igual a 1.11% indica que los datos son confiables para este tipo de experimentos.

Tabla 19: Efecto del factor tiempo (A) sobre el contenido de compuestos fenólicos de la papaya de altura en rodajas en el día 5.

Factor	Tiempo (min)	Contenido de compuestos fenólicos (mg/100 g)	P≤0.05
1	30	79.28±0.1	a
2	60	67.32±0.1	b

La tabla 19, muestra que el tiempo de 30 min fue superior estadísticamente con 79.28 mg/100 g sobre el tiempo de 60 min que tuvo 67.32 mg/100 g.

Tabla 20: Factor temperatura (B) sobre el contenido de compuestos fenólicos de la papaya de altura en rodajas en el día 5.

Factor	Temperatura (°C)	Contenido de compuestos fenólicos (mg/100 g)	P≤0.05
1	60	74.58±0.1	a
2	80	73.34±0.1	a
3	70	71.98±0.1	b

En la tabla 20, se observa que la temperatura de 60°C con 74.58 mg/100g, seguido de la temperatura de 80°C con 73.34 mg/100 g, los cuales estadísticamente son similares y superiores sobre la temperatura de 70°C con 71.98 mg/100 g.

Podemos acotar a esto que a mayor tiempo menor contenido de compuestos fenólicos en las tres temperaturas. Es decir, durante el tiempo de 30 min tienen diferentes compuestos fenólicos en las tres temperaturas, destacando la temperatura de 60 y 80 °C con mayor contenido de compuestos fenólicos; lo mismo ocurre a los 60 minutos donde se tiene diferente contenido de compuestos fenólicos, destacando la temperatura de 60°C con mayor contenido de compuestos fenólicos.

- Día 10.

El análisis (ANVA) (Anexo 2B) muestra diferencia estadística entre factores y para la interacción de A x B, indicando que existen diferencias en el contenido de compuestos fenólicos por efecto de la interacción, además indica que ambos factores actúan de forma dependiente sobre el contenido de compuestos fenólicos. El coeficiente de variación (CV) igual a 0.81% indica que los datos son confiables para este tipo de experimentos.

Tabla 21: Interacción del factor tiempo (A) con el factor temperatura (B) sobre el contenido de compuestos fenólicos de la papaya de altura en rodajas en el día 10.

Tratamientos	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Contenido de compuestos fenólicos (mg/100 g)	P≤0.05
T-5	60	70	76.31±0.1	a
T-4	60	60	70.12±0.0	b
T-3	30	80	69.13±0.9	b
T-6	60	80	68.64±0.77	b c
T-1	30	60	68.39±0.1	c
T-2	30	70	67.65±0.7	c

En la tabla 21, se observa la prueba de Tukey para la interacción del factor tiempo (A) con el factor temperatura (B) en donde la interacción del tiempo de 60 min más la temperatura de 70°C con 76.31 mg/100 g, es estadísticamente superior a las demás interacciones; seguido la interacción del tiempo de 60 min más la temperatura de 60°C con 70.12 mg/100 g; en último lugar se ubica la interacción del tiempo de 30 min más la temperatura de 70°C con 67.65 mg/100 g. Esto quiere decir que mayor tiempo mayor contenido de compuestos fenólicos en las temperaturas de 60 y 70 °C, mientras que con la temperatura de 80°C se tiene similar contenido de compuestos fenólicos. En otras palabras, durante el tiempo de 30 min tienen diferentes compuestos fenólicos en las tres temperaturas, destacando ligeramente la temperatura de 80 °C con mayor contenido de compuestos fenólicos; lo mismo ocurre a los 60 minutos donde se tiene diferente

contenido de compuestos fenólicos, destacando la temperatura de 70°C con mayor contenido de compuestos fenólicos.

- Día 15.

En la tabla (ANVA) (Anexo 2C) vemos que para el factor Tiempo (A) existe diferencias estadísticas altamente significativas en el contenido de compuestos fenólicos por efecto del tiempo; para el factor Temperatura (B), no existe diferencias estadísticas significativas. Para la interacción de A x B, no existe diferencias estadísticas significativas lo cual indica que ambos factores actúan de forma independiente sobre el contenido de compuestos fenólicos. El coeficiente de variación (CV) igual a 0.94% indica que los datos son confiables para este tipo de experimentos.

Tabla 22: Efecto del factor tiempo (A) sobre el contenido de compuestos fenólicos de la papaya altura en rodajas en el día 10.

Orden de mérito	Tiempo (min)	Contenido de compuestos fenólicos (mg/100 g)	P≤0.05
1	30	69.05±0.1	a
2	60	58.16±0.1	b

En la tabla 22, se observa que el tiempo de 30 min fue superior estadísticamente con 69.05 mg/100 g sobre el tiempo de 60 min que tuvo 58.16 mg/100 g. De otra forma podemos decir que a mayor tiempo menor contenido de compuestos fenólicos en las tres temperaturas. Vemos que durante el tiempo de 30 min tiene similar contenido de compuestos fenólicos en las tres temperaturas, destacando ligeramente la temperatura de 70 °C con mayor contenido de compuestos fenólicos; lo mismo ocurre a los 60 minutos donde se tiene diferente contenido de compuestos fenólicos, destacando la temperatura de 60°C con mayor contenido de compuestos fenólicos.

La tendencia del contenido de compuestos fenólicos en rodajas sous vide de papaya de altura almacenadas durante 15 días se representan en la figura (6).

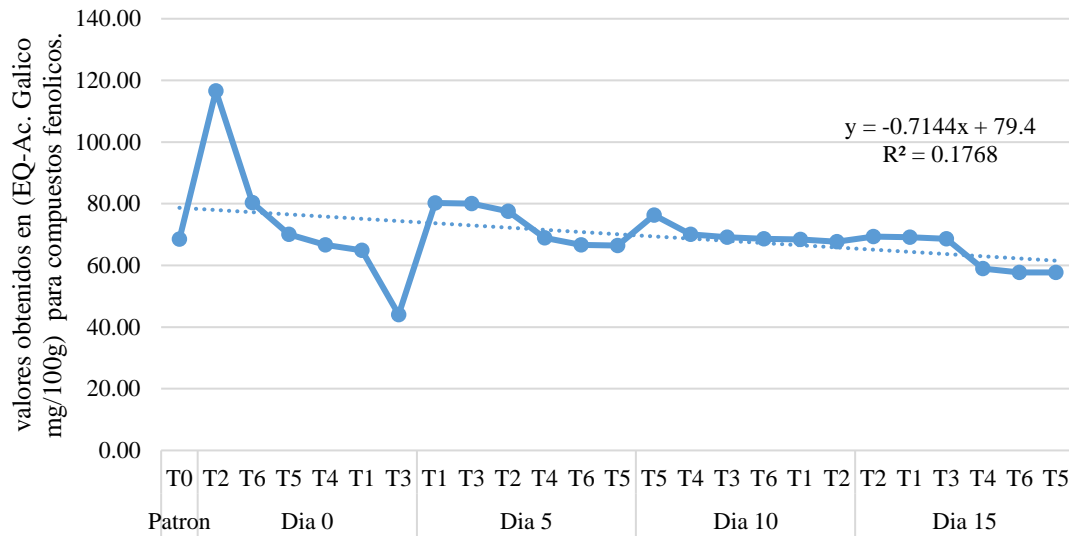


Figura 6: Tendencia del contenido de compuestos fenólicos en rodajas de papaya de altura sous vide durante su almacenamiento.

La tendencia fue gradualmente decreciente para todos los tratamientos presentando picos altos y bajos para los días control, los cuales están ubicados de acuerdo a orden de mérito, el comportamiento de los tratamientos evaluados de aumento y disminución en los valores es muy probable que se deba a una variación de las muestras que debido a una reacción química o compuestos de producción, (Trejo et al., 2009) también informo en rodajas de zanahoria sous vide, que la mayoría de los componentes fenólicos se mantuvieron durante su almacenamiento por 14 días a 4°C y además que se formaron nuevos compuestos debido a factores como la fermentación y el deterioro de las muestras, (Rinaldi, et al. 2013) reporto una disminución significativa el día 10 de almacenamiento de compuestos como los terpenos y disminución de aldehídos, el cual fue compensada por el aumento de esterres y alcoholes atribuyendo esta reacción a la presencia de oxígeno residual en las muestras el cual condujo a una oxidación parcial de los compuestos fenólicos, este comportamiento es muy similar a los tratamientos evaluados en este estudio debido a que observamos cambios en la composición durante



el almacenamiento variando el valor registrado para los días control, (Gabilondo et al., 2014) también observo mismo comportamiento para compuestos fenólicos con valores crecientes y decrecientes durante el almacenamiento de batata, que finalmente presentaron un disminución de 30% de CF almacenados a 13°C durante 90 días en comparación con el día control, (Szentivanyi et al., 2019) también reporto el mismo comportamiento durante el recojo de valores y concluyendo que no existe diferencias significativas durante el almacenamiento de batata a 13°C y al aire libre durante 110 días en referencia a un fruto de cosecha, este mismo parámetro encontramos para los tratamientos 1, 2 y 3 y un ligera disminución en T-4, T-5 y T-6 entre el ultimo día evaluado y la materia prima.

4.3.3. Evaluación del efecto sous vide (tiempo y temperatura) sobre las propiedades físicas (Textura y color) de la papaya de altura en rodajas durante su almacenamiento.

4.3.3.1. Textura.

- Día 5.

En el análisis (ANVA) (Anexo 3A) no se registraron diferencias estadísticas para los factores tiempo (A), temperatura (B) y para la interacción de los mismos, esto indica que ambos factores actúan de forma independiente sobre la textura. El coeficiente de variación (CV) igual a 12.70% indica que los datos son confiables para este tipo de experimentos.

- Día 10.

Para el análisis (ANVA) del día 10 (Anexo 3B) no se registraron diferencias estadísticas para los factores principales tiempo (A) y temperatura (B) así también para la interacción de los mismos, esto indica que ambos factores actúan de forma independiente sobre la textura. El coeficiente de variación (CV) igual a 14.42% indica que los datos son confiables para este tipo de experimentos.

- Día 15.

Mediante el (ANVA) (Anexo 3C) observamos que no se registraron diferencias estadísticas para los factores principales tiempo (A) y temperatura (B) de la misma forma para la interacción de los mismos, esto indica que ambos factores actúan de forma independiente sobre la textura. El coeficiente de variación (CV) igual a 9.49% indica que los datos son confiables para este tipo de experimentos.

La tendencia de la evaluación de la textura de las rodajas se presenta en la figura (7).

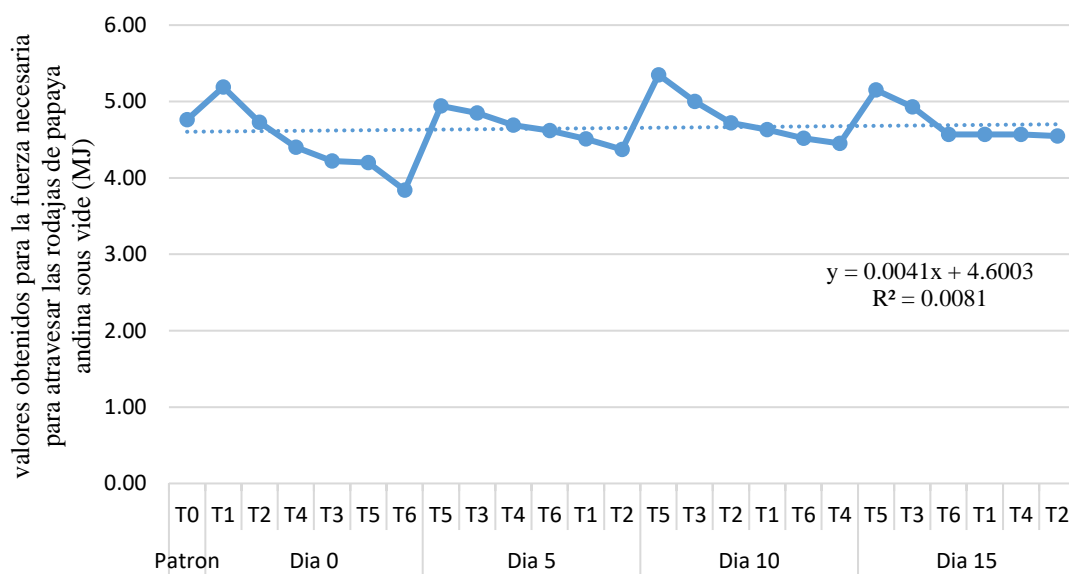


Figura 7: Tendencia del comportamiento de la textura en rodajas de papaya de altura sous vide durante su almacenamiento.

El comportamiento de la textura durante el almacenamiento registró picos altos y caídas para los tratamientos evaluados presentando finalmente una tendencia creciente los cual indica que la fuerza necesaria para la punción de las rodajas fue ligeramente mayor en cada día de control, esta característica no presento diferencia significativa entre el día 0 y el día 15, así también para la muestra patrón, en la literatura no existe un contraste claro para frutos y menos para la textura en almacenamiento. (Rinaldi et al., 2013) reportó un aumento significativo en la fuerza de corte durante el almacenamiento de 1 a 10 días en rodajas de zanahoria sous vide hasta en un 20%, este comportamiento



fue atribuido a que el deterioro inicial causado por el tratamiento térmico en su día inicial como el día 0 en este estudio, se recuperó parcialmente durante el almacenamiento por el reordenamiento celular u otros mecanismos químicos que pueden haber ocurrido. (Trejo et al., 2009) también reporto para las zanahorias sous vide una disminución del 29% en el día 1 y posteriormente un aumento de hasta el 50% en la firmeza en el día 14 respecto al día 1, estos comportamientos también fueron reportados por (Werlein, 1998) para zanahorias sous vide un aumento del 27% después del almacenamiento de 7 días por otro lado el comportamiento de la perdida para el primer día también fue reportada por (De Roeck et al., 2008) para zanahorias cocidas a presión alta en comparación con su muestra patrón. otros factores que pudieron influir en el comportamiento de las rodajas se les puede atribuir al estado de maduras, variedad, tipo de cultivar entre otros. debemos mencionar también que a diferencia del método de cocción tradicional en donde la textura disminuye constantemente, el método sous vide conserva mejor la textura.

4.3.3.2. Color.

A. Escala de Cromaticidad (C*).

- Día 5.

En el (ANVA) (Anexo 4A) observamos que no se registraron diferencias estadísticas para los factores Tiempo (A) y Temperatura (B), de igual forma para la interacción de ambos factores esto nos indica que ambos factores actúan de forma independiente sobre la escala de color C*. El coeficiente de variación (CV) igual a 13.30% indica que los datos son confiables para este tipo de experimentos.

- Día 10.

Mediante la tabla (ANVA) (Anexo 4B) observamos que no se registraron diferencias estadísticas para los factores Tiempo (A) y Temperatura (B), así también para la interacción de ambos factores esto nos indica que ambos factores actúan de forma independiente sobre la escala de color C*. El coeficiente de variación (CV) igual a 13.03% indica que los datos son confiables para este tipo de experimentos.

- Día 15.

Según la tabla (ANVA) (Anexo 4B) observamos que no se registraron diferencias estadísticas para los factores Tiempo (A) y Temperatura (B). La interacción de ambos factores tampoco presento diferencia estadística, esto nos indica que ambos factores actúan de forma independiente sobre la escala de color C*. El coeficiente de variación (CV) igual a 9.91% indica que los datos son confiables para este tipo de experimentos.

La tendencia del valor registrado para la escala de cromaticidad se muestra en la figura (8).

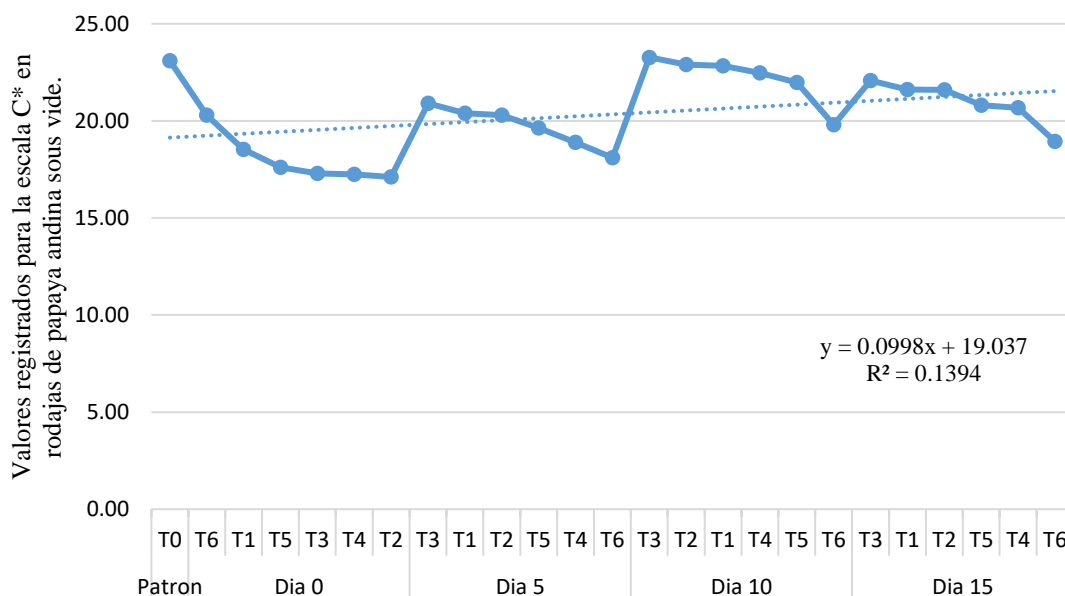


Figura 8: Tendencia del comportamiento de la cromaticidad C* en rodajas de papaya altura sous vide durante su almacenamiento.



La tendencia presentada para la escala de cromaticidad C^* de las rodajas de papaya de altura sous vide fue creciente, mientras que los valores graficados según orden de mérito en cada día control, presentaron un valor mayor para el C^* en los días 5, 10 y 15 en comparación al día 0 a excepción de T-6, en contraste con la materia prima o muestra patrón los valores registrados fueron menores o iguales en muestras de papaya de altura sous vide, (Rinaldi et al., 2013) reportó un incremento del 14% en el día 5 en referencia al día 1 y un 13% de incremento en el día 10 para la escala de cromaticidad en zanahorias sous vide finalmente en comparación con la muestra cruda los valores se vieron disminuidas hasta en un 21%, este mismo comportamiento también observo en muestras de col de Bruselas. Estos cambios pueden estar justificados por la presencia de pigmentos de carotenos y sus cis-isómeros presentes en la papaya de altura (Chiavaro et al., 2012) reportó que los carotenos aumentan durante el almacenamiento, por lo cual se puede atribuir este comportamiento a la liberación de la matriz alimentaria y la consiguiente cis-isomerización después del proceso térmico. Para (Trejo et al., 2009) también en zanahorias sous vide la escala Croma C^* presentó valores más bajos en el día 1 en comparación con la muestra cruda, para el día 7 y 14 estas no sufrieron mayores cambios y se mantuvieron con valores similares.

B. Escala de Angulo de tono (Hue*)

- Día 5.

En el (ANVA) (Anexo 5A) observamos que no se registraron diferencias estadísticas para los factores Tiempo (A) y Temperatura (B), de igual forma para la interacción de ambos factores esto nos indica que ambos factores actúan de forma independiente sobre la escala de color Hue*. El coeficiente de variación (CV) igual a 6.54% indica que los datos son confiables para este tipo de experimentos.

- Día 10.

Para el día 10 por la tabla (ANVA) (Anexo 5B) se observa que existe diferencias estadísticas significativas en la escala de color Hue* por efecto del tiempo (A); para el factor Temperatura (B), no existe diferencias estadísticas altamente significativas en la escala de color Hue* por efecto de la temperatura. Para la interacción de A x B, no existe diferencias estadísticas significativas, indicando que no existen diferencias en la escala de color Hue* por efecto de la interacción, además indica que ambos factores actúan de forma independiente sobre la escala de color Hue. El coeficiente de variación (CV) igual a 7.21% indica que los datos son confiables para este tipo de experimentos.

Tabla 23: Efecto del factor tiempo (A) sobre la escala de color Hue* de la papaya de altura en rodajas en el día 10.

Factor	Tiempo (min)	Escala de color Hue	P≤0.05
1	30	71.15±0.1	a
2	60	64.80±0.1	b

De la tabla 23, el tiempo de 30 min fue superior estadísticamente con 71.15 sobre el tiempo de 60 min que tuvo 64.80. Es decir que mayor tiempo, menor puntaje en la escala de color Hue* en las tres temperaturas. Dicho de otra forma, durante el tiempo de 30 min se tiene similar puntaje en la escala de color Hue* en las tres temperaturas, destacando ligeramente la temperatura de 60 °C con mayor puntaje; lo mismo ocurre a los 60 minutos donde se tiene similar puntaje de color Hue*, destacando la temperatura de 60°C ligeramente con mayor puntaje de color Hue*, siendo menor con la temperatura de 80 °C.

- Día 15.

En el (ANVA) (Anexo 5C) se observa que existe diferencias estadísticas significativas en la escala de color Hue* por efecto del tiempo (A); para el factor (B), no existe diferencias estadísticas significativas en la escala de color Hue* por efecto de la temperatura. Para la interacción de A x B, no existe diferencias estadísticas significativas, indicando que no existen diferencias en la escala de color Hue* por efecto de la interacción, además indica que ambos factores actúan de forma independiente sobre la escala de color Hue*. El coeficiente de variación (CV) igual a 3.86% indica que los datos son confiables para este tipo de experimentos.

Tabla 24: Factor tiempo (A) sobre la escala de color Hue* de la papaya de altura en rodajas en el día 15.

Factor	Tiempo (min)	Escala de color Hue*	P \leq 0.05
1	30	70.71	A
2	60	66.28	b

En la tabla 24, en donde vemos el tiempo de 30 min fue superior estadísticamente con 70.71 sobre el tiempo de 60 min que tuvo 66.28. Es decir, a mayor tiempo, menor puntaje en la escala de color Hue* en la temperatura de 60 °C, similar puntaje con las temperaturas de 60 y 80 °C, durante el tiempo de 30 min se tiene similar puntaje en la escala de color Hue* en las tres temperaturas; lo mismo ocurre a los 60 minutos donde se tiene similar puntaje de color Hue*, destacando la temperatura de 70°C ligeramente con mayor puntaje de color Hue*, siendo con menor puntaje la temperatura de 60 °C.

La tendencia de la escala Hue* se presenta en la figura 9.

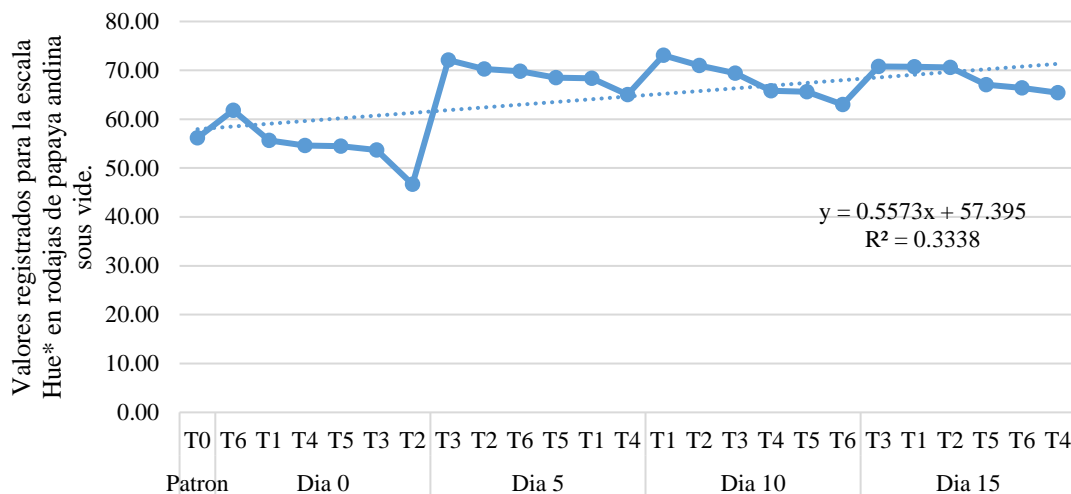


Figura 9: Tendencia del comportamiento del ángulo de tono Hue* en rodajas de papaya de altura sous vide durante su almacenamiento.

La tendencia fue creciente en los valores registrados, la materia prima presento un valor superior a las muestras sous vide en el día 0 a excepción de T-6, a partir del día 5 los valores de las muestras sous vide fueron siempre superiores al de la materia prima. Al contrario del comportamiento de nuestro estudio (Rinaldi et al., 2013) para la escala Hue* en zanahorias sous vide reporto una disminución del 3% en el día 5 y 6% para el día 10 en comparación con el día 1 y en contraste con la materia prima las muestras sous vide presentaron valores superiores. En cambio (Trejo et al., 2009) reporto para el ángulo de tonalidad en Zanahorias sous vide un comportamiento creciente en los valores registrados desde el día 1 hasta el 14, en contraste con la materia cruda también reporto que lo valores de las muestras sous vide fueron superiores. Debido a que la papaya andina en un fruto de pigmentación amarilla se justifica este comportamiento para el ángulo de tono o matiz pues este valor representa una inclinación a la tonalidad amarilla. En general podemos interpretar que la tonalidad de las rodajas por el proceso sous vide mejoran esta característica tan importante al momento de elegir o comprar alimentos, en muchos casos el envasado ayuda a conservar por más tiempo la tonalidad comercial (Espinoza et al., 2010)



V. CONCLUSIONES

1) El comportamiento del contenido de vitamina C presento a T2 (70°C x 30 min) como el mejor tratamiento seguido de T1, T4 y T6 superiores a la muestra patrón a diferencia de los tratamientos T3 y T5; durante la segunda etapa el comportamiento de los valores fue en caída presentando mejor estabilidad tratamientos menos rigurosos como T1 (60°C x 30 min).

2) Para la variación del contenido fenólico, el tratamiento que mejores valores reporto para este compuesto fue el tratamiento T2 sous vide (70°C x 30 min) además T1, T4, T5 y T6 a excepción del tratamiento 3 no presentaron diferencia significativa con la cantidad hallada para la materia prima; durante la segunda etapa los compuestos fenólicos presentaron una ligera tendencia a la baja en sus valores, siendo la serie 1 o tratamiento T1 el más estable durante el almacenamiento.

3) La estabilidad de las propiedades físicas durante la primera etapa no presento diferencia significativa entre tratamientos para la textura, para las escalas de C* y Hue* T6 fue el mejor tratamiento. Para la segunda etapa la textura fue estable con una tendencia mínimamente creciente para todas las series, La escala de croma C* presento tendencia creciente pero siempre con valores inferiores a la muestra patrón al contrario que el ángulo de tono Hue* con valores superiores a T0 y una tendencia creciente.



VI. RECOMENDACIONES

1. Con base en este estudio, realizar pruebas “sous vide” para mejorar o conservar las características biológicas, químicas o físicas en frutos, verduras y tubérculos de vida útil corta.
2. Realizar estudios de la capacidad antioxidante y su estabilidad durante el almacenamiento contribuyendo así al perfil de que la papaya andina es un fruto funcional y preventivo frente a enfermedades de la actualidad.
3. Caracterizar a detalle la composición fenólica presente en la papaya de altura para darle una mirada más profunda a la funcionalidad de este fruto.
4. Establecer estudios de origen (ecotipos, suelos, variedades entre otros) del fruto en nuestra región y su impacto a nivel nacional e internacional.
5. Desarrollar productos agroindustriales de carácter gourmet, para mercados locales y nacionales fomentado su consumo.



VII. REFERENCIAS

- Arroyo, J., Bonilla, P., Oré, R., Ráez, E., Marín, M., Valencia, J., Justil, H., Martínez, J. & Palomino, C. (2008). Estudio morfohistológico y efecto quimioprotector de las hojas de *Bidens pilosa* L. sobre el cáncer de colon inducido en ratas. *An Fac med. Vol. 69(2)*. Pág. 77-83.
- Atalah, E., Urteaga, C., Rebolledo, A., Medina, E. & Csendes, A. (2000). Factores de riesgo del cáncer de mama en mujeres de Santiago. *Revista Médica de Chile. Vol. 128(2)*.
- Auquiñivin, E.A. & Paucar, L.M. (2020). Estudio comparativo de las características fisicoquímicas y vida útil de las papayas nativas, “papayita de monte” (*Carica pubescens* Lenné & K. Koch) y “babaco” (*Carica pentagona* Heilborn) (*Caricaceae*) deshidratadas mediante liofilización. *ARNALDOA. Vol. 27(1)*. Pág. 115-128.
- Azulay, M., Lacerda, C.A., Perez, M., Filgueira, A. & Cuzzi, T. (2003). Vitamina C*. *An bras Dermatol, Rio de Janeiro. Vol. 78(3)*. Pág. 265-274.
- Balbontín, C., Gaete, C., Vergara, M., Herrera, R. & Moya, M.A. (2007). Treatment with 1-MCP and the role of ethylene in aroma development of mountain papaya fruit. *Postharvest Biology and Technology. Vol. 43*. Pág. 67-77.
- Balcázar, L. (2014). Biodiversidad papayo de altura y sus potencialidades. Taller, Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Recuperado el 20 de enero del 2020, de <http://www.iiap.org.pe/Upload/Conferencia/CONF257.pdf>
- Baldwin, E. (2012). Sous vide cooking: A review. *International Journal of Gastronomy and Food Science. Vol. 1*. Pág. 15-30. www.sciencedirect.com



- Baardseth, P., Bjerke, F., Martinsen, B.K. & Skrede, G. (2010) Vitamin C, total phenolics and antioxidative activity in tip-cut green beans (*Phaseolus vulgaris*) and swede rods (*Brassica napus var. napobrassica*) processed by methods used in catering. *J Sci Food Agric. Vol. 90*. Pág. 245–1255.
- Basabe, B. (2000). Funciones de la Vitamina C en el metabolismo del colágeno. *Rev Cubana Salud Pública. Vol. 14(1)*. Pág. 46-54.
- Bastías, J.M. y Cepero, Y. (2016). La vitamina C como un eficaz micronutriente en la fortificación de alimentos. *Revista chilena de nutrición. Vol.43(1)*. Pág. 81-86.<https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182016000100012>
- Benítez, S.P., Lobo, M., Delgado, O.A. & Medina, C.I. (2013). Estudios de germinación y remoción de latencia en semillas de papayuelas *Vasconcellea cundinamarcensis* y *Vasconcellea goudotiana*. *Corpoica Cienc. Technol. Agropecu. Vol. 14(2)*. Pág. 187 – 197.
- Briggs, W., Papadopoulos, A. & Wilcock, A. (2019). Sous Vide Cooking in Restaurants: A Qualitative Study of Ontario Public Health Inspector Knowledge, Experience, Practices and Needs. *Food Protection Trends. Vol. 39*. Pág. 51-61.
- Caldas, S.L. & Carlos, D.G. (2015). Pelado óptimo y obtención de un líquido de cobertura de color dorado translúcido para la conserva de papayita andina (*Carica pubescens*). Tesis para optar el título profesional de ingeniero agroindustrial, Universidad Nacional “Hermilio Valdizán”, Huánuco, Perú.
- Calderón, M.P. (2011). Producción de Acelgas baby (*Beta vulgaris var. Verde de Nice*) IV Gama y Hojas y Pecíolos de Acelga “Sous vide”. Memoria de pregrado, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Ingeniería en Alimentos. Valdivia, Chile.



- Carrera, R.R. (2014). Estudio del método de cocción al vacío a baja temperatura y aplicación a platos tradicionales ecuatorianos a base de cerdo. Tesis de grado. Universidad Internacional de Ecuador. Quito. Ecuador.
- Carrasco, B., Avila, P., Perez, J., Muñoz, P., García, R., Lavandero, B., Zurita, A., Retamales, J. & Caligari, P. (2009). Genetic structure of highland papayas (*Vasconcellea pubescens* (Lenne´ et C. Koch) Badillo) cultivated along a geographic gradient in Chile as revealed by Inter Simple Sequence Repeats (ISSR). *Genet Resour Crop Evol. Vol. 56*. Pág. 331-337.
- Castañeda, W. (2018). El color como signo. Reflexiones sobre el diseño de mensajes visuales. *Kepes. Vol. 15*. Pág. 81-109. 10.17151/kepes.2018.15.18.4.
- Castilla, C.A. (2016). Determinación del efecto antibacteriano in vitro del extracto de hojas de *Carica pubescens* L (*Caricaceae*) “papaya arequipeña” frente a bacterias patógenas. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú.
- Castillo, B. (2017). “Efecto de fritado en la obtencion de chips de oca (*oxalis tuberosa mol*)”. Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Altiplano. Puno. Perú.
- Castillo, E.R. (2019). Vitamina C en la salud y en la enfermedad. *Revista de la Facultad de Medicina Humana. Vol. 19(4)*. Pág. 95-100.
- Castro, J.K., Cerquera, N.E., Gutiérrez, N. (2014). determinación del color del exocarpio como indicador de desarrollo fisiológico y madurez en la guayaba pera (*psidium guajava* cv. *guayaba pera*), utilizando técnicas de procesamiento digital de imágenes (exocarp color determination as indicator of physiolog. *revista eia, [s.l.]*. Vol. 10(19). pág. 79-89.



- Colpo, L.P. (2015). Avaliação da capacidade antioxidante e conteúdo de compostos fenólicos de frutas vermelhas submetidas a processamentos por calor (microondas, sous vide, fervura e desidratação). Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre. Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.
- Concha, J., Guevara, A. y Araujo, M. (2002). Obtención de polvo de papaya de monte (*Carica Pubescens*) por atomización. *Revista INGENIERÍA UC. Vol. 9(1)*.
- Condo, N.J. (2013). “Efecto de *Carica pubescens* (papaya arequipeña) sobre la disfunción endotelial en anillos aorticos de ratas”. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Medicina. Arequipa, Perú.
- Cornejo, G.B. (2019). Prospección de nematodos en cultivo de papaya andina (*Carica pubescens l.*) Sandia – Puno. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional del Altiplano, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Puno. Perú.
- Coppens, G. (2003). Aprovechamiento de los recursos genéticos de las papayas para su mejoramiento y promoción. *BID/IICA*. Informe final. Pág. 355.
- Chauca, F. E. (2014). Proyecto de Pre-factibilidad para la instalación de una planta industrial de néctar de papaya arequipeña (*carica papaya arequipensis*) enriquecida con Quinoa (*chenopodium quinoa Willd*) en la ciudad de Arequipa. Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín.
- Chávez, D. (2013). Efecto bactericida In Vitro de la solución del extracto estabilizado de *Carica Pubescens* (Papaya Arequipeña) al 2%, del gluconato de clorhexidina al 2% y del hipoclorito de sodio al 5%, sobre el crecimiento del enterococcus faecalis en diferentes tiempos. Tesis de posgrado. Universidad Católica De Santa María. Arequipa.



- Chiavaro, E., Mazzeo, T., Visconti, A., Manzi, C., Fogliano, V. & Pellegrini, N. (2012). Nutritional Quality of sous vide cooked carrots and brussels sprouts. *Agric. Food Chem.* Vol. 60(23). Pág. 6019–6025. <https://doi.org/10.1021/jf300692a>.
- Creed, P.G. (1998). Aspectos sensoriales y nutricionales de los alimentos procesados al vacío. *Food Control.* Vol. 6. Pág. 1-45.
- De Roeck, A., Sila, D.N., Duvetter, T., Van Loey, A. & Hendrickx, M. (2007). Effect of high pressure/high temperature processing on cell wall pectic substances in relation to firmness of carrot tissue. *Food Chemistry.* Vol. 107. Pág. 1225–1235.
- Delgado, F., Jiménez, A. y Paredes, O. (2000). Natural Pigments: Carotenoids, Anthocyanins, and Betalains — Characteristics, Biosynthesis, Processing, and Stability. *Critical reviews in food science and nutrition.* Vol. 40. Pág. 173-289. [10.1080/10408690091189257](https://doi.org/10.1080/10408690091189257).
- Díaz, P. (2009). Calidad y deterioro de platos “sous vide” preparados a base de carne y pescado y almacenados en refrigeración. Tesis Doctoral, departamento de tecnología de alimentos, nutrición y bromatología. Universidad de Murcia, España.
- Doroteo, V.H., Díaz, C., Terry, C. & Rojas, R. (2013). Compuestos fenólicos y actividad antioxidante in vitro de 6 plantas peruanas. *Rev Soc Quím Perú.* Vol. 79 (1). Pág. 13-20.
- Duque, C. (2002). Free and glycosidically bound volátiles in the mame Apple (Mammea americana) fruit. *Eur. Food Res. Technol.*
- Duque, B. y Morales, R. (2005). El aroma frutal de Colombia Univ. Nacional de Colombia. P 135-155. Recuperado el 25 de enero del 2020, de bdigital.unal.edu.com



- Dussán, S., Honório, S.L., y Matias, M. de L. (2008). Resistencia mecánica, tasa respiratoria y producción de etileno de caqui 'Fuyu' durante el almacenamiento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 12(5), pág. 498-502.
- Escalona, V.H. (2017). Uso de envasado en atmósfera modificada en los productos de IV y V gama. *Agrociencia Uruguay*. Vol. 21 2. Pág. 1-6.
- Espinosa, L.E., Pérez, M., Martínez, M.T., Castro, R. & Barrios, G. (2010). Efecto de empaques y temperaturas en el almacenamiento de chile manzano (*capsicum pubescens* Ruíz y Pavón). *Revista Chapingo Serie Horticultura*. Vol.16(2). Pag.115-121.
- Esquivel, N.V. (2017). “Análisis de Textura en frutas”. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo – Perú.
- Frenich, A. G., Torres, M. E. H., Vega, A. B., Vidal, J. L. M., y Bolaños, P. P. (2005). Determination of Ascorbic Acid and Carotenoids in Food Commodities by Liquid Chromatography with Mass Spectrometry Detection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 53(19). Pág. 7371–7376.
- Gabilondo, J., Corbino, G., Chludil, H. & Malec, L. (2014). Variación de ácidos fenólicos en dos cultivares de batata durante el almacenamiento. V Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Córdoba, Argentina, 17 a 19 de noviembre.
- Ganem, I., Aguilar, M., Dorsant, L. & Viel, H. (2009). Aspectos esenciales sobre Vitamina C.
- García, E., Gago, L. y Fernández, J.L. (2006). Informe “Tecnologías de envasado en atmósfera protectora”. *Circulo de Innovación en Biotecnología (CIBT)*. Pág. 1-143. <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001697.pdf>



- García, M.N., Landaeta, M., Adrianza, G., Murillo, C., Rincón, M., Bou, L., Bilbao, A., Anderson, H., García, D., Franquiz, J., Puche, R., García, O., Quintero, Y. & Peña, J.P. (2013). Valores de referencia de hierro, yodo, zinc, selenio, cobre, molibdeno, vitamina C, vitamina E, vitamina K, carotenoides y polifenoles para la población venezolana. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. Vol. 63 (4).
- Gimeno, E. (2004). Compuestos fenólicos un análisis de sus beneficios para la salud. *Offarm: farmacia y sociedad*, ISSN 0212-047X. vol. 23(6). Pag. 80-84.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5325169>
- González, I.A. (2010). Caracterización química del color de diferentes variedades de guayaba (*psidium guajava L.*). Tesis para optar el título a Magister en Ciencia-Química. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá – Colombia. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/11053047.pdf>
- Heredía, P. (2000). Elaboración de Néctar de Papaya (*Carica pubescens*), Informe presentado para optar el título de Ingeniero de Industrias Alimentarias, Facultad de Ingeniería de Procesos Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa-Perú. Pág. 15
- Hernández E., Carlos N., Inostroza L., Bautista N., Byrne R., Alencastre A., Peña M. & Sueros S. (2014). Evaluación química y tecnológico-nutricional de “papaya de altura” (*Carica pubescens*). *Ciencia e Investigación*. Vol. 17(2). Pág. 88-91.
- Ibañez, V. (2002). Métodos estadísticos. Editorial Universitaria. Puno, Perú.
- Iborra, C. (2013). Comparison of vacuum treatments and traditional cooking in vegetables using instrumental and sensory analysis. Thesis Doctoral. Universitat Politècnica de Valencia. España.



- Iborra, M.D.C., García, P. & Martínez, J. (2014). Advantages of sousvide cooked red cabbage: Structural, nutritional and sensory aspects. *Food Science and Technology*. Vol. 56(2). Pág. 451-460. doi:10.1016/j.lwt.2013.12.027.
- Jørgensen, F., Sadler, I., Shore, J., Aird, H., Elviss, N., Fox, A., Kaye, M., Willis, C., Amar, C., De Pina, E. & Mclauchlin. (2017). An assessment of the microbiological quality of lightly cooked food (including sous-vide) at the point of consumption in England. *Epidemiol. Infect.* Vol. 145. Pág. 1500-1509.
- Knøchel, S., Vangsgaard, R. & Johansen, L.S. (1997). Quality changes during storage of sous vide cooked green beans (*Phaseolus vulgaris*). *Z Lebensm Unters Forsch A*. Vol. 205. Pág. 370-374.
- Lado, J., Pascual, M., Zacarias, L. & Rodrigo M.J. (2015). Efecto de la temperatura de conservación en el contenido de carotenoides y vitamina C en frutos de pomelo rojo. *Agrociencia Uruguay*. Vol. 19 (1). Pág. 48-56.
- Laily A.N. (2012). Characterization of *Carica Pubescens* in Dieng Plateau, Central Java based on morphological characters, antioxidant capacity, and ptoein banding pattern. *Nusantara Bioscience*. Vol.4. pág. 16-21.
- Lafarga, T., Viñas, I., Bobo, G., Simo, J. & Anguiló, I. (2018). Effect of steaming and sous vide processing on the total phenolic content, vitamin C and antioxidant potential of the genus Brassica. *Institute of Agrifood Research and Technology (IRTA)*. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.04.008>
- Lucas, J.C., Quintero, V.D., Vasco, J.F. & Mosquera J.D. (2012). Evaluación de los parámetros de calidad de chips en relación con diferentes variedades de plátano (*Musa paradisiaca* L.) *. *Revista Lasallista De Investigación*. Vol. 9(2). Pág. 65-74.



- Maestro, R. & Borja, R. (1993). Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos. *Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto de la Grasa y sus Derivados (C.S.I.C). Vol. 44.*
- Matos, A. y Chuquilín, E. (2010). Estudio de la influencia de la concentración en la retención de vitamina C en jugo fresco y concentrado de carambola (*Averrhoa carambola L.*). *Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Vol.1(1).* Pág. 36-42.
- Martin, G. (2017). Los compuestos fenólicos: un acercamiento a su biosíntesis, síntesis y actividad biológica. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental. Vol. 9(1).*
- Martínez, I., Periago, M. & Ros, G. (2000). Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 50 (1).*
- Martinez, J.R., de Arpe, C., Urrialde, R., Fontecha, J., Murcia, A., Gomez, C. & Villarino, A. (2003). Nuevos alimentos para nuevas necesidades. Nutrición y Salud, Servicio de Promoción de la Salud. Instituto de Salud Pública. España.
- Mendoza, F.A., Hernández, E.J. y Ruiz, L.E. (2015). Efecto del escaldado sobre el color y cinética de degradación térmica de la vitamina C de la pulpa de mango de hilacha (*mangífera indica var magdalena river*). *Vol. 26(3).* Pág. 9-16.
- Mínguez, M.I., Pérez, A. y Hornero, D. (2005). Pigmentos carotenoides en frutas y vegetales: mucho más que simples “colorantes” naturales. *CTC Alimentación. Vol. 26.* Pág. 108 – 113, disponible en <https://digital.csic.es/handle/10261/5754>.
- Moya, Z., Abril, R., Villavicencio, E. & Torres, F. (2013). Método de remoción de caries preferido por dentistas y pacientes niños. *VÉRITAS, Vol. 14(1).* Pág. 93-99.
- Morillas, J.M. & Delgado, JM. (2012). Análisis nutricional de alimentos vegetales con diferentes orígenes: Evaluación de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales. *Nutr. clín. diet. Hosp. Vol. 32(2).* Pág. 8-20.



- Muñoz, M. (1988). Nomenclatura del papayo cultivado en Chile. *Agricultura Técnica Chile*. Vol. 48(1). Pág. 39-42.
- Muñoz, A.M. (2006). Estudio químico-bromatológico del fruto de *Carica monoica* Desf. “chamburú” y los efectos de su ingesta en el crecimiento y el perfil bioquímico de las ratas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Muñoz, A.M., Ramos, D.F., Ortiz, C.A. & Castañeda, B. (2007). Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Rev Soc Quím Perú*. Vol. 73(3). Pág. 142-149.
- Ordóñez, L.E., Ospina, M.A. & Rodríguez, D.X. (2013). Cinética de degradación térmica de vitamina C en frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Revista Lasallista de Investigación*, vol. 10(2). Pág. 44-51.
- Osuna, L., Tapia, M. y Aguilar, A. (2005). Plantas medicinales de la medicina tradicional mexicana para tratar afecciones gastrointestinales. Estudio etnobotánico, fitoquímico y farmacológico. *Publicacions I Edicions De La Universitat De Barcelona. España*. Pág. 52-54.
- Peñas, M. (2007). Estudio del efecto de la temperatura de cocción en la calidad nutricional y la textura en un producto de V gama esterilizado a partir de judía verde (*Phaseolus vulgaris* var. Perona. Industrias Agrarias y Alimentarias, UPC, Barcelona.
- Peñarrieta, M., Tejada, L., Mollinedo, P., Vila, J. & Bravo, J. (2014). Phenolic compounds in food. *Revista Boliviana De Química*. Vol. 31. Pág. 68-81.
- Petersen, M.A. (1993). Influence of sous vide processing, steaming and boiling on vitamin retention and sensory quality in broccoli florets. *Z Lebensm Unters Forch*. Vol. 197. Pág. 375–380. <https://doi.org/10.1007/BF01242064>



- Pugliese, A.G., Tomas, F.A., Truchado, P. y Genovese, M.I. (2013). Flavonoids, Proanthocyanidins, Vitamin C, and Antioxidant Activity of *Theobroma grandiflorum* (Cupuassu) Pulp and Seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 61. Pág. 2720-2728.
- Remuzgo, J.R. (2011). Cultivo de papayo de altura (*vasconcella stipulata*) Manual. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Recuperado el 20 de enero del 2020, de <http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL1253.pdf>
- Renna, M., Gonnella, M., Giannino, D. & Santamaria, P. (2013). Quality evaluation of cook-chilled chicory stems (*Cichorium intybus L., Catalogna group*) by conventional and sous vide cooking methods. *Society of Chemical Industry*. (wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/jsfa.6302
- Repo, R. & Encina, C.R. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Rev Soc Quím Perú*. Vol.74(2). Pág. 108-124.
- Repo, R & Encina, C.R. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de cereales andinos: quinua (*chenopodium quinoa*), kañiwa (*chenopodium pallidicaule*) y kiwicha (*amaranthus caudatus*). *Rev Soc Quím Perú*. Vol. 74. Pág. 85-99.
- Rettig, M. & Ah Hen, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro Sur*. Vol. 42(2).
- Rinaldi, M., Dall'Asta, C., Meli, F., Morini, E., Pellegrini M.G. y Chiavaro E. (2013). Physicochemical and microbiological quality of sous-vide-processed carrots and brussels sprouts. *Food Bioprocess Technol*. Vol. 6. Pág. 3076-3087.



- Rizzo, V., Amoroso, L., Licciardello, F., Mazzaglia, A., Muratore, G., Restuccia, C., Lombardo, S., Pandino, G., Strano, M.G. & Mauromicale, G. (2018). The effect of sous vide packaging with rosemary essential oil on storage quality of fresh-cut potato. *LWT - Food Science and Technology*. Vol. 94. Pág. 111-118.
- Rodrigo, Y. (2017). Efecto de la temperatura y almidón de papa nativa (*solanum tuberosum*) en la viscosidad y ácido ascórbico en el néctar de papayita nativa (*carica pubescens*). Tesis de grado, Universidad Nacional José María Arguedas. Apurímac, Perú.
- Rodríguez, G.P., Pineda, D., Martín, I., Monterrey, P., Serrano, G. & Macías, C. (2003). Ingesta de macronutrientes y vitaminas en embarazadas durante un año. *Rev Cubana Salud Pública*. Vol. 29(3). Pág. 220-227.
- Rodríguez, R., Rojo, G., Martínez, R., Piña, H., Ramírez, B., Vaquera, H., Cong, M. (2014). Envases inteligentes para la conservación de alimentos. *Ra Ximhai*. Vol. 10. Pág. 151-173.
- Rogerío, A., Barbosa, M. & Gomes, E. (2003). A Importância da Vitamina C na Sociedade Através dos Tempos. *Química Nova na Escola*. Vol. 17.
- Rondanelli, M., Daglia, M., Meneghini, S., Di Lorenzo, A., Peroni, G., Faliva, M.A. & Perna, S. (2017). Nutritional advantages of sous-vide cooking compared to boiling on cereals and legumes: Determination of ashes and metals content in ready-to-eat products. *Food Science & Nutrition*. Vol. 5. Pág. 827-833.
- Ros, N., Chimenos, E. & López, J. (2009). Alimentos contra el cáncer oral. *Av. Odontoestomatol*. Vol. 25 (3). Pág. 155-162.
- Rosales, D.D. y Arias, G. (2015). Vitamina C y parámetros fisicoquímicos durante la maduración de *Berberis lobbiana* "Untusha". *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 81(1). Pág. 63-75.



- Sampaio, L. & Almeida, C. (2009). Vitaminas Antioxidantes na Prevenção do Câncer do Colo Uterino. *Revista Brasileira de Cancerologia*. Vol. 55(3). Pág. 289-296.
- Serra, L., Armas, A. & Ribas, L. (2000). Consumo de alimentos y fuentes alimentarias de energía y nutrientes en Canarias (1997-98). *Archivos latinoamericanos de nutrición Suplemento*. Vol. 50.
- Silva, C.R. & Naves, M.M. (2001). Supplement suplementação de vit ação de vitaminas na prevenção de câncer. *Rev. Nutr., Campinas*. Vol. 14(2). Pág. 135-143
- Singleton, V., Orthofer, R., Lamuela, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*. Vol. 299. Pág. 152-178
- Sucapuca, M.B. (2013). “Evaluación de la vida en anaquel de la chirimoya (*Annona cherimola mill*) mínimamente procesada con el uso de antioxidantes envasada al vacío y almacenada a temperatura baja”. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano, Facultad Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Puno, Perú.
- Slaughter, D.C. (2009). Evaluación de métodos no destructivos para la detección de la madurez en Mangos. *Biological and Agricultural Engineering*.
- Szentivanyi, M.V., Gabilondo, J., Feijoo, M.V., Budde, C. & Malec, L. (2018). Variación de compuestos bioactivos en un cultivar de batata de pulpa naranja durante el almacenamiento. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*. 1ra edición. Pág. 193-198.
- Torres, J.D., González, K.J. & Acevedo, D. (2014). Análisis del perfil de textura en frutas, productos cárnicos y quesos. *ReCiTeIA*. Vol. 14(2).



- Torres, A.E. (2017). Efecto de *Vasconcellea pubescens* “papaya de monte” sobre la calidad espermática de ratones machos tratados con ciclofosfamida y el efecto en el desarrollo de embriones preimplantacionales. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional de Genética y Biotecnología. Lima, Perú.
- Torres, F.A. & Ganoza, M.L. (2017). Etnobotánica y sistemas de extracción para compuestos fenólicos, actividad antioxidante y toxicidad de plantas de páramos y bosques nublados del norte peruano. *Revista Peruana De Medicina Integrativa*. Vol. 2(2). Pág. 101-109.
- Trejo, X., Smale, N., Zabaraz, D., Winley, E., Forde, C., Stewart, C.M. & Mawson, A.J. (2009). Sensory perception and quality attributes of high pressure processed carrots in comparison to raw, sous-vide and cooked carrots. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. Vol. 10. Pág. 420 – 433.
- Ulloa, L., Sáenz, M.V. & Castro, J. (2015). Efecto del almacenamiento a diferentes temperaturas sobre el desarrollo de color externo y la calidad de frutos de piña cv. dorada extra dulce. *Agronomía Costarricense*. Vol. 39(3). Pág. 9-20.
- Uribe, E., Delgadillo, A., Giovagnoli, C., Quispe, I. & Zura, L. (2015). Extraction Techniques for Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity Determination of Chilean Papaya (*Vasconcellea pubescens*) Fruit. *Journal of Chemistry* Vol. 2015, Article ID 347532, 8 pág. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/347532>
- Valencia, E., Figueroa, I., Sosa, E., Bartolomé, M., Martínez, H. & García, M. (2017). Polifenoles: propiedades antioxidantes y toxicológicas. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas ISSN: 1390-1869*. Vol. 16. Morelia – México.



- Valle, M.E. (2011). Evaluación de vitamina C por HPLC en el desarrollo postcosecha del tomate (*Solanum lycopersicum* v. *Dominator*). *REVISTA ECIPERU ISSN: 1813 – 0194*. Vol. 8. Pág. 48.
- Vega, A., Palacios, M., Boglio, F., Passaro, C., Jeréz, C. & Lemus, R. (2007). Deshidratación osmótica de la papaya chilena (*vasconcella pubescens*) e influencia de la temperatura y concentración de la solución sobre cinética de transferencia de materia. *Cienc. Tecnol. Aliment., Campinas*. Vol. 27(3). Pág. 470-477.
- Vidal, C. & Farré, R. (2001). Evaluación antropométrica del estado nutricional y estimación de las ingestas de hierro y de vitamina C de mujeres posmenopáusicas y hombres mayores de 45 años. *Nutrición Hospitalaria*. Vol. 5. Pág. 162-169.
- Vidal, L., Finot, V., Mora, K. & Venegas, F. A. (2009). Características Físico-Químicas del Látex de Papayuelo (*Vasconcella cundinamarcensis* Badillo, *Caricaceae*). *Información tecnológica*. Vol. 20(6). Pág. 93-103.
- Villareal, Y., Mejía, D.F., Osorio, O. & Cerón, A.F. (2013). Efecto de pasteurización sobre características sensoriales y contenido de vitamina C en jugos de frutas. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. Vol. 11. Pág. 66-75.
- Werlein, H. (1998). Comparación de la calidad de zanahorias sous-vide y procesadas convencionalmente. *Z Lebensm Unters Forsch*. Vol. 207. Pág. 311–315.
- Yaski, S., Piña, M. & Rosito, P. (2017). Efectos de los diferentes métodos de cocción en las características fisicoquímicas y nutricionales de distintos vegetales seleccionados. *Instituto de tecnología INTEC*.



- Younes, K.M., Basha, M.A. & Salem, M.Y. (2014). Spectrophotometric and chromatographic methods for the simultaneous determination of rutin and ascorbic acid in their pharmaceutical formulation. *Der Pharma Chemica. Vol. 6* (2). Pág. 111-121 Available online at www.derpharmachemica.com
- Zapana, J. (2011). Elaboración de néctar de papaya de montaña (*Carica pubescens*) y evaluación de su vida en anaquel en tres tipos de envase. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- SSE. (2020). Sierra y Selva Exportadora institución adscrita al Ministerio de Agricultura, Entrevista realizada el día 10 de enero en la sede Puno. Puno, Perú. www.sierraexportadora.gob.pe
- SIICEX. (2020). Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior, adscrita al Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. Consultado el 12 de marzo del 2020. www.siicex.gob.pe
- Konicaminolta, (2020). Entendiendo el espacio de color CIELAB, Consultados el 20 de enero del 2020. sensing.konicaminolta.us
- Salvatierra, A. & Jana, C. (2020). Situación actual del cultivo de papayos en las principales zonas de producción. Recuperado de www.inia.cl el 12 de marzo 2020
- Sous vide, (2020). Consulta realizada el 12 de marzo del 2020. www.sous-vide.cooking
www.sammic.es



ANEXOS

Anexos A

Tabla 1. Resultados de la evaluación de la materia prima de la papaya de altura (*Carica pubescens*).

Control de compuestos bioquímicos y características físicas de la papaya de altura (<i>Carica pubescens</i>)									
Materia prima	Repeticiones	Vitamina C (mg/100g)	Compuestos fenólicos totales (EQ-Ac. Gálico mg/100g)	Firmeza	Color				
					L	a*	b*	C*	Hue*
papaya andina	R1	120.263	67.65	5.45	17.7	12.5	20.1	23.7	58.0
	R2	120.607	69.88	4.20	13.0	13.7	16.3	21.3	49.8
	R3	119.4189	68.14	4.63	16.7	11.9	21.2	24.3	60.7
	PROMEDIO	120.0962	68.56	4.76	15.8	12.7	19.2	23.1	56.17
	DS	0.6114	1.17	0.64	2.5	0.9	2.6	1.6	5.7



Tabla 2. resultados de la evaluación del contenido bioquímico vitamina C y compuestos fenólicos en muestras de papaya andina “sous vide” primera etapa.

<i>PAPAYA DE ALTURA EN SOUS VIDE</i>				
Tiempo	Temperatura	Repeticiones	Vitamina C (mg/100g)	CF (EQ-Ac. Gálico mg/100g)
30 min	60°C	R1	126.17	65.42
		R2	125.04	65.17
		R3	123.09	63.94
		PROMEDIO	124.77	64.84
		DS	1.56	0.79
	70°C	R1	185.50	114.68
		R2	178.11	115.92
		R3	172.74	119.13
		PROMEDIO	178.79	116.58
		DS	6.41	2.30
	80°C	R1	106.74	44.13
		R2	103.87	43.39
		R3	102.76	44.63
		PROMEDIO	104.46	44.05
		DS	2.05	0.62
60 min	60°C	R1	167.88	65.17
		R2	162.06	65.42
		R3	164.05	69.38
		PROMEDIO	164.66	70.87
		DS	2.96	2.36
	70°C	R1	80.78	70.37
		R2	79.91	69.38
		R3	79.36	70.62
		PROMEDIO	80.02	70.12
		DS	0.72	0.66
	80°C	R1	120.42	80.02
		R2	126.66	79.28
		R3	128.36	81.76
		PROMEDIO	125.15	80.35
		DS	4.18	1.27

Tabla 2A. Análisis de varianza para vitamina C (ANVA) en muestras de papaya de altura “sous vide”, primera etapa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
TIEMPO (A)	1	728.85620	728.85620	58.75	4.75	9.33	**
TEMPERATURA (B)	2	2684.93614	1342.46807	108.22	3.89	6.93	**
A x B	2	16933.15563	8466.57782	682.50	3.89	6.93	**
Error	12	148.86340	12.40528				
Total, correcto	17	20495.81138					

CV= 2.72% $\bar{X} = 129.64$

Tabla 2B. Prueba TUKEY para el contenido de vitamina C en la interacción de factores “sous vide” sobre la papaya de altura en rodajas.

Orden de mérito	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Contenido de contenido de vitamina C (mg/100 g)	P≤0.05
1	30	70	178.78	a
2	60	60	164.66	b
3	60	80	125.15	c
4	30	60	124.77	c d
5	30	80	104.46	d
6	60	70	80.02	e

Tabla 2C. Análisis de varianza para compuestos fenólicos (ANVA) en muestras de papaya de altura “sous vide”, primera etapa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
TIEMPO (A)	1	34.750006	34.750006	14.98	4.75	9.33	**
TEMPERATURA (B)	2	3489.138678	1744.569339	751.98	3.89	6.93	**
A x B	2	5183.948544	2591.974272	1117.24	3.89	6.93	**
Error	12	27.839733	2.319978				
Total, correcto	17	8735.676961					

CV= 2.06% $\bar{X} = 73.77$



Tabla 2D. Prueba TUKEY para el contenido de compuestos fenólicos en la interacción de factores “sous vide” sobre la papaya de altura en rodajas.

Orden de mérito	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Contenido de compuestos fenólicos (mg/100 g)	P≤0.05
1	30	70	116.58	a
2	60	80	80.35	b
3	60	70	70.12	c
4	60	60	66.66	c d
5	30	60	64.84	d
6	30	80	44.05	e



Tabla 3. resultados de la evaluación de la textura en muestras de papaya altura “sous vide”, primera etapa.

<i>PAPAYA ALTURA EN SOUS VIDE</i>			
Tiempo	Temperatura	Repeticiones	Textura (MJ)
30 min	60°C	R1	4.89
		R2	5.31
		R3	5.38
		PROMEDIO	5.19
		DS	0.27
	70°C	R1	4.84
		R2	4.91
		R3	4.43
		PROMEDIO	4.73
		DS	0.26
	80°C	R1	3.97
		R2	4.34
		R3	4.34
		PROMEDIO	4.22
		DS	0.21
60 min	60°C	R1	4.39
		R2	4.02
		R3	4.80
		PROMEDIO	4.40
		DS	0.39
	70°C	R1	3.99
		R2	4.52
		R3	4.10
		PROMEDIO	4.20
		DS	0.28
80°C	R1	3.62	
	R2	3.87	
	R3	4.04	
	PROMEDIO	3.84	
	DS	0.21	

Tabla 3A. Análisis de varianza para el comportamiento de la textura (ANVA) en muestras de papaya de altura “sous vide”, primera etapa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
TIEMPO (A)	1	1.42242222	1.42242222	18.63	4.75	9.33	**
TEMPERATURA (B)	2	1.78134444	0.89067222	11.66	3.89	6.93	**
A x B	2	0.13361111	0.06680556	0.87	3.89	6.93	n.s.
Error	12	0.91640000	0.07636667				
Total, correcto	17	4.25377778					

CV= 6.24% $\bar{X} = 4.43$

Tabla 3B. Prueba TUKEY para el comportamiento de la textura en la interacción de factores “sous vide” sobre la papaya andina en rodajas. No hubo diferencia significativa para la interacción por lo cual ya no es necesario la prueba de validación, a continuación, se muestran las pruebas para cada factor.

Factor (A) tiempo.

Orden de mérito	Tiempo (min)	Contenido de textura (MJ)	P≤0.05
1	30	4.71	a
2	60	4.15	b

Facto (B) temperatura.

Orden de mérito	Temperatura (°C)	Contenido de textura (MJ)	P≤0.05
1	60	4.80	a
2	70	4.47	a
3	80	4.03	b

Tabla 4. resultados de la evaluación del color en muestras de papaya altura “sous vide”

<i>PAPAYA ALTURA EN SOUS VIDE</i>							
Tiempo	Temperatura	Repeticiones	L	a*	b*	C*	Hue*
30 min	60°C	R1	12.43	9.88	16.40	19.17	58.77
		R2	11.47	10.50	15.40	18.83	55.23
		R3	10.73	10.27	13.93	17.60	52.93
		PROMEDIO	11.54	10.22	15.24	18.53	55.64
		DS	0.85	0.31	1.24	0.83	2.94
	70°C	R1	10.03	11.73	13.43	17.93	48.63
		R2	9.30	11.40	11.90	16.37	46.20
		R3	9.40	12.00	12.10	17.03	45.20
		PROMEDIO	9.58	11.71	12.48	17.11	46.68
		DS	0.40	0.30	0.83	0.78	1.76
	80°C	R1	9.73	9.90	12.87	16.47	52.60
		R2	10.37	9.67	14.20	17.27	55.40
		R3	10.57	10.80	14.57	18.17	53.03
		PROMEDIO	10.22	10.12	13.88	17.30	53.68
		DS	0.44	0.60	0.89	0.85	1.51
60 min	60°C	R1	10.17	9.13	13.70	16.83	55.30
		R2	10.47	10.27	14.37	17.70	54.07
		R3	10.80	9.90	14.00	17.20	54.47
		PROMEDIO	10.48	9.77	14.02	17.24	54.61
		DS	0.32	0.58	0.34	0.44	0.63
	70°C	R1	10.27	9.07	14.03	16.83	56.73
		R2	10.40	10.40	14.17	18.20	53.60
		R3	10.93	10.57	14.23	17.77	53.10
		PROMEDIO	10.53	10.01	14.14	17.60	54.48
		DS	0.35	0.82	0.10	0.70	1.97
	80°C	R1	13.27	10.17	17.33	20.33	57.67
		R2	13.63	9.83	18.87	21.40	62.37
		R3	14.43	7.10	17.60	19.17	65.50
		PROMEDIO	13.78	9.03	17.93	20.30	61.85
		DS	0.59	1.68	0.82	1.12	3.94

Tabla 4A. Análisis de varianza para el croma C* (ANVA) en muestras de papaya de altura “sous vide”, primera etapa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
TIEMPO (A)	1	2.41267222	2.41267222	3.67	4.75	9.33	n.s.
TEMPERATURA (B)	2	6.42293333	3.21146667	4.89	3.89	6.93	*
A x B	2	13.91364444	6.95682222	10.58	3.89	6.93	**
Error	12	7.88840000	0.65736667				
Total, correcto	17	30.63765000					

CV= 4.50% $\bar{X} = 18.02$

Tabla 4B. Prueba TUKEY para la variación del colorido croma C* en la interacción de factores “sous vide” sobre la papaya altura en rodajas.

Orden de mérito	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Escala de color c	P≤0.05
1	60	80	20.30	a
2	30	60	18.53	a b
3	60	70	17.60	b
4	30	80	17.30	b
5	60	60	17.24	b
6	30	70	17.11	b

Tabla 4C. Análisis de varianza para el ángulo de tonalidad Hue* (ANVA) en muestras de papaya altura “sous vide”, primera etapa.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
TIEMPO (A)	1	111.6018000	111.6018000	19.79	4.75	9.33	**
TEMPERATURA (B)	2	158.5526778	79.2763389	14.06	3.89	6.93	**
A x B	2	81.3729000	40.6864500	7.21	3.89	6.93	**
Error	12	67.6734000	5.6394500				
Total, correcto	17	419.2007778					

CV= 4.36% $\bar{X} = 54.49$

Tabla 4D. Prueba TUKEY para la variación de la Tonalidad Hue* en la interacción de factores “sous vide” sobre la papaya altura en rodajas.

Orden de mérito	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Escala de color Hue	P≤0.05
1	60	80	61.85	a
2	30	60	55.64	a b
3	60	60	54.61	b
4	60	70	54.48	b
5	30	80	53.68	b
6	30	70	46.68	c

Anexos B

Tabla 1. Resultados de la evaluación del contenido bioquímico vitamina C en muestras de papaya de altura “sous vide” durante su almacenamiento a 8°C, Segunda etapa.

PAPAYA DE ALTURA EN SOUS VIDE almacenados a 8°C												Vitamina C mg/100g		
Tiempo	Temperatura	Evaluaciones / indicadores												
		Día 0			Día 5			Día 10			Día 15			
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
30 min	60°C	126.174	125.04	123.089	101.6669	103.67	102.6669	53.2321	53.4321	53.3321	35.993	35.973	35.983	
	70°C	185.505	178.11	172.744	102.0324	102.05	102.0427	51.242	51.642	51.442	34.5957	34.9959	34.7958	
	80°C	106.74	103.87	102.761	100.9685	104.7	102.8355	49.5387	51.5387	50.5387	34.1964	34.3968	34.2966	
60 min	60°C	167.883	162.06	164.046	136.113	140.11	138.113	19.1301	19.5301	19.3301	19.2807	19.0807	19.1807	
	70°C	80.7826	79.906	79.3612	137.9481	137.93	137.9381	18.6885	18.8881	18.7883	18.326	18.526	18.426	
	80°C	120.418	126.66	128.36	133.2785	139.28	136.2785	17.7501	17.9507	17.8504	16.8505	16.8513	16.8509	

Tablas 1A. Análisis de varianza para vitamina C (ANVA) en muestras de papaya de altura “sous vide” en almacenamiento, día 5.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
TIEMPO (A)	1	5489.773472	5489.773472	1884.53	4.75	9.33	**
TEMPERATURA (B)	2	2.076011	1.038006	0.36	3.89	6.93	n.s.
A x B	2	5.116744	2.558372	0.88	3.89	6.93	n.s.
Error	12	34.956867	2.913072				
Total, correcto	17	5531.923094					
CV= 1.42%		$\bar{X} = 119.98$					

Prueba Tukey para el factor A:

Orden de mérito	Tiempo (min)	Contenido de vitamina C (mg/100 g)	P≤0.05
1	60	137.44	a
2	30	102.52	b

Tablas 1B. Análisis de varianza para vitamina C (ANVA) en muestras de papaya altura “sous vide” en almacenamiento, día 10.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
TIEMPO (A)	1	4934.217800	4934.217800	26671.4	4.75	9.33	**
TEMPERATURA (B)	2	13.761700	6.880850	37.19	3.89	6.93	**
A x B	2	1.770100	0.885050	4.78	3.89	6.93	*
Error	12	2.220000	0.185000				
Total, correcto	17	4951.969600					
CV= 1.22%		$\bar{X} = 36.21$					

Prueba de Tukey para la interacción del factor tiempo (A) con el factor temperatura (B) sobre el efecto de sous vide sobre el contenido de contenido de vitamina C de la papaya de altura en rodajas en el día 10.

Orden de mérito	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Contenido de contenido de vitamina C (mg/100 g)	P≤0.05	
1	30	60	53.33	a	
2	30	70	51.44	b	
3	30	80	50.54	b	
4	60	60	19.33	c	
5	60	70	18.79	c	d
6	60	80	17.85	d	



Tablas 2. Resultados de la evaluación del contenido bioquímico “compuestos fenólicos” en muestras de papaya de altura “sous vide” durante su almacenamiento a 8°C, Segunda etapa.

PAPAYA DE ALTURA EN SOUS VIDE almacenados a 8°C		Compuestos fenólicos totales (EQ-Ac. Gálico mg/100g)											
Tiempo	Temperatura	Evaluaciones / indicadores											
		Día 0			Día 5			Día 10			Día 15		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
30 min	60°C	65.42	65.17	63.94	79.27	81.27	80.27	68.29	68.49	68.39	69.23	69.03	69.13
	70°C	114.68	115.92	119.13	77.25	77.85	77.55	66.95	68.35	67.65	68.38	70.38	69.38
	80°C	44.13	43.39	44.63	81.02	79.02	80.02	68.23	70.03	69.13	67.94	69.34	68.64
60 min	60°C	65.17	65.42	69.38	67.99	69.79	68.89	70.12	70.12	70.12	58.98	59	58.99
	70°C	70.37	69.38	70.62	65.41	67.41	66.41	76.41	76.21	76.31	56.95	58.55	57.75
	80°C	80.02	79.28	81.76	66.46	66.86	66.66	67.87	69.41	68.64	57.68	57.82	57.75

Tablas 2A. Análisis de varianza para compuesto fenólicos (ANVA) en muestras de papaya de altura “sous vide” en almacenamiento, día 5.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
TIEMPO (A)	1	643.6872000	643.6872000	980.23	4.75	9.33	**
TEMPERATURA (B)	2	20.2944000	10.1472000	15.45	3.89	6.93	**
A x B	2	4.4532000	2.2266000	3.39	3.89	6.93	n.s.
Error	12	7.8800000	0.6566667				
Total, correcto	17	676.3148000					

CV= 1.11% $\bar{X} = 73.30$

Prueba de Tukey para factor tiempo (A) sobre el efecto de sous vide sobre el contenido de compuestos fenólicos de la papaya de altura en rodajas en el día 5.

Orden de mérito	Tiempo (min)	Contenido de compuestos fenólicos (mg/100 g)	P≤0.05
1	30	79.28	a
2	60	67.32	b

Prueba de Tukey para factor temperatura (B) sobre el efecto de sous vide sobre el contenido de compuestos fenólicos de la papaya altura en rodajas en el día 5.

Orden de mérito	Temperatura (°C)	Contenido de compuestos fenólicos (mg/100 g)	P≤0.05
1	60	74.58	a
2	80	73.34	a
3	70	71.98	b

Tablas 2B. Análisis de varianza para compuesto fenólicos (ANVA) en muestras de papaya altura “sous vide” en almacenamiento, día 10.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
TIEMPO (A)	1	49.00500000	49.00500000	153.71	4.75	9.33	**
TEMPERATURA (B)	2	34.28310000	17.14155000	53.77	3.89	6.93	**
A x B	2	68.33790000	34.16895000	107.17	3.89	6.93	**
Error	12	3.8258000	0.3188167				
Total, correcto	17	155.4518000					

CV= 0.81% $\bar{X} = 70.04$

Prueba de Tukey para la interacción del factor tiempo (A) con el factor temperatura (B) sobre el efecto de sous vide sobre el contenido de compuestos fenólicos de la papaya altura en rodajas en el día 10.

Orden de mérito	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Contenido de compuestos fenólicos (mg/100 g)	P≤0.05
1	60	70	76.31	a
2	60	60	70.12	b
3	30	80	69.13	b
4	60	80	68.64	b c
5	30	60	68.39	c
6	30	70	67.65	c

Tablas 2C. Análisis de varianza para compuesto fenólicos (ANVA) en muestras de papaya altura “sous vide” en almacenamiento, día 15.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
TIEMPO (A)	1	533.3378000	533.3378000	1491.85	4.75	9.33	**
TEMPERATURA (B)	2	2.2603000	1.1301500	3.16	3.89	6.93	n.s.
A x B	2	1.6651000	0.8325500	2.33	3.89	6.93	n.s.
Error	12	4.2900000	0.3575000				
Total, correcto	17	541.5532000					

CV= 0.94% $\bar{X} = 63.61$

Prueba de Tukey para factor tiempo (A) sobre el efecto de sous vide sobre el contenido de compuestos fenólicos de la papaya altura en rodajas en el día 15.

Orden de mérito	Tiempo (min)	Contenido de compuestos fenólicos (mg/100 g)	P≤0.05
1	30	69.05	a
2	60	58.16	b



Tabla 3. Resultados de la evaluación del comportamiento de la textura en muestras de papaya altura “sous vide” durante su almacenamiento a 8°C, Segunda etapa.

PAPAYA DE ALTURA EN SOUS VIDE almacenados a 8°C											Textura (MJ)		
Tiempo	Temperatura	Evaluaciones / indicadores											
		DIA 0			DIA 5			DIA 10			DIA 15		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
30 min	60°C	4.89	5.31	5.38	3.99	4.47	5.08	3.97	5.32	4.59	3.98	4.89	4.84
	70°C	4.84	4.91	4.43	5.13	4.34	3.65	3.73	5.24	5.2	4.43	4.79	4.43
	80°C	3.97	4.34	4.34	4.77	4.44	5.35	4.79	5.74	4.48	4.78	5.09	4.91
60 min	60°C	4.39	4.02	4.8	5.54	3.95	4.57	4.35	3.96	5.05	4.95	3.95	4.81
	70°C	3.99	4.52	4.1	4.81	4.82	5.2	5.3	4.83	5.93	5.05	4.83	5.56
	80°C	3.62	3.87	4.04	4.53	4.08	5.26	4.87	3.62	5.06	4.7	3.85	5.16

Tabla 3A. Análisis de varianza para la textura (ANVA) en muestras de papaya de altura
“sous vide” en almacenamiento, día 5.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
TIEMPO (A)	1	0.13175556	0.13175556	0.38	4.75	9.33	n.s.
TEMPERATURA (B)	2	0.05787778	0.02893889	0.08	3.89	6.93	n.s.
A x B	2	0.48001111	0.24000556	0.68	3.89	6.93	n.s.
Error	12	4.21080000	0.35090000				
Total, correcto	17	4.88044444					

CV= 12.70% $\bar{X} = 4.67$

Tabla 3B. Análisis de varianza para la textura (ANVA) en muestras de papaya de altura
“sous vide” en almacenamiento, día 10.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
TIEMPO (A)	1	0.00045000	0.00045000	0.00	4.75	9.33	n.s.
TEMPERATURA (B)	2	0.74841111	0.37420556	0.79	3.89	6.93	n.s.
A x B	2	0.99523333	0.49761667	1.05	3.89	6.93	n.s.
Error	12	5.69960000	0.47496667				
Total, correcto	17	7.44369444					

CV= 14.42% $\bar{X} = 4.78$

Tabla 3C. Análisis de varianza para la textura (ANVA) en muestras de papaya de altura
“sous vide” en almacenamiento, día 15.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
TIEMPO (A)	1	0.02880000	0.02880000	0.14	4.75	9.33	n.s.
TEMPERATURA (B)	2	0.23854444	0.11927222	0.59	3.89	6.93	n.s.
A x B	2	0.69603333	0.34801667	1.73	3.89	6.93	n.s.
Error	12	2.40853333	0.20071111				
Total, correcto	17	3.37191111					

CV= 9.49% $\bar{X} = 4.72$

Tabla 4. Resultados de la evaluación del comportamiento de las escalas de color en muestras de papaya de altura “sous vide” durante su almacenamiento a 8°C, Segunda etapa.

PAPAYA DE ALTURA EN SOUS VIDE almacenadas a 8°C																											Escalas de color									
Evaluaciones / indicadores																																				
T	T	DIA 0															DIA 5																			
		R1					R2					R3					R1					R2					R3									
		L	a*	b*	C*	Hue*	L	a*	b*	C*	Hue*	L	a*	b*	C*	Hue*	L	a*	b*	C*	Hue*	L	a*	b*	C*	Hue*	L	a*	b*	C*	Hue*					
30 min	60°C	12	9.9	16	20	59	11	11	15	19	55	11	10	14	18	53	13	7.8	19	20	67	16	6.8	20	21	71	17	7.8	19	20	67					
	70°C	10	12	13	18	49	9.3	11	12	16	46	9.4	12	12	17	45	16	9.5	20	23	65	14	5.5	16	17	71	15	5.7	21	21	75					
	80°C	9.7	9.9	13	16	53	10	9.7	14	17	55	11	11	15	18	53	15	4.1	20	20	78	17	7.8	19	20	67	15	7.1	21	22	71					
60 min	60°C	10	9.1	14	17	55	10	10	14	18	54	11	9.9	14	17	54	15	7.1	21	22	71	11	10	16	19	58	11	6.3	15	16	66					
	70°C	10	9.1	14	17	57	10	10	14	18	54	11	11	14	18	53	15	8.5	21	23	68	12	5.9	14	15	67	16	6.8	20	21	71					
	80°C	13	10	17	20	58	14	9.8	19	21	62	14	7.1	18	19	66	17	5	16	17	73	15	6.7	15	17	66	15	4.1	20	21	70					
DIA 10																											DIA 15									
		R1					R2					R3					R1					R2					R3									
L	a*	b*	C*	Hue*	L	a*	b*	C*	Hue*	L	a*	b*	C*	Hue*	L	a*	b*	C*	Hue*	L	a*	b*	C*	Hue*	L	a*	b*	C*	Hue*							
12	7.7	14	21	75	16	7	24	25	74	15	7.1	21	22	71	12	7.8	17	21	71	16	6.9	22	23	72	16	7.5	20	21	69							
17	8.3	24	26	71	15	7.1	21	22	71	16	6.8	20	21	71	16	8.9	22	24	68	15	6.3	19	20	71	15	6.3	20	21	73							
12	9.3	15	18	58	18	5.4	25	26	78	18	7.8	26	27	73	13	6.7	17	19	68	18	6.6	22	23	72	17	7.5	23	25	72							
14	9	23	24	68	15	8.4	17	19	64	15	9.9	22	24	66	15	8.1	22	23	70	13	9.2	16	19	61	13	8.1	18	20	66							
13	7.8	19	20	67	13	9.4	19	22	64	15	9.9	22	24	66	14	8.2	20	22	68	12	7.7	17	18	65	16	8.4	21	22	68							
13	9.4	19	22	64	14	7.4	18	19	67	11	10	16	19	58	15	7.2	18	19	68	14	7.1	17	18	67	13	7.1	18	20	64							



Tabla 4A. Análisis de varianza para la escala C* (ANVA) en muestras de papaya de altura “sous vide” en almacenamiento, día 5.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
TIEMPO (A)	1	12.33388889	12.33388889	1.79	4.75	9.33	n.s.
TEMPERATURA (B)	2	0.68111111	0.34055556	0.05	3.89	6.93	n.s.
A x B	2	3.46777778	1.73388889	0.25	3.89	6.93	n.s.
Error	12	82.48666667	6.87388889				
Total, correcto	17	98.96944444					

CV= 13.30% $\bar{X} = 19.71$

Tabla 4B. Análisis de varianza para la escala C* (ANVA) en muestras de papaya de altura “sous vide” en almacenamiento, día 10.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
TIEMPO (A)	1	11.36055556	11.36055556	1.36	4.75	9.33	n.s.
TEMPERATURA (B)	2	4.20777778	2.10388889	0.25	3.89	6.93	n.s.
A x B	2	8.17444444	4.08722222	0.49	3.89	6.93	n.s.
Error	12	100.4066667	8.3672222				
Total, correcto	17	124.1494444					

CV= 13.03% $\bar{X} = 22.21$

Tabla 4C. Análisis de varianza para la escala C* (ANVA) en muestras de papaya de altura “sous vide” en almacenamiento, día 15.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
TIEMPO (A)	1	11.84222222	11.84222222	2.75	4.75	9.33	n.s.
TEMPERATURA (B)	2	1.74111111	0.87055556	0.20	3.89	6.93	n.s.
A x B	2	5.15111111	2.57555556	0.60	3.89	6.93	n.s.
Error	12	51.70000000	4.30833333				
Total, correcto	17	70.43444444					

CV= 9.91% $\bar{X} = 20.96$

Tabla 5A. Análisis de varianza para la escala Hue* (ANVA) en muestras de papaya de altura “sous vide” en almacenamiento, día 5.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
TIEMPO (A)	1	27.87555556	27.87555556	1.37	4.75	9.33	n.s.
TEMPERATURA (B)	2	56.28777778	28.14388889	1.38	3.89	6.93	n.s.
A x B	2	1.97444444	0.98722222	0.05	3.89	6.93	n.s.
Error	12	244.3400000	20.3616667				
Total, correcto	17	330.4777778					

CV= 6.54% $\bar{X} = 69.01$



Tablas 5B. Análisis de varianza para la escala Hue* (ANVA) en muestras de papaya altura “sous vide” en almacenamiento, día 10.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
TIEMPO (A)	1	181.7688889	181.7688889	7.57	4.75	9.33	*
TEMPERATURA (B)	2	32.2977778	16.1488889	0.67	3.89	6.93	n.s.
A x B	2	2.8311111	1.4155556	0.06	3.89	6.93	n.s.
Error	12	287.9533333	23.9961111				
Total, correcto	17	504.8511111					
CV= 7.21%		$\bar{X} = 67.98$					

Prueba de Tukey para factor tiempo (A) sobre el efecto de sous vide sobre la escala de color Hue de la papaya de altura en rodajas en el día 10.

Orden de mérito	Tiempo (min)	Escala de color Hue	P≤0.05
1	30	71.15	a
2	60	64.80	b

Tablas 5C. Análisis de varianza para la escala Hue* (ANVA) en muestras de papaya de altura “sous vide” en almacenamiento, día 15.

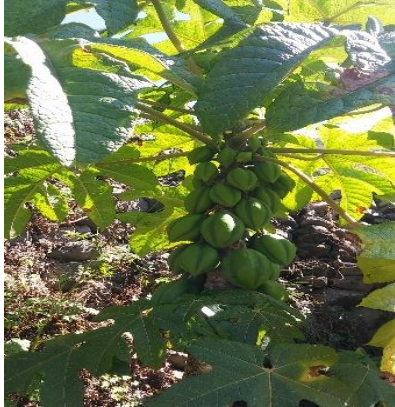
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
TIEMPO (A)	1	88.0022222	88.0022222	12.58	4.75	9.33	**.
TEMPERATURA (B)	2	1.9119444	0.9559722	0.14	3.89	6.93	n.s.
A x B	2	2.3419444	1.1709722	0.17	3.89	6.93	n.s.
Error	12	83.9383333	6.9948611				
Total, correcto	17	176.1944444					
CV= 3.86%		$\bar{X} = 68.49$					

Prueba de Tukey para factor tiempo (A) sobre el efecto de sous vide sobre la escala de color Hue* de la papaya de altura en rodajas en el día 15.

Orden de mérito	Tiempo (min)	Escala de color Hue	P≤0.05
1	30	70.71	a
2	60	66.28	b

Anexos C

Panel fotográfico.



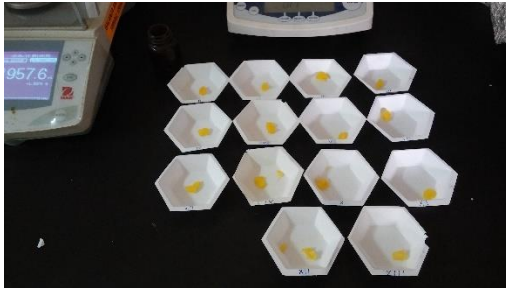
Fotografía 1 y 2. Visita de campo y muestreo ASPPAO.



Fotografías 3 y 4. Parámetros de selección de muestras.



Fotografía 6. Muestras cocinadas en sous vide.



Fotografía 7 y 8. Muestras listas para el análisis de CF y vitamina C.

Fotografía 9 y 10. Muestras listas para el análisis de CF y vitamina C.




Fotografía 11. Desarrollando productos con valor agregado para rodajas de papaya andina.



Fotografía 12. Productos desarrollados durante la estadía con los productores de la ASPPAO.

Anexos D

Figura 1A. Certificados de resultados de laboratorio para contenido de Vitamina C.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRIA – Pabellón de Control de Calidad
AV. De la Cultura 733 CUSCO-FERÚ Contacto 973868855

RESULTADOS

Cusco 18 de Octubre del 2018

Solicitantes : William Soncco Cutipa
Tipo de Análisis : Determinación de Vitamina C
Metodo : Cromatografía HPLC
Tipo de Muestras : Papaina
Cantidad de Muestra : 13 con 100g cada uno
Almacenamiento : 4 °C.
Condiciones de Análisis por HPLC
Cromatógrafo: Agilent serie 1200
Software: Chemstation V03.02
Columna: Zorbax Eclipse XDB-C18 4.6 x 250mm, 5um
Pre Columna: Zorbax Eclipse XDB-C18 4.6d x 12.5 mm x 5um
Flujo de Columna: 1.0 ml/min.
Solvente A: Acetato de Amonio 100mM
Solvente B: Acetonitrilo
Sistema de Análisis: Isocratico: 90% A y 10% B
Detección DAD: 270 nm
Temperatura del Horno: 25.0°C
Tiempo de Análisis: 8 min.
Volumen de Inyección: 1.0 µl

Muestras	Repeticiones			Promedio
	1	2	3	Vitamina C mg/100g
0	120.2625	120.6073	119.4189	120.1
1	126.1742	125.0421	123.0893	124.8
2	185.5047	178.1120	172.7443	178.8
3	106.7402	103.8746	102.7610	104.5
4	167.8831	162.0618	164.0460	164.7
5	80.7826	79.9064	79.3612	80.0
6	120.4176	126.6610	128.3604	125.1
7	102.6669	102.0427	102.8355	102.5
8	138.1130	137.9381	136.2785	137.4
9	53.3321	51.4420	50.5387	51.8
10	19.3301	18.7883	17.8504	18.7
11	35.9830	34.7958	34.2966	35.0
12	19.1807	18.4260	16.8509	18.2

Nota: Los resultados obtenidos en la determinación de Vitamina C por HPLC es por triplicado, expresa los miligramos de vitamina C encontrados en 100 gr de muestra frente a una curva patrón de Acido Ascorbico. La metodología desarrollada es con algunas modificaciones según la literatura.

1. French, A. G., Torres, M. E. H., Vega, A. B., Vidal, J. L. M., & Bolaños, P. P. (2005). Determination of Ascorbic Acid and Carotenoids in Food Commodities by Liquid Chromatography with Mass Spectrometry Detection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(19), 7371–7376. <https://doi.org/10.1021/jf050973o>.
2. Valle Colchao M.E 2011 Evaluación de vitamina C por HPLC en el desarrollo postcosecha del tomate (*Solanum lycopersicum* v. *Dominor*) REVISTA ECIPERU ISSN: 1813 - 0194 Volumen 8, número 1, Pag. 48, Enero 2011.
3. Younes K. M., Basha M. A., Salem M. Y. Spectrophotometric and chromatographic methods for the simultaneous determination of rutin and ascorbic acid in their pharmaceutical formulation *Der Pharma Chemica*, 2014, 6 (2):111-121 Available online at www.derpharmachemica.com
4. Separation of Ascorbic Acid and Dehydroascorbic Acid on NUCLEODUR® HILIC Application 122940 HPLC department MACHEREY-NAGEL, Germany 2018. www.mn-net.com

Quim. Jorge Choquenaira Parí
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría - UNSAAC.
CCP - 914



RESULTADOS

Cusco 18 de Octubre del 2018

Solicitantes : William Soncco Cutipa
Tipo de Análisis : Determinación de Vitamina C
Metodo : Cromatografía HPLC
Tipo de Muestras : Papaina
Cantidad de Muestra : 13 con 100g cada uno
Almacenamiento : 4 °C.

Condiciones de Análisis por HPLC

Cromatógrafo: Agilent serie 1200
Software: Chemstation V03.02
Columna: Zorbax Eclipse XDB-C18 4.6 x 250mm, 5um
Pre Columna: Zorbax Eclipse XDB-C18 4.6d x 12.5 mm x 5um
Flujo de Columna: 1.0 ml/min.
Solvente A: Acetato de Amonio 100mM
Solvente B: Acetonitrilo
Sistema de Análisis: Isocrático: 90% A y 10% B
Detección DAD: 270 nm
Temperatura del Horno: 25.0°C
Tiempo de Análisis: 8 min.
Volumen de Inyección: 1.0 µl

Repeticiones Vitamina C mg/100g

Muestras	1	2	3
0	120.2625	120.6073	119.4189
1	126.1742	125.0421	123.0893
2	185.5047	178.112	172.7443
3	106.7402	103.8746	102.761
4	167.8831	162.0618	164.046
5	80.7826	79.9064	79.3612
6	120.4176	126.661	128.3604

Repeticiones Vitamina C mg/100g

Muestras	1	2	3
7	102.6669	102.0427	102.8355
8	138.113	137.9381	136.2785
9	53.3321	51.442	50.5387
10	19.3301	18.7883	17.8504
11	35.983	34.7958	34.2966
12	19.1807	18.426	16.8509

Nota: Los resultados obtenidos en la determinación de Vitamina C por HPLC es por triplicado, expresa los miligramos de vitamina C encontrados en 100 gr de muestra frente a una curva patrón de Acido Ascorbico. La metodología desarrollada es con algunas modificaciones según la literatura.

1. French, A. G., Torres, M. E. H., Vega, A. B., Vidal, J. L. M., & Bolaños, P. P. (2005). Determination of Ascorbic Acid and Carotenoids in Food Commodities by Liquid Chromatography with Mass Spectrometry Detection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(19), 7371-7376. <https://doi.org/10.1021/jf050973o>.
2. Valle Colchao M.E 2011 Evaluación de vitamina C por HPLC en el desarrollo postcosecha del tomate (*Solanum lycopersicum* v. Dominator) REVISTA ECIPERU ISSN: 1813 - 0194 Volumen 8, número 1, Pag. 48, Enero 2011.
3. Younes K. M., Basha M. A., Salem M. Y. Spectrophotometric and chromatographic methods for the simultaneous determination of rutin and ascorbic acid in their pharmaceutical formulation *Der Pharma Chemica*, 2014, 6 (2):111-121 Available online at www.derpharmachemica.com
4. Separation of Ascorbic Acid and Dehydroascorbic Acid on NUCLEODUR® HILIC Application 122940 HPLC department MACHEREY-NAGEL, Germany 2018, www.mn-net.com

Quim. Jorge Choquenaira Pari
Analista de Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría - UNSAAC.
CCP- 914



Figura 1B. Certificados de resultados de laboratorio para contenido de Compuestos fenólicos.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRIA - Pabellón de Control de Calidad AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto 973868855						
RESULTADOS						
						Cusco 18 de Octubre del 2018
Solicitantes	: William Soncco Cutipa					
Tipo de Análisis	: Determinación de compuestos Fenolicos Totales					
Metodo	: Folin Ciocalteu.					
Tipo de Muestras	: Papaina					
Cantidad de Muestra	: 13 con 100g cada uno					
Almacenamiento	: 4 °C.					
Condiciones de Análisis por Espectrofotometro						
Equipo	: Espectrofotometro Genesis 20 Thermo Electron					
Longitud de Onda	: 765 nm					
Celda de Lectura	: Cubetas de Vidrio de 1cm					
Ecuacion de la curva patrón	: $y = 0.0404x + 0.0017$, $R^2 = 0.9999$					
	Repeticiones					Promedio
	1	2	3	4	5	EQ-Ac. Galico mg/100g
0	67.65	69.88	68.14	69.38	69.13	68.84
1	65.42	65.17	63.94	64.18	62.95	64.33
2	114.68	115.92	119.13	118.39	89.68	111.56
3	44.13	43.39	44.63	44.13	44.88	44.23
4	65.17	65.42	69.38	70.87	68.64	67.90
5	70.37	69.38	70.62	71.36	73.09	70.97
6	80.02	79.28	81.76	75.82	78.79	79.13
7	80.27	77.55	80.02	81.26	78.79	79.58
8	68.89	66.41	66.66	67.15	67.90	67.40
9	68.39	67.65	69.13	68.89	69.13	68.64
10	70.12	76.31	68.64	73.84	75.07	72.80
11	69.13	69.38	68.64	69.63	61.46	67.65
12	58.99	57.75	57.75	58.99	59.23	58.54
13	66.41	65.92	66.91	65.17	66.41	66.16

Nota: Los resultados obtenidos fue realizado por quintuplicado, la cuantificación se basó utilizando un estándar Acido Galico, expresa los miligramos equivalentes de Acido galico que están presente en 100 g de muestra. La metodología utilizada es de acuerdo a: (con algunas modificaciones.)

1. Vernon L.Singleton, Rudolf Orthofer, Rosa M. Lamuela-Raventós 1999 Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent Methods in Enzymology Volume 299, 1999, Pages 152-178
2. Pugliese A.G, Francisco A. Tomas-Barberan, Pilar Truchado, Maria I. Genovese, Flavonoids, Proanthocyanidins, Vitamin C, and Antioxidant Activity of Theobroma grandiflorum (Cupuassu) Pulp and Seeds J Agric Food Chem. 2013 Mar 20;61(11):2720-8. doi: 10.1021/jf304349u. Epub 2013 Mar 6.

Quim. Jorge Choquenaira Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría - UNSAAC.
CQP - 914



RESULTADOS

Cusco 18 de Octubre del 2018

Solicitantes : William Soncco Cutipa
Tipo de Análisis : Determinación de compuestos Fenolicos Totales
Metodo : Folin Ciocalteu.
Tipo de Muestras : Papaina
Cantidad de Muestra : 13 con 100g cada uno
Almacenamiento : 4 °C.

Condiciones de Análisis por Espectrofotometro
Equipo : Espectrofotometro Genesis 20 Thermo Electron
Longitud de Onda : 765 nm
Celda de Lectura : Cubetas de Vidrio de 1cm
Ecuacion de la curva patrón : $y = 0.0404x + 0.0017$, $R^2 = 0.9999$

Repeticiones EQ-Ac. Galico mg/100g

Muestras	1	2	3
0	69.88	69.38	69.13
1	65.42	65.17	64.18
2	115.92	119.13	118.39
3	44.13	44.13	44.63
4	65.17	65.42	68.64
5	70.37	69.38	70.62
6	80.02	79.28	81.76

Repeticiones EQ-Ac. Galico mg/100g

Muestras	1	2	3
7	80.27	80.02	81.26
8	66.41	66.66	67.15
9	69.13	68.89	69.13
10	76.31	73.84	75.07
11	69.13	69.38	69.63
12	58.99	58.99	59.23
13	66.41	65.92	66.41

Nota: Los resultados obtenidos fue realizado por quintuplicado, la cuantificación se basó utilizando un estándar Acido Galico, expresa los miligramos equivalentes de Acido galico que están presente en 100 g de muestra. La metodología utilizada es de acuerdo a: (con algunas modificaciones)

1. Vernon L.Singleton, Rudolf Orthofer, Rosa M. Lamuela-Raventós 1999 Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent Methods in Enzymology Volume 299, 1999, Pages 152-178
2. Pugliese A.G, Francisco A. Tomas-Barberan, Pilar Truchado, Maria I. Genovese, Flavonoids, Proanthocyanidins, Vitamin C, and Antioxidant Activity of Theobroma grandiflorum (Cupuassu) Pulp and Seeds J Agric Food Chem. 2013 Mar 20;61(11):2720-8. doi: 10.1021/jf304349u. Epub 2013 Mar 6.

Quím. Jorge Choquenaira Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría - UNSAAC.
CCP - 914



Figura 1C. Certificado del origen de las muestras.

15 de Setiembre 2018.

CONSTANCIA

Quien suscribe Presidente de la Asociación de Productores de Papaya Andina Orgánica de la Provincia de Sandía. Mario Adriaola Ccora, indentificado con DNI. 02546562

Bajo este documento hacemos constar que las muestras de papaya andina destinados a la investigación realizada por el señor: Soncco Cutipa, WILLIAM quien es un colaborador cercano a la organización nuestra, ASPPAO (Asociación de Productores de Papaya Andina Orgánica de la Provincia de Sandía), son muestras de fruto originarias de las 8 comunidades productoras de la provincia de Sandía los cuales son acopiadas cada fin de semana durante todo el año.



Mario Adriaola Ccora
Mario Adriaola Ccora
DNI. N° 02546562
PRESIDENTE

Sandia/Puno/Perú