

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**“EFECTO DEL TERMOSONICADO EN LA VIDA ÚTIL DE LA  
PULPA DE GRANADILLA (*Passiflora ligularis*) Y TUMBO  
SERRANO (*Passiflora mollissima*)”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE**

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**TESISTAS**

**LÁZARO NOLASCO, DIGNA ROCÍO**

**VILLANUEVA VALENTIN, LUZ MERCEDES**

**ASESOR**

**MG. ROGER ESTACIO LAGUNA**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

El trabajo de investigación va dedicada a nuestros padres, por ser quienes fijaron nuestro sendero, con su esfuerzo, su sacrificio y su incondicional apoyo, a ustedes va nuestro mejor esfuerzo para ser un motivo de orgullo.

A nuestros hermanos por ser quienes intervinieron para motivarnos a seguir con nuestra investigación.

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestra alma mater la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, por acogernos durante los años que estuvimos como estudiantes.

A nuestro asesor el Dr. Roger Estacio Laguna por sus constantes indicaciones en la ejecución de nuestra investigación.

A los docentes de la E. P. de Ingeniería Agroindustrial que nos brindaron las herramientas para nuestra vida profesional,

Al Cite Agroindustrial Huallaga, por permitirnos utilizar sus instalaciones para el desarrollo de nuestra investigación.

A la empresa KARBEL por permitirnos utilizar la tecnología de ultrasonido implementada en su planta de procesamiento.

A quienes son ahora nuestros amigos, por el empuje en cada acción de nuestra vida universitaria, por permitirnos conocerlas y tener vivencias universitarias únicas y que aun a pesar de los años seguimos manteniendo nuestra amistad.

## RESUMEN

La industria alimentaria por lo general utiliza tratamiento térmico, sin embargo la característica negativa es la pérdida del valor nutricional; ante ello, el desarrollo de tecnologías emergentes surge como alternativa, debido a que conserva los principios activos y apariencia natural. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto del termosonicado en la vida útil de la pulpa de granadilla y tumbo serrano, las cuales fueron envasadas en botellas de 150 ml, y sometidas a la aplicación de ultrasonido 750-1500W a 10, 20 y 30 minutos de exposición; la cantidad del ácido ascórbico se determinó mediante la metodología de Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia (HPLC). Los evidencian una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ), respecto al contenido de la vitamina C, teniendo como mejores tratamientos a la pulpa de tumbo serrano, dicho incremento estaría relacionado con la electroporación, que probablemente provocaron el rompimiento de las moléculas de pulpa de tumbo serrano, liberando ácido ascórbico. Las características fisicoquímicas, respecto, a los °Brix, pH y acidez hubo diferencia significativa ( $p < 0,05$ ). En conclusión, todos los tratamientos mostraron en un porcentaje la conservación de las características predominantes de su composición y muestras con los límites permitidos de carga microbiana.

**Palabras clave:** Calidad, pasteurizado, producto libre de contaminantes.

## SUMARY

The food industry generally uses heat treatment, however the negative characteristic is the loss of nutritional value; Faced with this, the development of emerging technologies arises as an alternative, because it preserves the active principles and natural appearance. The objective of the research was to evaluate the effect of thermosonication on the shelf life of granadilla and tumbo serrano pulp, which were packaged in 150 ml bottles, and subjected to the application of 750-1500W ultrasound at 10, 20 and 30 minutes of exposure; The amount of ascorbic acid was determined using the High Efficiency Liquid Chromatography (HPLC) methodology. They show a significant difference ( $p < 0.05$ ), with respect to the content of vitamin C, having as best treatments the pulp of tumbo serrano, said increase would be related to electroporation, which probably caused the breakdown of the pulp molecules of tumbo serrano, releasing ascorbic acid. The physicochemical characteristics, regarding the ° Brix, pH and acidity, there was a significant difference ( $p < 0.05$ ). In conclusion, all the treatments showed in a percentage the conservation of the predominant characteristics of their composition and samples with the allowed limits of microbial load.

**Keywords:** Quality, pasteurized, contaminant-free product.

## INDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>iv</b>
<b>SUMARY .....</b>	<b>v</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
2.1.    Fundamentación teórica .....	11
2.1.1.    Generalidades de la granadilla .....	11
2.1.2.    Generalidades del tumbo serrano .....	16
2.1.3.    Pulpa.....	21
2.1.4.    Vida útil .....	23
2.1.5.    La termosonicación .....	23
<b>2.2. Antecedentes.....</b>	<b>36</b>
<b>2.3. Hipótesis .....</b>	<b>40</b>
2.3.1.    Hipótesis general.....	40
2.3.2.    Hipótesis específicas.....	40
<b>2.4. Variables y operacionalización de variables.....</b>	<b>40</b>
2.4.1.    Variable independiente.....	40
2.4.2.    Variable dependiente.....	40
2.4.3.    Variables intervinientes .....	40
2.4.4.    Operacionalización de variables .....	41
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>42</b>
<b>3.1. Lugar de ejecución .....</b>	<b>42</b>
<b>3.2. Tipo y nivel de investigación .....</b>	<b>42</b>
<b>3.3. Población, muestras y unidad de análisis .....</b>	<b>42</b>
3.3.1.    Población.....	42
3.3.2.    Muestra.....	42
3.3.3.    Unidad de análisis .....	42
<b>3.4. Tratamiento de estudio.....</b>	<b>43</b>
3.4.1.    Factores de estudio .....	43
<b>3.5. Pueba de hipótesis .....</b>	<b>44</b>
3.5.1.    Hipótesis nula .....	44
3.5.2.    Hipótesis alternativa .....	44
3.5.3.    Diseño de investigación.....	44

3.5.4. Datos a registrar .....	45
3.5.5. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información ...	45
<b>3.6. Materiales y equipos.....</b>	<b>46</b>
3.6.1. Materia prima.....	46
3.6.2. Materiales .....	46
3.6.3. Equipos.....	46
3.6.4. Reactivos.....	46
<b>3.7. Conducción de la investigación .....</b>	<b>47</b>
3.7.1. Obtención de la pulpa de granadilla ( <i>Passiflora ligularis</i> ) y tumbo serrano ( <i>Passiflora mollissima</i> ) .....	47
3.7.2. Termosonicado de la pulpa de granadilla ( <i>Passiflora ligularis</i> ) y tumbo serrano ( <i>Passiflora mollissima</i> ) .....	50
3.7.3. Evaluación del contenido de vitamina C de la pulpa de granadilla ( <i>Passiflora ligularis</i> ) y tumbo serrano ( <i>Passiflora mollissima</i> ).....	50
3.7.4. Evaluación fisicoquímica de la pulpa de granadilla ( <i>Passiflora ligularis</i> ) y tumbo serrano ( <i>Passiflora mollissima</i> ).....	51
3.7.5. Evaluación microbiológica de la pulpa de granadilla ( <i>Passiflora ligularis</i> ) y tumbo serrano ( <i>Passiflora mollissima</i> ).....	52
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>53</b>
<b>4.1. Obtención de la pulpa de granadilla (<i>Passiflora ligularis</i>) y tumbo serrano (<i>Passiflora mollissima</i>).....</b>	<b>53</b>
<b>4.2. Evaluación del contenido de vitamina C de la pulpa de granadilla (<i>Passiflora ligularis</i>) .....</b>	<b>53</b>
<b>4.3. Evaluación fisicoquímica de la pulpa de granadilla.....</b>	<b>56</b>
4.3.1. Contenido de sólidos solubles (°Brix).....	56
4.3.2. Contenido de pH .....	58
4.3.3. Contenido de acidez .....	60
4.3.4. Contenido de cenizas .....	62
4.3.5. Porcentaje de humedad.....	64
<b>4.4. Evaluación microbiológica de la pulpa de granadilla .....</b>	<b>66</b>
4.4.1. Aerobios mesófilos.....	66
4.4.2. Mohos y levaduras.....	68
<b>4.5. Obtención de la pulpa tumbo serrano (<i>Passiflora mollissima</i>).....</b>	<b>71</b>
<b>4.6. Evaluación del contenido de vitamina C de la pulpa de tumbo serrano (<i>Passiflora mollissima</i>) .....</b>	<b>71</b>
<b>4.7. Evaluación fisicoquímico de la pulpa de tumbo serrano .....</b>	<b>73</b>
4.7.1. Contenido de sólidos solubles (°Brix).....	73

4.7.2.	Contenido de pH .....	75
4.7.3.	Contenido de acidez .....	77
4.7.4.	Contenido de cenizas .....	79
4.7.5.	Porcentaje de humedad.....	81
4.8.	Evaluación microbiológica de la pulpa de tumbo serrano .....	83
4.8.1.	Aerobios mesófilos .....	83
4.8.2.	Mohos y levaduras.....	85
V.	DISCUSIÓN .....	88
5.1.	Obtención de la pulpa de granadilla ( <i>Passiflora ligularis</i> ) y tumbo serrano ( <i>Passiflora mollissima</i> ).....	88
5.2.	Evaluación del contenido de vitamina C de la pulpa de granadilla ( <i>Passiflora ligularis</i> ) y del tumbo serrano ( <i>Passiflora mollissima</i> ) .....	88
5.3.	Evaluación fisicoquímica de la pulpa de granadilla ( <i>Passiflora ligularis</i> ) y del tumbo serrano ( <i>Passiflora mollissima</i> ).....	89
5.4.	Evaluación microbiológica de la pulpa de granadilla ( <i>Passiflora ligularis</i> ) y del tumbo serrano ( <i>Passiflora mollissima</i> ).....	90
VI.	CONCLUSIONES .....	91
VII.	RECOMENDACIONES.....	92
VIII.	BIBLIOGRAFIA .....	93
IX.	ANEXO.....	100

## I. INTRODUCCIÓN

Recientes investigaciones demuestran que el tumbo serrano posee un efectivo poder antioxidante y funcional, por su alta concentración de ácido ascórbico, el cual previene el envejecimiento, y tiene un buen resultado en pacientes diabéticos (Ocampo, 2014).

La granadilla es un cultivo representativo de la región Huánuco y su producción se orienta a la comercialización interna. Teniendo en cuenta la experiencia en el cultivo, así como las posibilidades de incursionar en el mercado internacional con este producto (MINCETUR, 2006).

La utilización de las tecnologías emergentes puede ayudar a entregar alimentos mínimamente procesados, manteniendo la calidad nutricional y sensorial lo cual se pierde en operaciones convencionales, mejorando la vida útil. Entre los más conocidos tenemos, el microondas, los pulsos eléctricos, calentamiento óhmico, entre otros (Mulet, Cárcel, Benedito, & Gómez-López, 2014).

En cuanto al contenido de ácido ascórbico muchas de las frutas pierden esta vitamina, ya que durante el cultivo, procesamiento y almacenamiento no se les brinda condiciones adecuadas; así mismo durante el procesamiento la vitamina disminuye considerablemente por diversos factores durante el cortado, tratamiento térmico y almacenamiento (Robinson, 1991).

La tecnología de ultrasonido se aplicada hoy en día en numerosos procesos de alimentos, gracias a sus varias ventajas sobre el procesamiento convencional (Mulet, Cárcel, Benedito, & Gómez-López, 2014). El principal fenómeno del ultrasonido es la cavitación. Un sonótrodo genera una onda de sonido intensa (20 kHz – 1 MHz), esta pasa a través de un líquido y crea regiones de compresión y rarefacción. La presión y la temperatura locales altas se acompañan con implosión, que podría alcanzar los 50 MPa y 5000 °C, respectivamente (Reyna, 2015).

Esta tecnología emergente es superior a los tratamientos térmicos convencionales utilizados en la esterilización de alimentos en comparación con el tiempo y la retención del valor nutricional. El sonido que se produce también afecta a las células microbianas patógenas, lo que ayuda a alargar la vida útil del alimento (Vergara, 2012). Por lo antes expuesto se propuso los siguientes objetivos:

### Objetivo general

- Evaluar el efecto del termosonicado en la vida útil de la pulpa de granadilla (***Passiflora ligularis***) y tumbo serrano (***Passiflora mollissima***).

### Objetivos específicos

- Determinar la potencia óptima del ultrasonido en la conservación de la vitamina C de la pulpa de granadilla (***Passiflora ligularis***) y tumbo serrano (***Passiflora mollissima***).
- Analizar la mejor potencia ultrasonica para conservar la pulpa de granadilla (***Passiflora ligularis***) y tumbo serrano (***Passiflora mollissima***) y sus características fisicoquímicas aceptables.
- Determinar la mejor potencia ultrasonica para conservar la pulpa de granadilla (***Passiflora ligularis***) y tumbo serrano (***Passiflora mollissima***) y su calidad microbiana según parámetros exigidos.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Fundamentación teórica

#### 2.1.1. Generalidades de la granadilla

La granadilla (*Passiflora ligularis*) es originaria de los andes, entre Venezuela y Bolivia, además, de ser considerado un fruto comercial (Herrera, 2011).

La granadilla se cultiva a una altitud de 900 a 2,700 m.s.n.m en zonas en las que el clima presenta variaciones de 14 a 24 grados centígrados. Esta fruta es susceptible a altas temperaturas y requiere de suelos profundos y fuertes, de gran contenido de materia orgánica (Serpa, 2018).

En su interior el fruto cuenta con semillas (200 – 250 semillas), envueltas en mucilago acidulado de color traslucido algo grisáceo lo cual es comestible (Torres, 2018).

Como fruta tropical, presenta un sabor dulce, por su alto contenido de azúcares y con un aroma agradable, estos factores lo convierten potencialmente, para su consumo fresco o para la elaboración de productos procesados, sin embargo, por la naturaleza gelatinosa, jugosa y compuesta por pequeñas semillas comestibles de su pulpa, hace que en la industria de zumos o jugos no se pueda utilizar directamente para su procesamiento (Pacco, 2017).

La granadilla presente pesos que varían entre los 80g y 140 g, con un rendimiento en pulpa aproximadamente del 35%, lo que refiere una fracción comestible de entre los 28g y 59 g. Por lo que se recomienda una ingesta de manesio para niños menores de un año varía entre 35-70 mg (Carbajal y otros, 2014).

### 2.1.1.1. Clasificación taxonómica de la granadilla

Tabla 1. Clasificación taxonómica.

REINO	VEGETAL
Sub reino	Espermatophyta
División	Angiosperma
Clase	Dicotyledonea
Subclase	Archiclamydae
Orden	Parietales
Suborden	Flacaurtiineas
Familia	Passifloraceae
Género	Pasiflora
Especie	Ligularis

**Fuente:** Herrera (2011).

La planta de granadilla, así como las demás especies pertenecientes al género *Passiflora*, son trepadoras, con tallos cilíndricos y glabros, sus flores son de color violeta, y es posible encontrar hasta dos por nudo y con presencia de brácteas ovales y filosas. Los sépalos presentan un color blanco en el haz y verde con márgenes blancas en el envés, de 4 centímetros de largo por 2 centímetros de ancho (Asturizaga, Ollgard y Balslev, 2006).

Los pétalos que presenta la granadilla son tubulares, blancos rosáceos con azul púrpura, que forman una corola de dos series con 43 pétalos al interior y al exterior forma una figura de corona. Las frutas presentan formas ovoides y midiendo entre 6 a 8 centímetros de largo, son de color verde y amarillo, con capacidad de contener entre 200 y 205 semillas. Los frutos manifiestan un sabor agrío y dulce que constituye uno de los aspectos relacionados con su éxito como cultivos con fines comerciales (Saldarriaga, 1998).

El fruto de la granadilla presenta un forma ovoide, que es sostenida con un pedúnculo largo con una longitud de 6 a 12 centímetros de largo, la cáscara que tiene es relativamente dura, de color amarillento con puntos blancos con seis líneas del ápice a la base, sin embargo el color varía de acuerdo con el grado de madurez (Benalcázar, Canessa, Guabloche, Silva y Peirano, 2001).

### **2.1.1.2. Propiedades de la granadilla**

La granadilla representa para algunos países un cultivo con potencial económico y nutritivo. Debido a que presentan propiedades sedativas, antiespasmódicas y "antibacteriales" (Dhawan, Dhawan y Sharma, 2004).

En el Perú el consumo de granadilla es en fresco, de forma procesada se pueden preparar refrescos, mermeladas, jaleas, licores, yogurt, helados de agradable sabor y aroma. Se recomienda el consumo a pacientes afectados por úlceras gastrointestinales, por su acción sedante antiespasmódica, controlador de hiperacidez (Saldarriaga, 1998).

El fruto de la granadilla es preciada por su sabor y color, por su alto valor nutritivo, puesto que tienen un alto contenido de fósforo y de niacina. Además presenta propiedades medicinales, es un fruto hipoalérgico y laxativo; esto último constituye una de las propiedades más conocidas. La granadilla es adaptable a distintos ámbitos de nuestra geografía (Mogollón, 2009).

La granadilla es rica en fósforo y vitamina C, es una fruta con un alto contenido de calorías. Se trata de una fruta con propiedades diuréticas y digestivas. Las hojas de la planta son usados para la preparación de infusiones para controlar la fiebre y la tifoidea. Su valor nutricional en 100 gramos de contenido comestible es: calorías 80 g, carbohidratos 15.6 g, proteínas 2.2 g, calcio 17.0 mg, fósforo 128.0 mg, hierro 0.4 mg, niacina 2.1 mg y ácido ascórbico 15.8 mg (Herrera, 2011).

Es un diurético muy útil para el control de cálculos y malestares del sistema urinario e intestinal, depura la sangre. Es posible obtener una infusión relajante a través de la cocción de flores, hojas y/o raíces (Yee, 2002).

Para combatir el estreñimiento, tomar jugo de granadilla en la mañana es de gran ayuda. La pulpa de granadilla es beneficioso en los casos de úlcera y gastralgias en adultos (León y Riveros, 2014).

La abundancia de del agua presente en la granadilla y la baja concentración de sodio convierten a ésta especie de fruto en un alimento diurético por excelencia (Verdú, 2005).

**Tabla 2.** Composición nutricional de la granadilla.

Componentes	Contenido de 100 g de parte comestible
Agua	86%
Proteína	1,1%
Carbohidratos	11,6%
Cenizas	0,9%
Grasa total	0,1%
Calorías	46 kcal
Fibra	0,3 g
Ácido ascórbico (Vitamina C)	20 mg
Magnesio	29 mg
Calcio	7 mg
Fósforo	30 mg
Hierro	0,8 mg
Niacina	2,0 mg
Riboflavina (Vitamina B <sub>2</sub> )	0,1 mg

**Fuente:** Lopez y Beltrán (2006).

El zumo de granadilla contiene vitaminas A, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>9</sub>, C, E y K. respecto a los minerales aporta calcio, cobre, hierro, magnesio, fósforo, potasio, selenio, sodio y zinc (Rojas, 2019).

La granadilla se usa para un consumo fresco, sin embargo también son procesados en refrescos y helados de pulpa de granadilla; el contenido de varias granadillas se licúa a poca velocidad (para que no se destruyan las semillas), posteriormente se pasa por un colador grueso que detenga las semillas y se agrega agua y azúcar al gusto. También se prepara jalea y mermelada, opciones agroindustriales que permiten emplear las frutas sanas, con características de apariencia externa no recomendada para el mercado de consumo en fresco. La granadilla representa una buena fuente de magnesio para la niñez, puesto que la cantidad de magnesio es de un 24% de lo que se recomienda para el consumo diario de este mineral en niños menores de un año, si consumiese la fruta entera (pulpa y semilla) (Carbajal y otros, 2014).

### **2.1.1.3. Variedades de granadillas**

La literatura de los grandes países productores de granadilla ácida como son Brasil, Venezuela y Ecuador, y la de Nicaragua, no tienen identificadas variedades, únicamente lo trabajan como maracuyá, de los cuales mencionan morado, rojo y amarillo. En Guatemala es un cultivo relativamente nuevo, la semilla ha sido llevada hacia El Salvador y Honduras, donde también existen plantaciones, algunos productores tienen identificado su material pero posiblemente no saben su verdadero nombre (Bermudez, 2007).

### **2.1.1.4. Fenología de la granadilla**

Según Rivera et al. (2002), las observaciones sobre el comportamiento de las etapas de desarrollo del cultivo de la granadilla permitieron construir una curva general de la fenología del cultivo, en una zona apta para su desarrollo.

**Etapas Vegetativas (V0 a V1.4).**  
**Etapas Vegetativa 0 (V0).**- Corresponde a la germinación de la semilla y su duración se estima entre 15-20 días, dependiendo de la calidad de la semilla, del sustrato de siembra y el manejo del riego.

**Etapas Vegetativa 1 (V1.1).**- Corresponde a la emergencia de la plántula y ocurre en las primeras tres semanas después de la siembra de la semilla; es una etapa totalmente desarrollada en el vivero y en ella se hace el primer trasplante a bolsa cuando se ha utilizado el almácigo.

**Etapas Vegetativa 2 (V1.2).**- corresponde a la fase del trasplante al sitio definitivo y sucede entre 65 y 75 días después de la siembra de la semilla. En esta etapa se realiza la eliminación de chupones basales cuando estos se presentan. La labor más importante es el suministro de riego.

**Etapas Vegetativa 3 (V1.3).**- Se denomina desarrollo totalmente vegetativo, debido a que la planta, durante los próximos 100-120 días, va a producir únicamente estructuras vegetativas, principalmente hojas, chupones y zarcillos.

**Etapas Vegetativa 4 (V1.4).**- Se puede considerar como de transición entre la fase vegetativa y la fase reproductiva; termina cuando la mayoría de las plantas empiezan a formar los primeros botones florales.

**Etapa Reproductiva 1 (R1.1).**- Corresponde a la floración propiamente dicha, ya que más del 50 % de las plantas del cultivo presentan flores en cartucho y flores abiertas.

**Etapa Reproductiva 2 (R1.2).**- Es la etapa denominada de formación del fruto y tiene una duración aproximada de 50 – 60 días en condiciones agroclimáticas normales. En esta etapa se muestra una distribución permanente de foto asimilados por parte de las estructuras foliares hacia los frutos formados.

**Etapa Reproductiva 3 (R1.3).**- Corresponde a los procesos de llenado y maduración del fruto y tiene una duración entre 20 y 25 días.

### **2.1.2. Generalidades del tumbo serrano**

El tumbo serrano (*Passiflora mollisima*) es un fruto del ande peruano que es posible su crecimiento entre los 2000 a 3500 m.s.n.m. además no ha sido industrializado en el país (Maullapoma, 2010).

El tumbo viene a ser una especie con origen en los valles andinos de América desde el país mexicano hasta el boliviano, y se presenta como una planta domesticada desde la época prehispánica en la zona andina (Bernal y Díaz, 2005).

El tumbo serrano constituye una mayor demanda, por su contenido de propiedades como la vitamina C; este tipo cultivo se viene desarrollando de forma progresiva sin importancia alguno; sin embargo, al tumbo serrano no se le da importancia ni se toma en cuenta para su valor agregado (Lliuyacc, 2018).

El tumbo serrano es pariente muy cercana de la granadilla (*Passiflora ligularis*) distribuidos desde Norteamérica (México) hasta Sudamérica (Bolivia). Recibe diferentes nombres como curuba en Colombia; tacso en Ecuador, tumbo en Bolivia y Perú. Sus frutos son de una forma ovoide con un pronunciado alargamiento, de cáscara gruesa y la pulpa aromática, de color amarillo, dulce y ácido a la vez (Ocampo, 2014).

La *Passiflora mollisima* tienen un origen determinado en la zona andina de América del Sur, comprendido entre Perú, Ecuador y Colombia. Muchas especies silvestres, han sido halladas creciendo sobre las tapias divisorias, trepado en los árboles de regular tamaño (Tamayo, 1990).

La especie de frutal nativo: tumbo serrano, representa un recurso único y endémico de los andes del Perú, debido a su excelente capacidad de adaptación a las condiciones agroecológicas y medioambientales típicas de nuestra serranía (Palacios, 2015).

Es un frutal perteneciente a la familia Passifloraceae, en la cual *Passiflora* es el principal género con cerca de 400 especies, de éstas 50 a 60 producen frutas comestibles. Sin embargo, las especies que más se comercializan corresponden a *P. Passiflora edulis*, *Passiflora mollissima*, *Passiflora ligularis* y *Passiflora. quadrangularis*. Los nombres comunes atribuidos a la especie son: tumbo, tumbo serrano, tintín, purocksha, tacso, trompos, tumbo del monte, poro, curuba.

Se afirma que el tumbo serrano es una planta del ande de tipo trepadora, que se desarrolla en regiones altas hasta los 4000 m.s.n.m. Su cáscara es suave y comestible, el interior está lleno de semillas redondeadas cubiertas de un mucílago anaranjado y pulpa jugosa, aromática de sabor dulce ácido (Inocente, 2015).

La propagación del tumbo serrano es por métodos asexuales o vegetativos y por métodos sexuales o por semilla. Se resalta que por el método de propagación vegetativa se obtienen plántulas en un período corto (Aparco, 2015).

El fruto que presenta el tumbo serrano es una baya oblonga, con pericarpio blando, de color amarillo al madurar, las semillas son múltiples con arilo anaranjado (Ríos, 2017).

El tumbo serrano, tiene 9,2 a 12 °Brix; 1,46 a 3,82 % acidez (expresado como ácido cítrico) y 10,22 a 12,98 % de sólidos totales, y se ubica dentro del promedio de todas las frutas en lo que a composición química se refiere (Maullapoma, 2010).

#### **2.1.2.1. Clasificación taxonómica del tumbo serrano**

El tumbo serrano (*Passiflora mollissima*) pertenece a la familia Passifloraceae y su taxonomía es la siguiente:

**Tabla 3.** Clasificación taxonómica del tumbo serrano.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Violales
Familia	Passifloraceae
Género	Passiflora
Especie	Mollisima

**Fuente:** Bernal y Díaz (2005).

Las zonas de producción se ubican de 1000 a 3500 m.s.n.m. de preferencia en la sierra de las regiones de Ancash, Junín, Moquegua, Huancavelica. Requiere clima con temporadas altamente húmedas y secas, con mayor éxito en valles interandinos, con temperaturas que van de 18 a 24°C, cultivándose mayormente bajo lluvia (Maullapoma, 2010).

El tumbo serrano posee una variabilidad genética en esta especie es muy alta, por lo que se encuentra una gran heterogeneidad de plantas y frutas que se diferencian en cuanto a tamaño, forma, color, resistencia sanitaria, rendimiento (Bernal y Díaz, 2005).

Las principales características físicas que la distinguen, se encuentra el hecho de ser una planta tipo enredadera, pubescente, con tricomas rectos u ondulados, amarillo verdoso o incoloros, con promedio de 40 cm de largo, con raíces superficiales y muy ramificadas, tallos cilíndricos, estriados del color gris (Angulo, 2003).

#### **2.1.2.2. Propiedades del tumbo serrano**

El tumbo serrano, es ideal para el verano por ser hidratante, bajo en calorías, pero rico en minerales y vitaminas, así como por sus propiedades terapéuticas contra cálculos renales, malestares urinarios y dolores estomacales, entre otros usos medicinales (Ríos, 2017).

**Tabla 4.** Composición nutricional del tumbo serrano.

<b>Componentes</b>	<b>Contenido de 100 g de parte comestible</b>
Agua	92 g
Calorías	25 g
Carbohidratos	6.30 g
Fibra	0.30 g
Grasa total	0.10 g
Proteínas	0.60 g
Calcio	4 mg
Fósforo	20 mg
Ceniza	0.7 g
Hierro	0.4 g
Rivoflavina	0.03 g
Niacina	2.5 mg
Ácido ascórbico	70 g

**Fuente:** Otero (1984).

El tumbo presentan cantidades significativas en ácido ascórbico, vitaminas A y B, tiamina, riboflavina, niacina, asimismo Ca, P, Fe y fibra. Como también presenta carbohidratos, en cantidades menores. La vitamina C es un poderoso agente antioxidante que incrementa la absorción del hierro a nivel gástrico, por lo cual debe consumirse juntos para evitar y tratar la anemia (Ríos, 2017).

Contiene cantidades moderadas de carbohidratos, considerables micronutrientes como vitaminas A, C y riboflavina; minerales (potasio, fósforo, magnesio, sodio, cloro, hierro) y compuestos fenólicos secundarios (flavonoides y carotenoides) (Pari y Ramos, 2019).

El tumbo serrano también desarrolla el colágeno para el mantenimiento de cartílagos y ligamentos. Estimula el sistema inmunológico; es antialérgico y útil en la prevención y tratamiento del resfrío y la gripe (Duran y Moreno, 2000).

El fruto del tumbo serrano es hidratante, que tiene bajas calorías y en contraste una alta cantidad de minerales y vitaminas, y su provecho contra cálculos renales, malestares urinarios y dolores estomacales, entre otros usos medicinales (Duran y Moreno, 2000).

El género Passiflora tiene efectos depresores sobre el sistema nervioso central, según algunos estudios realizados tienen efectos ansiolíticos, sedantes, tranquilizantes, calmantes y contra el insomnio (Gil, 2016).

Los frutos de tumbo serrano destacan por su alto contenido de compuestos fenólicos (Muñoz, Ramos, Alvarado y Castañeda, 2007). Y son aprovechados para ser usados como coadyuvante de los fotoprotectores solares, debido a su contenido de polifenoles (Sánchez, Sepúlveda y Rojano, 2013).

Se tiene como referencia que el tumbo es usado para la eliminación de arrugas y manchas del rostro y ayudando a recuperar la elasticidad; por el contenido de beta caroteno que se transforma en vitamina A en nuestro organismo, esencial para el buen funcionamiento del sistema inmunológico (Duran y Moreno, 2000).

#### **2.1.2.3. Variedades de tumbo serrano**

Esquerre (2014), señala que presentan raíces superficiales fasciculadas, de textura blanda, pudiendo extenderse de 1,5 a 2 metros de radio, lo que le permite ocupar un gran volumen de suelo y garantizar la absorción de humedad suficiente, compitiendo muchas veces con otros cultivos. Consta de 2 variedades:

- Ecotipo Agrio
- Ecotipo Dulce

### 2.1.3. Pulpa

La pulpa es netamente la fracción que es comestible de las frutas o también se entiende como el producto que se obtiene de la separación de las partes comestibles carnosas de éstas, mediante los procesos tecnológicos adecuados. La pulpa se y el jugo se diferencian solamente en su consistencia: las pulpas son más espesas, se desecha la cáscara, la semilla y el bagazo, los jugos son más fluidos o líquidos (Alimentos SAS, sf).

La pulpa de alguna fruta se denomina a un sistema de varias fases en la se muestra una continua acuosa y una fase dispersa sólida. Este producto es obtenido a partir de la desintegración y tamizado de la parte comestible de las frutas, sin tener que diluir, concentrar y sin fermentar (Duque, Giraldo, & Quintero, 2011)

Guillermo (2020), define a la pulpa de fruta como un producto carnoso y comestible sin ser fermentado, obtenido por procesos tecnológicos como el, trozado, refinado, o desmenuzado, conforme a lo estipulado por las BPM.

Las pulpas de fruta son fuente importante de vitaminas, minerales, fibra y azúcares simples que nos llenan de energía y vitalidad. Contienen una serie de sustancias químicas naturales con capacidad antioxidante (Pacco, 2017).

Según Pacco (2017), las frutas que han alcanzado un grado de maduración avanzado, sin llegar al deterioro, se caracterizan por poseer un aroma, color y la presencia de un sabor característico, la textura debe ser firme con ligero inicio de ablandamiento. La pulpa de interés para el mercado por sus características nutricionales, colores, aromas y sabores agradables que contienen y se caracterizan por poseer una amplia gama de compuestos químicos y presentan variaciones en su composición y estructura.

Describe los aspectos más importantes de cada una de las operaciones de separación de las frutas, en su proceso de producción de pulpas.

- **Pelado:** la operación de pelado permite separar la cáscara del resto de la fruta. La técnica de pelado de frutas más utilizada es el pelado manual, se efectúa con ayuda de cuchillos de acero inoxidable, esta técnica permite un pelado sin usar calor, con equipo módico y poca agua.

- **Escaldado de la fruta:** tratamiento térmico corto aplica a la fruta para el ablandamiento de los tejidos e incrementar el rendimiento en la obtención de pulpas; además disminuye la contaminación superficial de las frutas que puede afectar las características de color, sabor, aroma y apariencia de las pulpas durante la congelación y descongelación. El escaldado puede cambiar el sabor y aroma normal a crudo de las pulpas por un sabor a cocido. La consistencia también cambia según la cantidad de almidones presentes en la pulpa.
  - Escaldado con agua caliente o vapor: se realiza en recipientes de acero inoxidable y mediante algún sistema se calienta el agua o se inyecta el vapor que se pone en contacto directo con la cáscara de la fruta. Se ha usado en pelado de mango y tomate.
  - Escaldado con soda caliente: se sumerge la fruta en una solución de soda caliente durante un determinado tiempo y luego se enjuaga para retirar la cascara y la soda cáustica remanente de la fruta. La soda disuelve las paredes de las células de la cáscara.
- **Despulpado:** en esta operación se separa la pulpa de las partes no comestibles. Se realiza con ayuda de las despulpadoras, por lo general, son horizontales, de diferentes capacidades; están fabricados de acero inoxidable, para el despulpado se utilizan paletas de acero inoxidable, cepillos de nailon y bandas de caucho. El sistema utiliza las paletas metálicas para separar semillas. Los cepillos de nailon sirven para separar semillas, cuyo color negro afectaría la apariencia de la pulpa.
- **Refinado:** consiste en utilizar una malla fina en donde se pasa hacer pasar la pulpa ya obtenida por una malla fina, con el fin de obtener una pulpa menos fibrosa.
- **Desaireado:** esta operación extrae el aire atrapado en la pulpa durante las operaciones previas. Que por el vacío lo convierte en un método más frecuente.
- **Envasado:** corresponde se vierte la pulpa en cantidades precisas y preestablecidas bien sea en peso o volumen, en recipientes adecuados por sus características y compatibilidad con las pulpas. La operación puede ser manual o automática. El llenado automático permite un mayor rendimiento y menos costos por el ahorro de mano de obra.

- **Pasteurización:** la pasteurización se realiza a 92°C por un tiempo aproximado de 2 minutos y con ella se busca: inhibir las reacciones enzimáticas causantes de sabores y olores desagradables, impedir la gelificación y detener el crecimiento de ciertos microorganismos peligrosos.
- **Almacenamiento:** el almacenamiento de las pulpas de frutas se suele hacer por congelación a -18° o -20°C. Es un sistema de preservación con gran acogida en la industria debido a las características de alta calidad nutricional y sensorial (aroma, sabor, apariencia, color) de las pulpas obtenidas después de un periodo de seis meses o más.

#### 2.1.4. Vida útil

El tiempo de vida útil estimado para esta alternativa es de 28 días, dos días de cosecha y acondicionamiento, 21 días de almacenamiento en frío (10°C y 80% humedad relativa), cinco días a condiciones ambiente. La anterior vida útil puede extenderse siempre y cuando se conserve la cadena de frío (10°C y 80%) HR (Saldarriaga, 1998).

Definido también como el tiempo alcanzado después de su producción en condiciones controladas de almacenamiento, que por lo general existe una pérdida de sus propiedades organolépticas, y sufrirá un cambio en su perfil microbiológico, en la cual; los consumidores pueden conocer la vida útil del alimento que están adquiriendo (Carrillo y Reyes, 2013).

Para determinar la vida útil de los alimentos, un alimento logra alcanzar su estabilidad microbiológica después de que es expuesto a técnicas de conservación. Entre los grupos de microorganismos que pueden desarrollarse en un alimento se encuentran: bacterias y hongos, los cuales son capaces de multiplicarse en los alimentos y deteriorar el producto (Rojas, 2019).

#### 2.1.5. La termosonicación

La termosonicación es una tecnología que combina la cavitación (ultrasonido) con el calor produce un efecto aditivo que aumenta en gran medida la inactivación bacteriana y enzimática en comparación con la pasteurización térmica.

La termosonicación es una tecnología que permite someter un producto a ultrasonidos y temperatura menor a 80°C, sin embargo la temperatura se incrementa

en función al nivel de tratamiento aplicado es por ello que se requiere un control de la temperatura, el ultrasonido de procesamiento por sí solo o en combinación con calor es una herramienta que permite la inactivación de microorganismos y la retención de nutrientes en los alimentos (Zenker et al, 2003), la termosonicación se presenta como una alternativa al tratamiento con temperatura alta ya que se ha comprobado que tiene un efecto mínimo en el control de calidad de los zumos de frutas (Tiwari et al, 2008).

#### **2.1.5.1. Generalidades de la tecnología ultrasónica**

El ultrasonido es definido como la energía generada por ondas sónicas de 20 kHz o más vibraciones por segundo (Hoover, 2000).

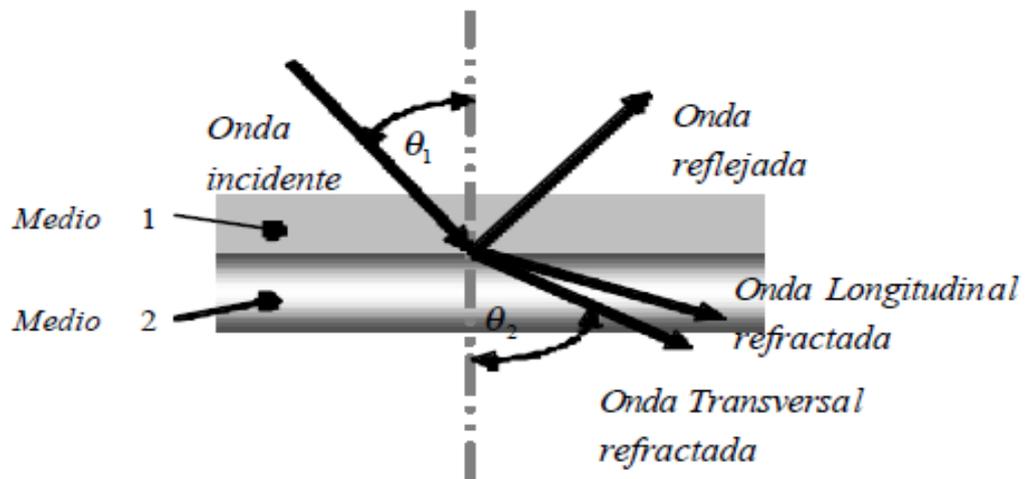
Los ultrasonidos son ondas sonoras con una frecuencia superior a la perceptible por el oído humano 16 kHz (Bernal, 2005).

El ultrasonido es una onda acústica o sonora (onda mecánica) cuya frecuencia está por encima del espectro auditivo del oído humano, las cuales se pueden dividir en tres gamas de frecuencia: alimentación de ultrasonido de (alta potencia) (16 - 100 kHz), ultrasonido de alta frecuencia (100 kHz - 1 MHz) y diagnóstico por ultrasonido (1 - 10 MHz).

Los ultrasonidos que se usan en la rama fisioterapia fluctúan entre 175.000 y 300.000 Hz y para su producción contamos con un generador que produce corriente alterna de alta frecuencia y un transductor que convierte la corriente en vibraciones mecánicas (acústicas). La conversión de esta frecuencia es producida por la inversión del efecto piezoeléctrico, que modifica el medio y que se transmite como vibración mecánica (Vergara, 2012).

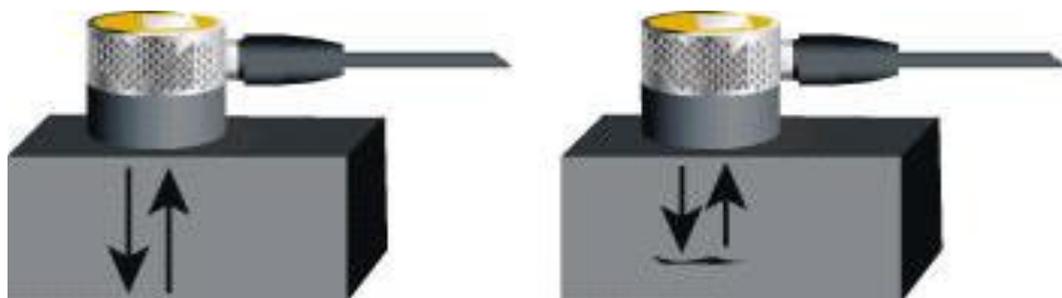
Las tecnologías emergentes con aplicaciones potenciales en la reducción microbiana en la industria de jugos es el uso de ultrasonido. Ésta se ha empleado desde 1929 cuando Harvey y Loomis observaron que los microorganismos se podían inactivar con este método. La reducción microbiana es posible ya que las ondas del ultrasonido se propagan en el líquido formando micro burbujas que se colapsan entre sí violentamente. En cada onda, se liberan temperaturas de hasta 5000K, y presiones arriba de los 50, 000 Mpa, provocando lisis de la membrana celular de las bacterias. A este fenómeno se le conoce como cavitación (Tiwari, Patras, Brunton & Cullen, 2009).

El sonido aparece por vibraciones mecánicas que viajan a través de un medio que sólido, líquido o un gaseoso; la propagación de las ondas a través del medio dado es a una velocidad específica y a una dirección predecible. Cuando estas encuentran un límite con un medio diferente y con distinta impedancia mecánica, como se muestra en la figura 1, las ondas se reflejarán o se transmitirán según reglas conocidas. Este es el principio físico utilizado para la detección de fallas en los materiales (Santos de la Cruz, 2005).



**Figura 1.** Transmisión de onda en dos medios diferentes.

**Fuente:** Santos de la Cruz (2005).



**(a)**

**Figura (2a).** La onda viaja libremente en el interior de la pieza hasta encontrarse con otro material para ser reflejado, la pieza no presenta defectos.

**Fuente:** Santos de la Cruz (2005).

**(b)**

**Figura (2b).** La onda es reflejada por el defecto en el interior de la pieza.

**Fuente:** Santos de la Cruz (2005).

La generación de estas ondas viene dada por la transformación de la energía eléctrica a energía mecánica, formación de oscilaciones mecánicas, por medio de transductores. Estas oscilaciones dependiendo de su intensidad pueden producir diferentes efectos en la estructura receptora de la onda, estructuras que pueden ser las células de los microorganismos localizados en los alimentos, estructuras proteicas como lo son las enzimas y también producir efecto en las mismas células constituyentes del alimento. El ultrasonido cuando se propaga a través de una estructura biológica, induce compresiones y depresiones de las partículas del medio y una gran cantidad de energía puede ser impartida (Vergara, 2012).

#### **2.1.5.2. Tipos de ultrasonido**

- **Ultrasonidos de baja potencia de señal:** Son ondas ultrasónicas que se utilizan para obtener información, sin que cause alteración en el medio donde se propagan.
  - Frecuencias que oscilan entre los 100 kHz y 1 MHz.
  - Intensidades inferiores a 1 W/centímetros<sup>2</sup>.
- **Ultrasonidos de alta potencia:** Consiste en producir efectos permanentes, utilizando la energía ultrasónica sobre el medio en el que se propagan.
  - Frecuencias que oscilan entre los 18 y 100 kHz.
  - Intensidades superiores a 1 W/centímetros<sup>2</sup>.

De acuerdo a los intervalos de frecuencia de sonido utilizados Vergara (2012), los divide básicamente en:

- **Ultrasonido de diagnóstico o de alta frecuencia (2-10 MHz):** Este tipo de ultrasonido puede ser utilizado para proveer información sobre las propiedades físico químicas, como la estructura, composición, estado físico y velocidad de flujo.
- **Ultrasonido de poder o de baja frecuencia (20-100 kHz):** Provoca el fenómeno de cavitación, efecto por el cual tiene mucho interés en la industria de alimentos, ya que tiene la capacidad de afectar las propiedades tanto físicas como químicas de los mismos.



**Figura 3.** Fenómeno de cavitación

**Fuente:** Mason, Riera, Vercet y López-Buesa (2005).

- **Generación de los ultrasonidos:** Son aparatos a los que se les induce una fuente de entrada y devuelve una energía de salida; esta energía de salida suele ser de diferente tipo que la de entrada.
- **Transductor:** Los generadores o transductores son aparatos que constan de un elemento: el elemento primario o transformador; convierte la señal eléctrica del elemento secundario en energía mecánica, haciendo vibrar el medio circundante y provocando ondas de presión a altas frecuencias (ultrasonido).

Además, menciona que existen tres tipos de transductores principales:

- Transductores conducidos por líquidos: En la cual un líquido es forzado a atravesar una lámina muy delgada causando que la lámina vibre, generando ondas de sonido.
- Transductores de magneto rígido: Dispositivos electromecánicos que utilizan materiales ferromagnéticos, es decir materiales que cambian de tamaño como respuesta a la presencia de un campo magnético, sin embargo, tienen la desventaja que su trabajo está restringido por debajo de 100 kHz.
- Transductores piezoeléctricos: Son los más utilizados en la generación de ultrasonidos, utilizan cerámicas que contienen materiales piezoeléctricos como titanio de vario o metaniobato de plomo, estos pueden operar en todo el intervalo ultrasónico (Parzanese, 2013).

- **Propagación de las ondas:** Las ondas ultrasónicas (y otras ondas de sonido) se propagan en cierta medida en cualquier material elástico. Cuando las partículas en forma de átomos de un material elástico son desplazadas de sus posiciones de equilibrio por cualquier fuerza aplicada, esfuerzos internos actúan para restaurar o reacomodar a sus posiciones originales.

Debido a las fuerzas interatómicas que existen entre las partículas adyacentes del material, un movimiento en un punto induce un desplazamiento en los puntos vecinos y así sucesivamente, creando así una propagación de ondas de esfuerzo-deformación. El desplazamiento real material que se produce en las ondas ultrasónicas es extremadamente pequeño.

La amplitud, modo de vibración y velocidad de las ondas se diferencian en los sólidos, líquidos y gases debido a las grandes diferencias que entre las distancias de sus partículas internas. Estas diferencias influyen en las fuerzas de atracción entre partículas y el comportamiento elástico de los materiales (Mason, Riera, Vercet, y López-Buesa, 2005).

La relación de velocidad con frecuencia y longitud de onda está dada por:

$$V = f \cdot \lambda$$

**Dónde:**

**V:** Es velocidad (en metros por segundo).

**f:** Es la frecuencia (en Hertz).

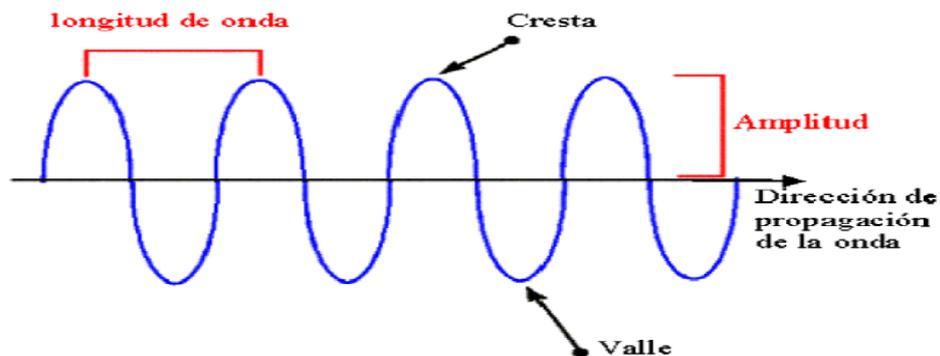
**$\lambda$ :** Es la longitud de onda (en metros por ciclo) (Mason, Riera, Vercet, y López-Buesa, 2005).

- **Velocidad:** Es una propiedad particular de los materiales que se emplean para su caracterización. Este parámetro se ha empleado para estimar, por ejemplo, el tamaño de grano en acero inoxidable austenítico y el módulo de elasticidad en materiales porosos, entre otros. Por otra parte, las ondas ultrasónicas se propagan en un medio homogéneo a una velocidad y atenuación propias para cada material (Buitrago, Irausquín, y Mendoza, 2004).

- **Frecuencia:** El rango de sonido empleado es muy amplio y al ser divididos en los de alta frecuencia baja energía se establece en el rango de MHz, aplicado como ultrasonido de diagnóstico y de baja frecuencia alta energía, USP en el rango de los KHz (Robles y Ochoa, 2012).
- **Potencia:** Son procesos de intercambio energético y/o realización de trabajo un factor importante es el tiempo empleado en el proceso.

Si nos fijamos en aquellos aparatos que una nevera, un secador, una bombilla que consumen energía eléctrica y la transforman para enfriar, calentar, iluminar, la magnitud física que relaciona la energía eléctrica consumida en una unidad de tiempo se llama potencia. La potencia se aplica a cualquier proceso de transferencia energética. Así como por ejemplo podemos hablar de potencia de una grúa para elevar una carga, como el trabajo desarrollado por el montacargas en la unidad de tiempo.

- **Longitud de onda:** Es la distancia que existe entre dos puntos que se encuentran en el mismo estado de vibración.



**Figura 4.** Esquema de longitud de onda.

**Fuente:** Izcalli (2010).

- **Amplitud:** Se define como el máximo cambio ocurrido en la presión de la onda, es decir la distancia máxima que puede alcanzar la partícula vibratoria desde su posición inicial de reposo. Se relaciona con la intensidad, de este modo si aumenta se puede determinar un incremento en su amplitud. Durante la transmisión de las ondas, por efecto de su interacción con el medio,

disminuye la intensidad de la onda en función de la distancia recorrida y como consecuencia se produce una disminución de su amplitud (Izcalli, 2010).

- **Intensidad:** Es la cantidad de energía por unidad de área y tiempo. La intensidad es medida en  $w/cm^2$  y está en función de la potencia del aparato. En una emisión constante podemos utilizar una intensidad entre 0,1 y 3  $w/cm^2$  y en emisión pulsada las potencias pueden variar entre 0,2 y 5, con potencias medias de 0,02-1  $w/cm^2$ .

Un haz de ultrasonido diverge, por lo que no es uniforme, por lo cual se producen zonas y puntos calientes; debido a esta divergencia tenemos dos zonas o campos: el cercano (zona fresnel) y el distante (zona franhofer). El campo es heterogeneo, pudiendo producirse picos de intensidad, a tener en cuenta que con un cabezal de 5  $cm^2$  la zona de fresnel es de unos 10 cm, con una penetración efectiva de 3-4 centímetros; es en este campo cercano donde se ejercen las propiedades terapéuticas.

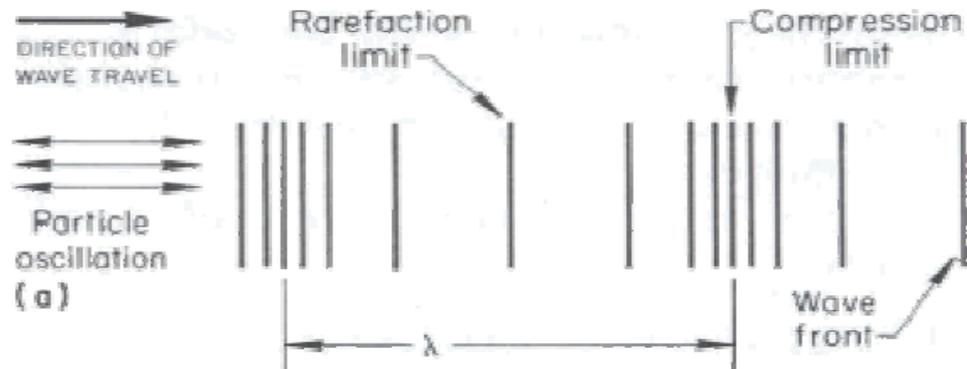
Las aplicaciones de baja intensidad tienen por objetivo conseguir información acerca del medio de propagación sin producir ninguna modificación en su estado. Por el contrario, las aplicaciones de elevada intensidad son aquellas en la que la energía ultrasónica se utiliza para producir cambios permanentes en el medio (Robles y Ochoa, 2012).

El campo distante (franhofer) se caracteriza por la uniformidad del haz ya que la intensidad disminuye con la distancia y por la dispersión del mismo (divergencia). Otra característica propia del ultrasonido es la reflexión y refracción. Aunque el haz de ultrasonido se propaga en línea recta, como si se tratase de un haz de luz, se puede reflejar en los límites entre tejidos diferentes, generalmente se refleja un 30% del haz entre las partes blandas y el hueso. La refracción se manifiesta cuando el haz sónico no es perpendicular a los tejidos.

El ultrasonido necesita un medio de contacto para poder desplazarse, tanto agua, como un globo de látex o a través de un gel conductor (Bernal, 2005).

- **Ondas longitudinales ultrasónicas:** Las ondas longitudinales se conocen también como ondas de compresión, porque en su propagación comprimen y distienden el material (González, 2011).

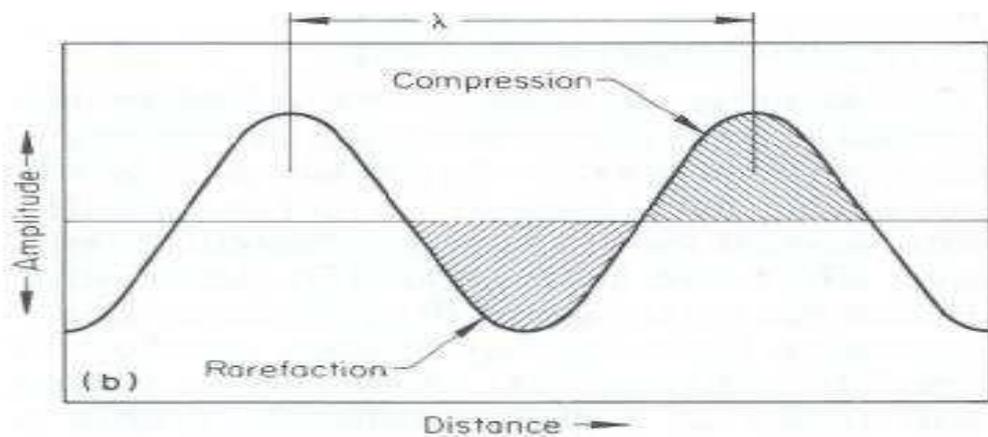
Las ondas longitudinales ultrasónicas y su correspondiente oscilación de partícula y onda de succión y compresión resultante se muestran esquemáticamente en la figura 5.



**Figura 5.** Esquema de ondas ultrasónicas longitudinales, oscilación de partícula, compresión y onda de succión.

**Fuente:** Izcalli (2010).

Una gráfica de la amplitud del desplazamiento de partícula versus viaje de onda en conjunto con la onda de succión a través de una cresta de compresión se muestra en la figura 6.



**Figura 6.** Amplitud del desplazamiento de partícula versus viaje de onda la longitud de onda  $\lambda$  es la distancia correspondiente a un ciclo completo.

**Fuente:** Izcalli (2010).

La distancia de una cresta a la otra (que es igual a la distancia de un ciclo completo de succión y compresión) es la longitud de onda  $\lambda$ . El eje vertical en la figura anterior puede representar presión en lugar de desplazamiento de partícula. El eje horizontal puede representar tiempo en lugar de distancia de

viaje debido a que la velocidad del sonido es constante en un material dado y porque esta relación es usada en mediciones en inspecciones por ultrasonido.

Las ondas longitudinales ultrasónicas se propagan rápidamente en líquidos y gases así también como en sólidos elásticos. La velocidad de una onda longitudinal ultrasónica es de 6000 m/s en aceros, 1500 m/s agua y 330 m/s en aire (Izcalli, 2010).

### **2.1.5.3. Efectos de ultrasonido**

El efecto fundamental de ultrasonido en un fluido continuo es imponer una presión acústica, además de la presión hidrostática que ejerce sobre el medio. La amplitud de la presión máxima de la onda es directamente proporcional a la potencia de entrada del transductor. En baja intensidad (amplitud), la onda depresión induce el movimiento y la mezcla dentro del fluido, denominada transmisión acústica. A mayores intensidades, en la fase de expansión del ciclo se generan burbujas diminutas (creadas a partir de núcleos de gas existente en el líquido). Un aumento adicional provoca el crecimiento de las burbujas y produce nuevas cavidades por el efecto de tensado sobre el fluido. En fase de compresión la burbuja se encoge y el contenido es absorbido por el líquido, pero debido a que no todo es absorbido completamente la burbuja va creciendo por cada ciclo, y si la oscilación de la pared de la burbuja coincide con la frecuencia aplicada de las ondas sonoras ocurre la implosión de la burbuja en la fase de compresión. Este proceso de compresión y rarefacción de las partículas del medio y el consiguiente colapso de las burbujas comprende el fenómeno conocido como cavitación, lo cual es el efecto más importante en ultrasonidos de alta potencia. Las condiciones dentro de estas burbujas que explotan pueden ser dramáticas, produciendo una temperatura de 5000K y presiones de hasta 1.000 atmósferas, lo que produce las ondas energéticas de alta cizalla y la turbulencia en la zona de cavitación. Es la combinación de estos factores (calor, presión y turbulencia) que se utiliza para acelerar la transferencia de masa en las reacciones químicas, crear nuevas vías de reacción, desprender y romper las partículas (cuando las cavitaciones en las proximidades de una superficie sólida) o incluso generar productos diferentes de los obtenidos en condiciones convencionales (Izcalli, 2010).

La frecuencia es inversamente proporcional al tamaño de la burbuja. Por lo tanto, el ultrasonido de baja frecuencia (es decir, ultrasonidos de potencia 16 a 100 kHz)

genera grandes burbujas de cavitación resultantes en altas temperaturas y presiones en la zona de cavitación. A medida que la frecuencia aumenta la zona de la cavitación es menos violenta y el mecanismo principal es la transmisión acústica (utilizada en aplicaciones médicas); por el contrario, la mayoría de aplicaciones industriales (procesamiento de productos químicos y alimentos) operan entre 16 y 100 kHz, porque la cavitación se puede producir dentro de este rango de frecuencias (Bernal, 2005).

En la implementación de ultrasonidos en procesos industriales se necesita un medio líquido y una fuente vibraciones de alta energía (el ultrasonido).

La fuente de energía vibratoria que es el transductor, que transfiere la vibración (tras la amplificación) a la llamada sonda, la cual está en contacto directo con el medio de procesamiento. Hay dos tipos principales de transductores; piezoeléctrico y magnetostrictivo (Vergara, 2012).

#### **2.1.5.4. Aplicaciones de ultrasonido en alimento**

El ultrasonido viene siendo empleado como una tecnología emergente viable para el tratamiento de alimentos, mejorando su calidad sensorial y prolongando su vida útil (Mason, Riera, Vercet y Lopez-Buesa, 2005).

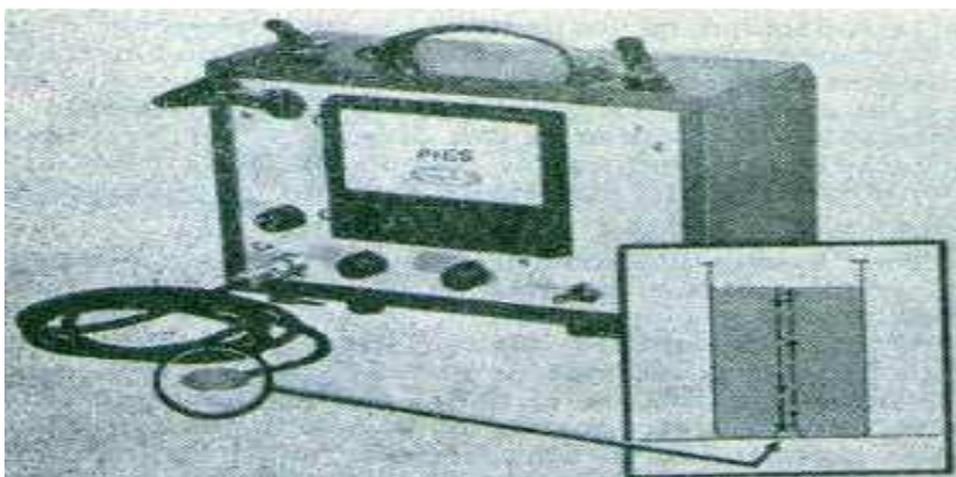
Entre las aplicaciones del ultrasonido en la industria de alimentos podemos encontrar:

- Procesos de oxidación, en el desarrollo de aromas y sabores.
- Reacciones enzimáticas, en la prevención del oscurecimiento de algunos vegetales, inhibición de enzimas evitando desarrollo de malos olores y sabores.
- Esterilización, es una de las aplicaciones más comunes y utilizada para descontaminar tanto superficies de materiales como de alimentos.
- Extracción, extracción de azúcar, proteínas (soya), sólidos de hojas para formar té.
- Productos cárnicos, formación de emulsiones para la preparación de jamones, debido a la acción de romper la miofibrilla de la carne.
- Cristalización, controlando el tamaño de los cristales cuando el alimento es congelado.
- Secado acústico, incrementa la transferencia de calor entre el sólido y el líquido, evita la oxidación y degradación de material (Bernal, 2005).

En la década de 1960 los usos industriales de los ultrasonidos de alta intensidad fueron aceptados y se utilizan en la limpieza y soldadura de plástico que continúan siendo las principales aplicaciones.

La posibilidad de utilizar el ultrasonido de baja intensidad para caracterizar los alimentos. El ultrasonido es no destructivo y no invasivo y puede ser fácilmente adaptada para aplicaciones en línea. Hasta hace poco tiempo la mayoría de las aplicaciones de los ultrasonidos en la tecnología de los alimentos implicaba análisis no invasivo con particular referencial a la evaluación de la calidad. Estas aplicaciones utilizan técnicas similares a las desarrolladas en la medicina de diagnóstico, o de pruebas no destructivas, usando ultrasonido de alta frecuencia de baja potencia (Gómez y López, 2009).

El interés en el ultrasonido de alta potencia se debe a sus efectos prometedores en el procesamiento y conservación de alimentos procesados tales como rendimientos más altos del producto, ahorro de energía y tiempos de procesamiento, costos de operación y mantenimiento, mejorando la calidad (sabor, textura y color) e inocuidad de los alimentos con la reducción de patógenos a temperaturas más bajas. Como una de las tecnologías de los alimentos más avanzadas, se puede aplicar no sólo para mejorar la calidad e inocuidad de los alimentos procesados, sino que también ofrece el potencial para mejorar los procesos existentes, así como para el desarrollo de nuevas opciones de proceso dando la posibilidad de desarrollar nuevos productos con una funcionalidad única (Vergara, 2012).



**Figura 7.** Ultra sonido con un transductor de manguera.

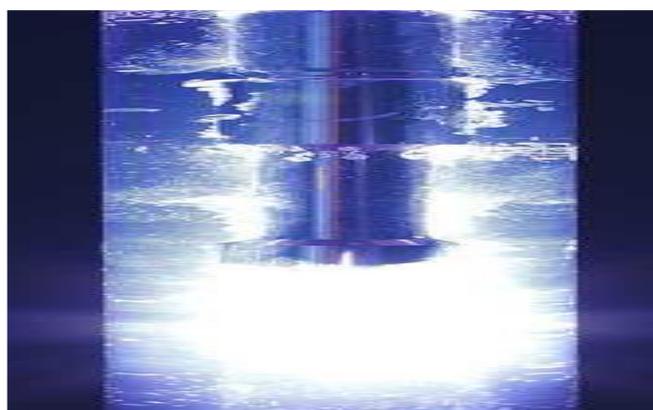
**Fuente:** Izcalli (2010).

### 2.1.5.5. Inhibición de enzimas y microorganismos por ultrasonido

Prolongadas exposiciones a ultrasonido de alta intensidad han demostrado inhibir la acción de algunas enzimas como la peroxidasa y la pepsina, debido probablemente a la desnaturalización de las proteínas por efecto de la cavitación. Sin embargo, algunos estudios han demostrado efectos contrarios después de tratamientos cortos de ultrasonido, quizás como consecuencia del rompimiento de agregados celulares o moleculares que hacen que la enzima esté más dispuesta para la reacción. Igualmente, el ultrasonido ha sido utilizado para reducir la carga microbiana en varios alimentos (Gines, 2014).

Cuando se habla de ultrasonido se refiere a ondas de presión con frecuencia entre 20kHz (kilohercio) y 10MHz (megahercio) aplicadas sobre un medio líquido. Según las aplicaciones se dividen en dos grupos: los que modifican al alimento (ultrasonido de alta potencia o ultrasonido de potencia) y los que dan información de cómo se está llevando el proceso (ultrasonido de baja potencia). Los ultrasonidos de alta potencia utilizan frecuencias del rango entre 20 y 100kHz (Piyasena, Mohareb y McKella, 2003).

La cavitación que es generada por el ultrasonido es capaz de modificar la membrana celular de los microorganismos afectando los mecanismos usados por la célula para mantener el equilibrio en su metabolismo y por lo tanto su integridad. Las micro burbujas producen choques micromecánicos como consecuencia de su continua formación y ruptura, que rompen componentes estructurales y funciones celulares hasta el punto de lisis o muerte celular (Joyce & Mason, 2008).



**Figura 8.** Inhibición de enzimas y microorganismos.

**Fuente:** Gines (2013).

## 2.2. Antecedentes

- López (2018) en su investigación "*Optimización del proceso de termoultrasonido en aguamiel de maguey manso (Agave atrovirens karw) sobre sus propiedades microbiológicas, fisicoquímicas y antioxidantes*". Tuvo como objetivo el optimizar las condiciones de proceso de termoultrasonido en aguamiel sobre las propiedades microbiológicas, fisicoquímicas y antioxidantes. Se evaluó el contenido de mesófilos aerobios, enterobacterias y bacterias ácido lácticas, propiedades fisicoquímicas, contenido de ascórbico y fenoles totales, y la capacidad antioxidante por FRAP, DPPH\*, ABTS\*+ y actividad quelante, y el proceso óptimo de termoultrasonido se comparó con aguamiel pasteurizado (85 °C/ 25 segundos) y aguamiel fresco. La condición óptima de proceso de termoultrasonido fue de  $51 \pm 1$  °C por 19 min obteniendo 0.014 de turbidez, 88.14% de estabilidad, 20.51 mg EAA/L de ascórbico, 194.04 mg EAG/L de fenoles, 111.41 y 72.29  $\mu\text{mol ET/L}$  en actividad antioxidante por DPPH\* y ABTS\*+, respectivamente y 75% de actividad quelante. El aguamiel termoultrasonido optimizado presentó  $4.19 \log^{10}$  UFC/mL de mesófilos aerobios y  $4.64 \log^{10}$  UFC/mL de bacterias ácido lácticas en comparación con la muestra pasteurizada ( $4.68 \log^{10}$  UFC/mL y  $4.31 \log^{10}$  UFC/mL, respectivamente), así como también presentó mejores resultados para índice de turbidez (0.014), 89.60% de estabilidad, de ácido ascórbico (20.37 mg EAA/L), de fenoles totales (195.74 mg EAG/L) y actividad antioxidante por ABRS\*+ ( $56.32 \mu\text{mol ET/L}$ ). Por lo anterior, el proceso óptimo de termoultrasonido en aguamiel permite conservar sus propiedades fisicoquímicas, contenido de antioxidantes y bacterias ácido lácticas, facilitando un buen producto para el consumidor en general.
- Illanes (2018) en su investigación titulado "*Efecto de la termoultrasonificación en zumo de zanahoria (daucus carota) sobre la carga microbiana y el contenido nutricional*", se estudió el efecto del tratamiento alternativo termoultrasónico del zumo de zanahoria evaluando los parámetros de reducción de Escherichia coli, además de los parámetros físicos, nutricionales y sensoriales en comparación al tratamiento térmico convencional. Se realizó el estudio para desarrollar un proceso alternativo de conservación de zumo de zanahoria con una menor pérdida de nutrientes. Se constató que el tratamiento ultrasónico de  $14,30 \pm 1,09$  W/L combinado con temperaturas de 50 y 60 °C reducen rápidamente la carga de E. coli en comparación al tratamiento térmico convencional a las mismas temperaturas, en cambio, combinado con una temperatura de 70 °C, la reducción

es similar al tratamiento térmico a la misma temperatura. Se obtuvieron constantes cinéticas de destrucción (K) a 50, 60 y 70 °C de 0,121; 0,489 y 1,171 min<sup>-1</sup>, tiempos de destrucción decimal de 19,09; 4,71 y 1,97 min, respectivamente. Una energía de activación de 793,0 cal/mol-K, un parámetro Z de 20,3 °C y un factor Q10 de 3,1. A su vez, el tratamiento termoultrasónico no significó cambios relevantes en cuanto al pH, y la acidez. Sin embargo, los sólidos solubles se incrementaron obteniéndose un zumo de mayor homogeneidad y de mayor dulzor que el convencional, el cual tuvo un incremento moderado. Adicionalmente, a tiempos o temperaturas mayores, la percepción del dulzor también se incrementó. El contenido de vitamina C, sufrió una reducción al tratar el zumo a mayores temperaturas y tiempos, los carotenoides totales no sufrieron cambios significativos. Por lo tanto, es posible utilizar la termoultrasonificación como un método de inactivación de E. coli en zumo de zanahoria logrando pérdidas no significantes de los nutrientes.

- Ponce de León (2019) en su investigación "*Efecto del tiempo de exposición con ultrasonido en el contenido de vitamina C, sólidos solubles, acidez y recuento de mesófilos en la pulpa de camu camu (myrciaria dubia)*", se estudió el efecto del tiempo de exposición de las ondas de ultrasonido sobre sólidos solubles, porcentaje de acidez, contenido de vitamina C y mesófilos aerobios de la pulpa de Camu camu (*Myrciaria dubia*). Diferentes muestras de pulpa fresca fueron caracterizadas y sometidas a ondas de ultrasonido de manera independiente, utilizando un diseño unifactorial de 1 x 4 con 4 repeticiones por tratamiento. El factor utilizado tiempo (0(control), 15, 30, 45 y 60min). Tuvo como resultado, que el tiempo de exposición al tratamiento con ondas de ultrasonido, tienen un efecto significativo ( $\alpha=0.05$ ) sobre las propiedades estudiadas. Los efectos más significativos se evidenciaron al aplicar un tiempo de exposición de 30min; tales como la conservación de la vitamina C, el % acidez, sólidos solubles y el recuento de mesófilos; sin embargo a 45 y 60min se pudo notar un descenso de vitamina C (50%), incremento en el contenido de sólidos solubles (57%), con lo que respecta a mesófilos aerobios no se encontraron diferencias significativas. Los valores se mantuvieron conforme a la muestra control. Este estudio ofrece avances en la aplicación de tecnologías no emergentes en la conservación de los alimentos.
- Reyna (2015) en su investigación "*Efecto de la aplicación de ondas de ultrasonido sobre las propiedades fisicoquímicas, reológicas y microbiológicas de pulpa de*

*mango (Mangifera indica L.) variedad común*”, evaluó el efecto de la frecuencia y el tiempo de exposición de las ondas de ultrasonido sobre las propiedades fisicoquímicas (temperatura, sólidos solubles °Brix, pH, densidad y porcentaje de acidez), reológicas (índice de consistencia (K) e índice de fluidez (n) y microbiológicas (mesófilos aerobios, coliformes totales y fecales, hongos y levaduras y esporas de Clostridium sulfito reductor), de la pulpa de mango (*Mangifera indica L.*) variedad común, producido en la ciudad de Barrancabermeja, departamento de Santander, por ser una de las frutas más cultivadas en la región (67 ha). Obteniendo como resultado que la frecuencia de operación, como el tiempo de exposición al tratamiento con ondas de ultrasonido, tienen un efecto significativo ( $\alpha=0,05$ ) sobre las propiedades estudiadas. Los efectos más significativos se evidenciaron al aplicar una frecuencia de 25 kHz y un tiempo de exposición de 60 min; tales como el aumento en los sólidos solubles (26.7%), la densidad (30%), la acidez (70.9%) y el descenso del pH (0,32%). Sobre la carga microbológica, se evidencio una inhibición en los mesófilos aerobios (54.7%), así como para los hongos y levaduras (62.1%). Al graficar los resultados de la inactivación microbológica, estos revelan que sigue una tendencia bifásica o pseudolineal. Sobre las propiedades reológicas, se encontró que la pulpa de mango común conserva su comportamiento pseudoplástico. De igual manera se observó que existe un incremento de la temperatura de las muestras tratadas, el cual no excedió los 13.6 °C.

- Tucto (2019) en su trabajo de investigación “*Aplicación de ultrasonido en la obtención de bebida de arándano (vaccinium corymbosum) para prolongar su vida útil*”, realizó el estudio del efecto de la aplicación de ultrasonido en las bebidas de arándanos, teniendo como variables la potencia de ultrasonido (1050 y 1500 watts), tiempo (25 y 35 min) y temperatura (50 y 60 °C); obteniéndose un total de 8 tratamientos a los que se les realizo análisis del contenido de antocianinas, polifenoles totales y microbiológicos a 0, 15 , 30 , 45 y 60 días de almacenamiento a 30 °C; asimismo, se tuvo una evaluación sensorial las bebidas al finalizar el periodo de almacenamiento. Se determino la influencia de ultrasonido a los tratamientos (1500 w, 35 min, 60 °C), (1500 w, 25 min, 50 °C), (1500 w, 35 min, 50 °C), son los que alcanzaron los 60 días de duración con respecto a las cargas microbianas. El tratamiento con mejores características con respecto al contenido de antocianinas totales el Día 0 (1050 w, 25 min, 60 °C) es el mejor tratamiento, para D15 son (1500 w, 25 min, 50 °C), (1500 w, 35min, 50

°C) y (1500w, 25 min, 60 °C); D30 (1500 w, 25 min, 60 °C), D45 (1500 w, 35min, 60 °C) y D60 (1500 w, 25 min, 50 °C). El tratamiento con mejores características con respecto al contenido de polifenoles totales Día 0 (1500 w, 35 min, 50 °C) y Dia 45 (1500 w, 35 min, 50 °C), es el mejor tratamiento por la cantidad de polifenoles totales obtenidos, para las diferentes factores y niveles evaluados. Se determino la influencia de aplicación de ultrasonido en las mejores características sensoriales con respecto al sabor, olor y aspecto general lo registraron en 5 °C los tratamientos (1500 w, 25 min, 50 °C), (1500 w, 35 min, 50 °C) y 30 °C los tratamientos (1500 w, 35 min, 60 °C), (1500 w, 25 min, 50 °C), (1500 w, 35 min, 50 °C) que preservaron sus características aceptables.

- Atencia y Picón (2016) en su investigación "*Evaluación del contenido de vitamina C, B-caroteno y las características microbiológicas durante el almacenamiento en la bebida de aguaymanto (Physalis peruviana) con aplicación ultrasónica*", evaluó el periodo de vida útil en anaquel, bajo condiciones ambientales normales en la ciudad de Huánuco para las bebidas de aguaymanto bajo en calorías con aplicaciones de ultrasonido después del envasado con fines de eliminar la carga microbiana y evitar la pérdida sustancial de nutrientes como la vitamina C y la provitamina A. Por tanto los tratamientos fueron aplicados de la siguiente manera: T1 = (P1= 600 W; t1 = 10 min), T2 = (P2= 1050 W; t2 = 20 min), T3 = (P3= 1500 W; t3 = 30 min), con una frecuencia constante de 40 khz, y a una temperatura constante de 55°C. Las mejores características físico-químicas con respecto a la vitamina C fue el T3 que se preservó hasta por 6 meses, en cuanto al B- caroteno fue el T1 y T2 que no tuvieron diferencias significativas y solo el T2 se preservó hasta por 6 meses. Los tratamientos T0, T2 y T3, son los que alcanzaron los 6 meses de duración con respecto a las cargas microbianas, siendo el T1 el que sufrió deterioro al cuarto mes con Aerobios mesófilos y levaduras, siendo aceptables para el caso de los límites de coliformes totales y mohos. En cuanto a las características sensoriales con respecto al sabor y color lo registraron los tratamientos T2 y T3 que preservaron sus características aceptables, los mismos que con el análisis físico-químico siguen siendo los óptimos.

## **2.3. Hipótesis**

### **2.3.1. Hipótesis general**

La aplicación del termosonicado influirá en el tiempo de vida útil de la pulpa de granadilla y de tumbo serrano.

### **2.3.2. Hipótesis específicas**

- Al determinar la potencia óptima del ultrasonido obtendremos una mejor conservación de la vitamina C.
- Si determinamos la mejor potencia ultrasónica se logrará conservar la pulpa de granadilla y de tumbo serrano con características fisicoquímicas aceptables.
- Si determinamos la mejor potencia ultrasónica se obtendrá una pulpa de granadilla y de tumbo serrano con una calidad microbiana dentro de los parámetros exigidos.

## **2.4. Variables y operacionalización de variables**

### **2.4.1. Variable independiente**

X<sub>11</sub>: 750 W de potencia

X<sub>12</sub>: 1500 W de potencia

X<sub>21</sub>: 10 minutos

X<sub>22</sub>: 20 minutos

X<sub>23</sub>: 30 minutos

### **2.4.2. Variable dependiente**

Contenido de vitamina C.

Características microbiológicas.

Características físicoquímicas.

### **2.4.3. Variables intervinientes**

Frecuencia (Khz).

Temperatura de almacenamiento (8°C, ambiente y 30 °C).

#### 2.4.4. Operacionalización de variables

En la tabla 5, podemos observar el cuadro de operacionalización de las variables.

**Tabla 5.** Operacionalización de variables.

Variables		Dimensión	Indicadores
<b>Variable Independiente (X1)</b>		<b>Potencia</b>	1500 Watts 750 Watts
Evaluación de las diferentes potencias de ultrasonido en la pulpa de granadilla y tumbo.		<b>Tiempo</b>	30 min 20 min 10 min
<b>Variable Dependiente</b>			
Contenido de vitamina C		<b>Evaluación de contenido de vitamina C.</b>	Vitamina C (mL)
Características fisicoquímicas		<b>Evaluación de características fisicoquímicas</b>	pH °Brix Acidez Humedad Cenizas
Características microbiológicas		<b>Evaluación de características microbiológicas</b>	UFC aerobios mesófilos UFC levadura y mohos
Almacenamiento en el tiempo		<b>Evaluación de temperatura</b>	8°C T° ambiente 30°C
		<b>Tiempo</b>	0 días 20 días 40 días 60 días

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

La presente investigación se realizó en la empresa KARBEL S.C.R.L. Los análisis fisicoquímicos, microbiológicos de las muestras se realizaron en los laboratorios de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

#### **3.2. Tipo y nivel de investigación**

Régimen de Investigación : Experimental.

Tipo de Investigación : Aplicada.

Nivel de Investigación : Experimental - Explicativa.

#### **3.3. Población, muestras y unidad de análisis**

##### **3.3.1. Población**

La población estudiada estuvo conformada por la pulpa de granadilla y tumbo serrano, procedentes del distrito de Umari, provincia de Pachitea, región Huánuco.

##### **3.3.2. Muestra**

La muestra estuvo conformada por 360 envases de 150 mililitros de pulpa de granadilla y tumbo serrano, y 60 muestras de testigo.

##### **3.3.3. Unidad de análisis**

La unidad de análisis fueron 360 envases de 150 mililitros de pulpa de granadilla y tumbo serrano sometidos a tratamientos de termosonicado y 60 envases de tratamiento térmico convencional.

**Tabla 6.** Muestra de investigación (pulpa de granadilla y tumbo serrano).

<b>Tratamientos</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Cantidad (Envase de 150ml)</b>
T <sub>0</sub>	Sin tratamiento ultrasónico	60
T <sub>1</sub>	Con tratamiento ultrasónico (potencia de 750 watts y tiempo de 10 minutos)	60
T <sub>2</sub>	Con tratamiento ultrasónico (potencia de 750 watts y tiempo de 20 minutos)	60
T <sub>3</sub>	Con tratamiento ultrasónico (potencia de 750 watts y tiempo de 30 minutos)	60
T <sub>4</sub>	Con tratamiento ultrasónico (potencia de 1500 watts y tiempo de 10 minutos)	60
T <sub>5</sub>	Con tratamiento ultrasónico (potencia de 1500 watts y tiempo de 20 minutos)	60
T <sub>6</sub>	Con tratamiento ultrasónico (potencia de 1500 watts y tiempo de 30 minutos)	60
<b>TOTAL</b>		<b>420</b>

### 3.4. Tratamiento de estudio

#### 3.4.1. Factores de estudio

Los factores en estudio en la evaluación de la pulpa de granadilla y tumbo serrano, sometidos a diferentes tratamientos con termosonicado se muestran en la tabla 7.

**Tabla 7.** Tratamientos en estudios para determinar la potencia y tiempo adecuado de la pulpa de granadilla y tumbo serrano.

<b>Tratamientos</b>	<b>Especificaciones de los tratamientos</b>	
	<b>Potencia</b>	<b>Tiempo</b>
T <sub>0</sub>	Sin tratamiento ultrasónico	
T <sub>1</sub>	750 watts	10 minutos
T <sub>2</sub>	750 watts	20 minutos
T <sub>3</sub>	750 watts	30 minutos
T <sub>4</sub>	1500 watts	10 minutos
T <sub>5</sub>	1500 watts	20 minutos
T <sub>6</sub>	1500 watts	30 minutos

### 3.5. Pueba de hipótesis

Para determinar el mejor tratamiento de termosonicado de la pulpa de granadilla y tumbo serrano.

#### 3.5.1. Hipótesis nula

H<sub>0</sub>: Los seis tratamientos de pulpa de granadilla y tumbo serrano con termosonicado presentan el mismo tiempo de vida útil.

$$H_0: T_0=T_1=T_2=T_3=T_4=T_5=T_6$$

#### 3.5.2. Hipótesis alternativa

H<sub>1</sub>: Al menos uno de los tratamientos de pulpa de granadilla y tumbo serrano con termosonicado presenta un tiempo de vida útil diferente.

H<sub>0</sub>: Al menos un T<sub>n</sub>≠0

#### 3.5.3. Diseño de investigación

Para evaluar la frecuencia óptima en la aplicación de la pulpa de granadilla y tumbo serrano obtenida en el estudio (tratamientos), se utilizó el control del tiempo en días transcurridos, cuyas calificaciones se sometió a un Diseño Completamente al Azar (DCA) para determinar la diferencia estadística entre los tratamientos.

El modelo matemático correspondiente a un DCA (Diseño Completamente al Azar) tiene la ecuación siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + E_{ij}$$

$\mu$  = Factor constante (parámetro).

$t_i$  = Efecto del tratamiento (parámetro) en la unidad Experimental.

$e_{ij}$  = Error, valor de la variable aleatoria Error Experimental.

**Tabla 8.** Esquema del análisis de varianza.

<b>Fuentes de variabilidad</b>	<b>Grados de libertad</b>
Tratamientos	(t-1)
Error Experimental	t (r-1)
Total	rt - 1

Fuente: Steell y Torrie, (1996).

#### **3.5.4. Datos a registrar**

Se registró las características de la pulpa de granadilla y tumbo serrano, características fisicoquímicas (pH, °Brix, acidez titulable, humedad, cenizas); vitamina C y características microbiológicas (aerobios mesófilos, mohos y levaduras).

#### **3.5.5. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información**

##### **Técnicas:**

- Análisis documental. - Nos permitió el análisis del material estudiado.
- Análisis del contenido. - Se analizó de forma objetiva y sistemática el documento leído.
- Fichaje. - Se empleó para construir el marco teórico de la presente investigación.

##### **Instrumentos:**

- Fichas de recolección bibliográfica.
- Libreta de campo.

También se utilizó otros instrumentos como memorias USB. De la misma manera, se obtuvo los datos de fuentes primarias, utilizando la técnica de la observación e investigación. Los instrumentos utilizados fueron los equipos y materiales de laboratorio mencionados en los métodos empleados en la investigación, una libreta de apuntes y una computadora para procesar los datos obtenidos.

Para el procesamiento y presentación de resultados. - Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados por una computadora utilizando el software Microsoft Office 2016 con sus hojas de textos Word y cálculos Excel.

### **3.6. Materiales y equipos**

#### **3.6.1. Materia prima**

La materia prima que se utilizó en el proyecto de investigación fue la granadilla (*Passiflora ligularis*) y tumbo serrano (*Passiflora mollissima*) procedentes del distrito de Umari, provincia de Pachitea.

#### **3.6.2. Materiales**

Micropipetas de 1000 µl, gradilla para tubo de ensayos, vasos de precipitado de 100 mL, tubos de ensayo 16 mm x 160 mm, pizeta, vagueta, cubetas del espectrofotómetro, ollas de acero inoxidable, termómetro, puntas para micropipetas, microtubos, jeringa de 5 mL, microfiltros de 0,22 µm, viales color ámbar de 1.5 mL para HPLC, gradilla de metal para viales de HPLC, filtros, agua destilada.

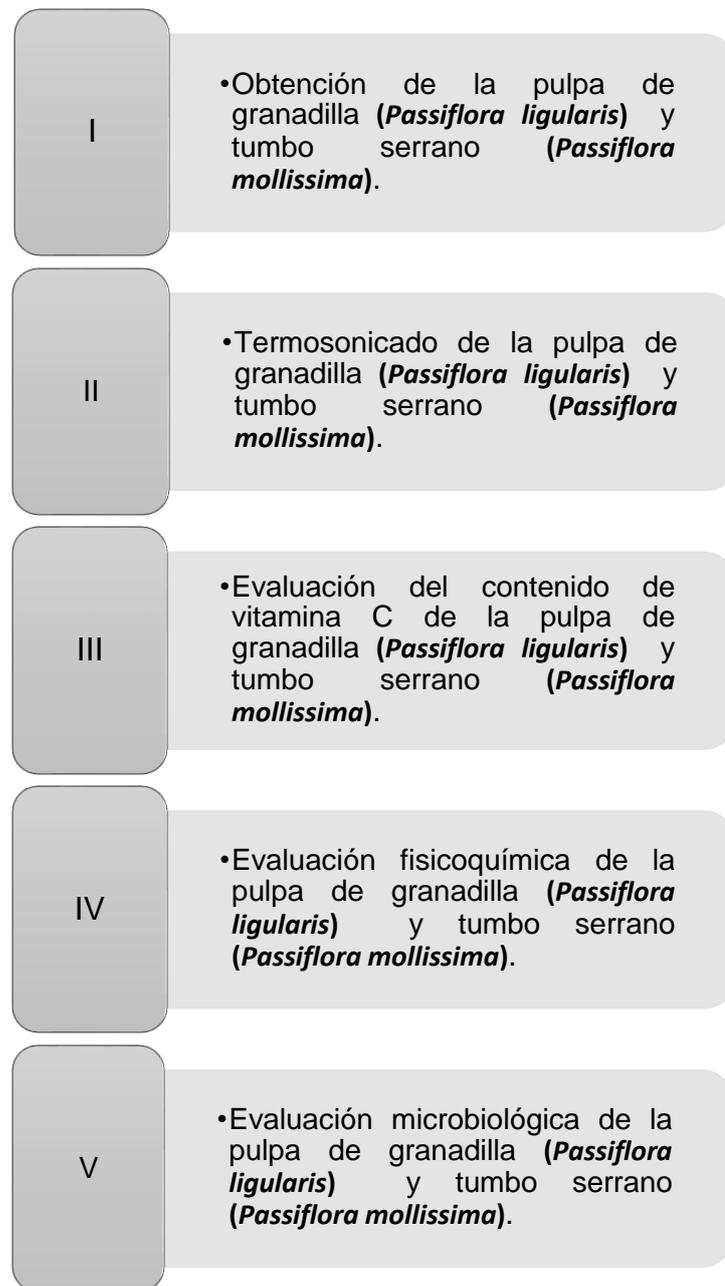
#### **3.6.3. Equipos**

- Cromatógrafo para Líquidos de Alta Resolución (KNAUER – AZURA).
- Microcentrifuga (Eppendorf, MiniSpin® plus, 14500 rpm máx., Alemania)
- Espectrofotómetro, GENESYS™ 105, 190–1090 nm, Alemania
- Pulpeadora (volumen máx. de 10 L, 1 HP, Perú)
- Cocina industrial
- Refractómetro (MA871 Refractometer – Milwaukee).
- pH metro (Metrohm, 827 pH lab, rango -8.000 a +22.000 pH, resolución 0.0, Suiza)
- Ultrasonido (Lab Companion®, mod. UCS – 05, 40 KHz, 25 a 70 °C, USA)
- Ultra purificador de agua (ELGA - VEOLIA, PUREAB – Classic, agua Tipo I, 18.2 MΩ, UK)
- Purificador (ELGA-VEOLIA, mod. Micra, agua Tipo II, UK)

#### **3.6.4. Reactivos**

- Solución de fenolftaleína al 1%
- Hidróxido de sodio 0.01N
- Ácido acético al 0.1%
- Ácido meta fosfórico al 4.5%
- Alcohol etílico 96°
- Acetona 99.8 %

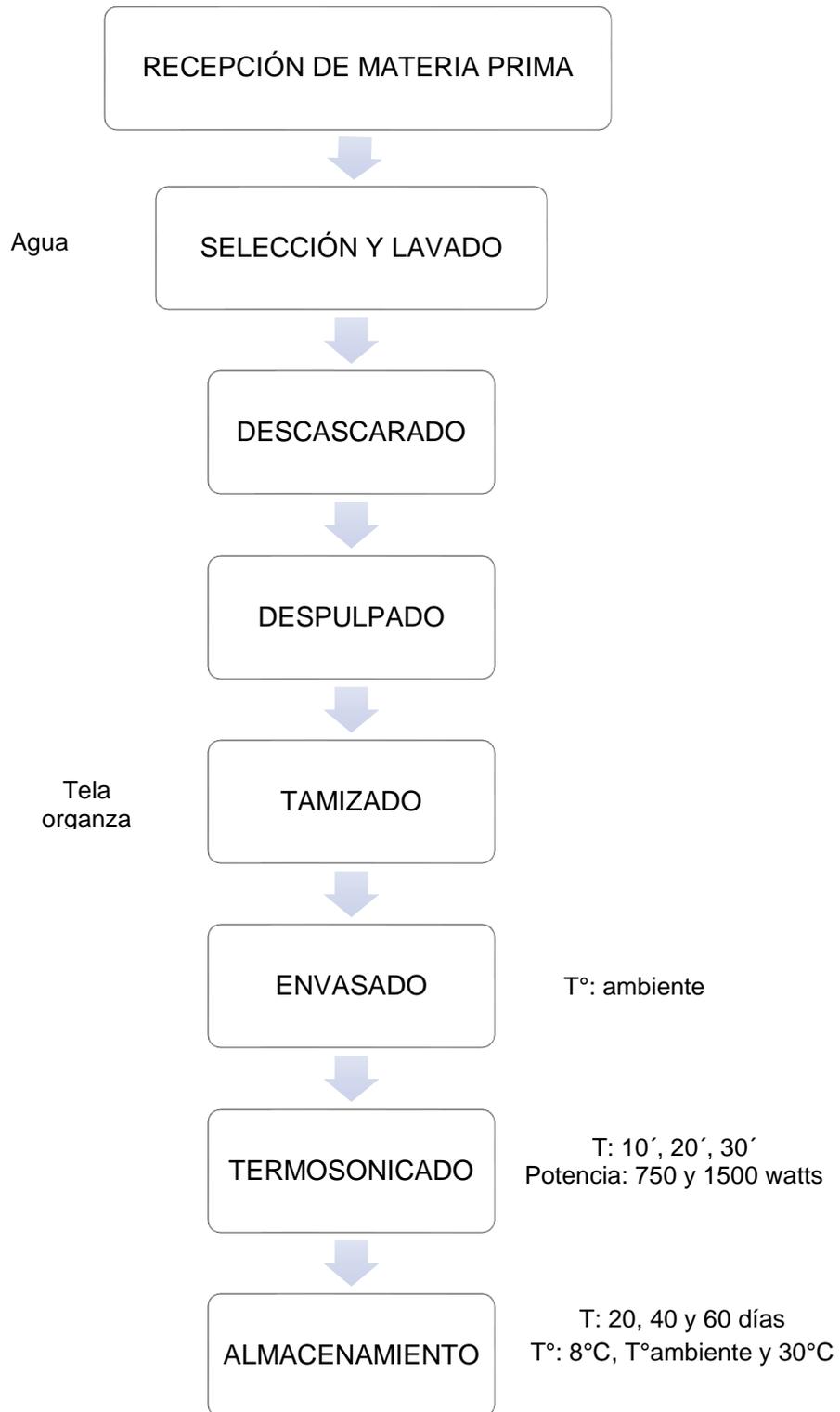
### 3.7. Conducción de la investigación



**Figura 8.** Conducción de la investigación.

#### 3.7.1. Obtención de la pulpa de granadilla (*Passiflora ligularis*) y tumbo serrano (*Passiflora mollissima*)

Se obtuvo la pulpa de granadilla y tumbo serrano mediante el siguiente flujograma:



**Figura 9.** Flujograma de la obtención de pulpa de granadilla y tumbo serrano.

- Recepción de materia prima:** Se recepcionó del proveedor la materia prima requerida (gradilla y tumbo serrano), con un índice de madurez del 80% en javas.

- **Selección y lavado:** Se separó las frutas sanas de las dañadas por algún hongo, para luego lavarlas con agua potable.
- **Descascarado:** Se retiró la cáscara de la fruta de forma manual, usando cucharas y cuchillos; partiendo las frutas por la mitad.
- **Despulpado:** Se uso una despulpadora y un recipiente para separar la pulpa de las semillas, mediante el friccionamiento.
- **Tamizado:** Se completó la operación de despulpado tamizando con tela organza.
- **Envasado:** Se realizó el envasado de la pulpa de granadilla y tumbo serrano en botellas de vidrio ámbar, con un contenido de 150 mL. a una temperatura de 22°C.
- **Termosonicado:** Se usó el prototipo de ultrasonido de la empresa KARBEL SCRL, en la cual se colocó las muestras de pulpa de granadilla y tumbo serrano ya envasadas, y se sometió a tiempos de 10´, 20´, 30´ y una potencia de 750 y 1500 watts.
- **Almacenamiento:** Las muestras fueron almacenadas en el laboratorio de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial y en las instalaciones del CITE AGROINDUSTRIAL por 20, 40 y 60 días y temperaturas de: 8°C, T° ambiente y 30°C.

### 3.7.2. Termosonicado de la pulpa de granadilla (*Passiflora ligularis*) y tumbo serrano (*Passiflora mollissima*)

En esta operación se le aplicó el termosonicado a los seis tratamientos de pulpa de granadilla y tumbo serrano envasados en botellas de vidrio, cada tratamiento con diferentes potencias y diferentes tiempos; tal y como se muestra en la tabla 9.

**Tabla 9.** Aplicación del termosonicado en la pulpa de granadilla y tumbo serrano.

Tratamientos	Factores	
	Potencia (Watts)	Tiempo (minutos)
T <sub>1</sub>	750	10
T <sub>2</sub>	750	20
T <sub>3</sub>	750	30
T <sub>4</sub>	1500	10
T <sub>5</sub>	1500	20
T <sub>6</sub>	1500	30

### 3.7.3. Evaluación del contenido de vitamina C de la pulpa de granadilla (*Passiflora ligularis*) y tumbo serrano (*Passiflora mollissima*)

La muestra se centrifugó en los microtubos a 10000 rpm durante 10 min en la microcentrífuga (eppendorf, MiniSpin® plus, 14500 rpm máx., Alemania), seguidamente se microfiltro con la ayuda de los microfiltros (0,22 µm) en los viales de 1.5 µl, luego se puso en el riel metálico para inyectar en el sistema de cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC). Un detector espectrofotométrico uv/v spd-10avvp con la longitud de onda de 254 nm fue empleado. Agua ultra pura con 0.1% de ácido acético como fase móvil se empleó con un flujo de 0.8 mL/min. Los datos se adquirieron y se procesaron mediante la clase-VP de software. Los picos serán identificados a los 5 min de retención. Los resultados se expresaron en µg/g de la fruta (nova técnica Sao Paulo, Brasil).

### 3.7.4. Evaluación fisicoquímica de la pulpa de granadilla (*Passiflora ligularis*) y tumbo serrano (*Passiflora mollissima*)

#### 3.7.4.1. Medición de °Brix

Se utilizó el método de la AOAC 932.12, se puso 1 mL de pulpa en el refractómetro digital (MA871 Refractometer - Milwaukee) y por último se reportó el resultado a temperatura ambiente (25 °C).

#### 3.7.4.2. Medición de pH

Se utilizó el método de la AOAC 981.12, se midió 25 mL de la pulpa en un vaso de precipitado, se introdujo el electrodo del pH metro (Metrohm, 827 pH lab), se atemperó y se reportó el resultado.

#### 3.7.4.3. Medición de acidez

Se utilizó el método de la AOAC 942.15, se midió 5 mL de pulpa en un vaso de precipitado de 100 mL, luego se añadió 10 mL de agua destilada, seguidamente se tituló con NaOH al 0.1N, finalmente se reportó el gasto obtenido. El porcentaje de acidez titulable se obtendrá mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de acidez titulable} = \left( \frac{VG \times N \times \text{Peq ac cítrico}}{M \text{ (ml)}} \right) \times 100$$

**Donde:**

**VG<sub>NaOH</sub>:** Volumen gastado de NaOH 0.1N

**N<sub>NaOH</sub>:** Normalidad de la soda

**Peq:** Peso equivalente del ácido cítrico

**Pm:** Peso de la muestra

Los pesos equivalentes de ácidos más comunes son: Jugos y pulpas de frutas: % Ácido Cítrico 0.06404.

### **3.7.5. Evaluación microbiológica de la pulpa de granadilla (*Passiflora ligularis*) y tumbo serrano (*Passiflora mollissima*)**

Para la evaluación microbiológica de la pulpa de granadilla y tumbo serrano, empleamos el método de recuento de microorganismos viables totales. En lo que respecta al recuento de microorganismos aeróbios mesófilos se utilizó como medio de cultivo el Agar Cuenta Estándar y para el recuento de mohos y levaduras Agar Papa dextrosa. Para ello se realizó diluciones seriadas de la muestra  $10^{-1}$  a  $10^{-4}$ , seguidamente inocular 1mL de las diluciones  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  y  $10^{-4}$  en las placas petri estériles previamente rotuladas. Adicionar 15 mL de Agar Cuenta Estándar fundido el cual se encuentra a  $45^{\circ}\text{C}$ , luego homogenizar el inóculo en el medio de cultivo (con ligeros movimientos circulares) y dejar solidificar, seguidamente incubar a  $35^{\circ}\text{C}$  por un espacio de 48 horas. Finalmente realizar el recuento de microorganismos, se reportaron en ufc/g.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Obtención de la pulpa de granadilla (*Passiflora ligularis*) y tumbo serrano (*Passiflora mollissima*)

Se obtuvo la pulpa de granadilla, siguiendo el proceso de pulpeado, de forma semi industrial. Teniendo como rendimiento del 25% de pulpa de granadilla en relación al fruto.

### 4.2. Evaluación del contenido de vitamina C de la pulpa de granadilla (*Passiflora ligularis*)

Después del proceso de ultrasonido aplicado a cada uno de los tratamientos a distintas temperaturas, se evaluó la degradación de la vitamina C en la pulpa de granadilla y los resultados se muestran en la Tabla 9:

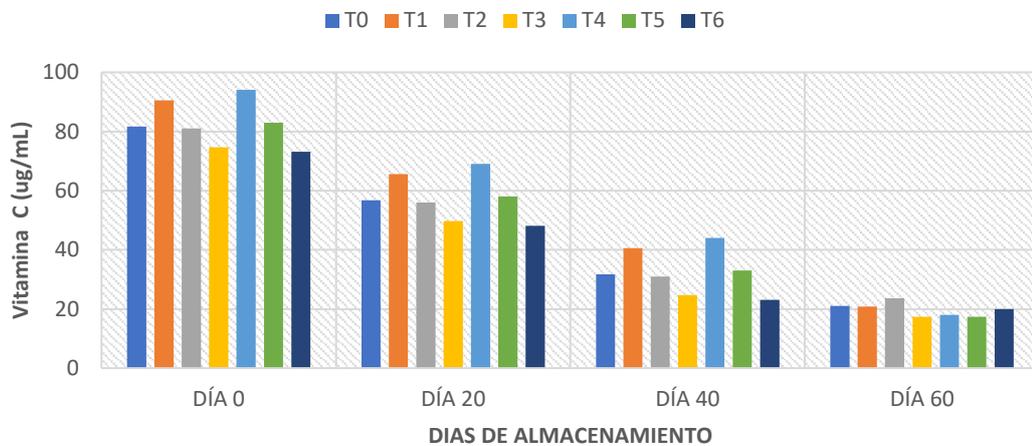
**Tabla 10.** Análisis estadístico del contenido de vitamina C en la pulpa de granadilla

Tratamiento	Vitamina C (ambiente)	Vitamina C (estufa)	Vitamina C (refrigeración)
T <sub>0</sub>	47,80 ± 27,12 <sup>ab</sup>	39,81 ± 22,17 <sup>a</sup>	43,67 ± 27,95 <sup>a</sup>
T <sub>1</sub>	54,38 ± 30,26 <sup>b</sup>	36,62 ± 25,29 <sup>a</sup>	50,13 ± 27,58 <sup>ab</sup>
T <sub>2</sub>	47,89 ± 26,05 <sup>ab</sup>	45,15 ± 29,30 <sup>a</sup>	67,35 ± 30,95 <sup>c</sup>
T <sub>3</sub>	41,62 ± 26,04 <sup>a</sup>	36,73 ± 25,39 <sup>a</sup>	59,06 ± 33,13 <sup>bc</sup>
T <sub>4</sub>	56,30 ± 32,66 <sup>b</sup>	36,88 ± 24,45 <sup>a</sup>	57,56 ± 31,93 <sup>abc</sup>
T <sub>5</sub>	47,85 ± 28,82 <sup>ab</sup>	38,20 ± 23,01 <sup>a</sup>	51,81 ± 22,55 <sup>ab</sup>
T <sub>6</sub>	41,08 ± 24,80 <sup>a</sup>	39,31 ± 26,37 <sup>a</sup>	57,71 ± 23,53 <sup>abc</sup>

\* Resultados expresados como promedio ± SD, n=4.

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas (p<0,05).

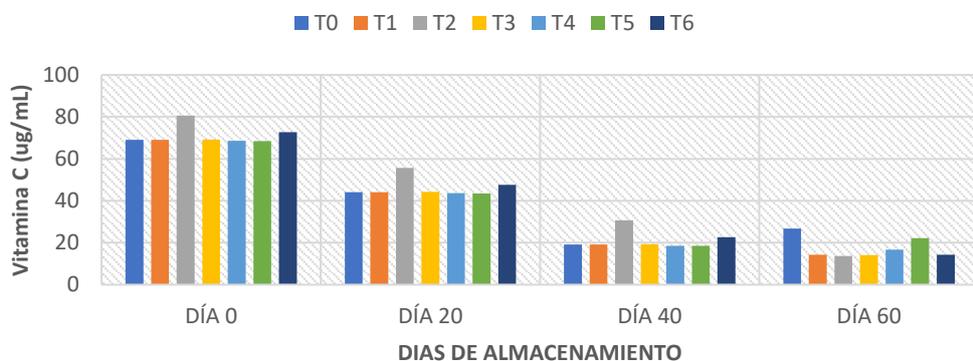
TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO: 22°C ±2



**Gráfico 1.** Resultado del contenido de vitamina C de la pulpa de granadilla almacenado a temperatura ambiente (22°C ±2).

- En la Tabla 10 se muestran los resultados de la evaluación de la pulpa de granadilla en temperatura de conservación ambiente (22 °C) donde si existe diferencia significativa entre los tratamientos durante los 60 dias de evaluación. Grafico 1 se puede ver comportamiento descendente de los niveles de vitamina C de la pulpa, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>2</sub> (23.62 µg/mL).

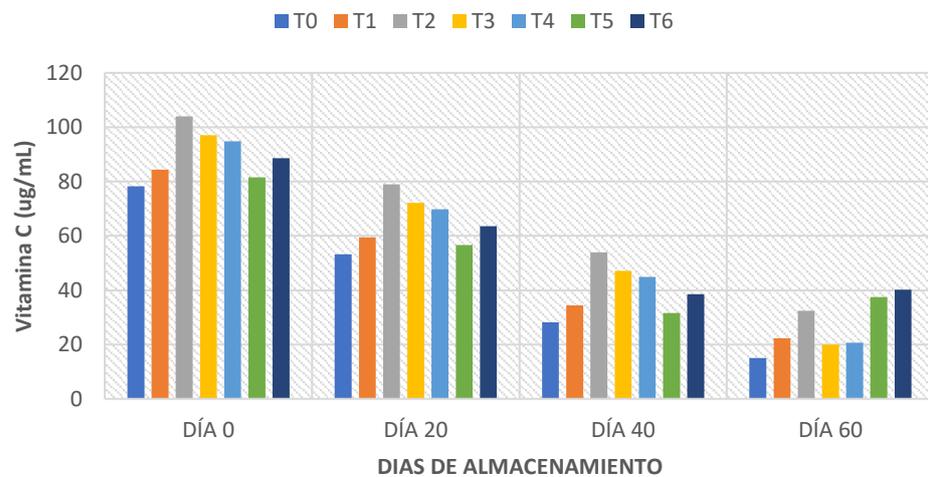
TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO: 30°C ±2



**Gráfico 2.** Resultado del contenido de vitamina C de la pulpa de granadilla almacenado en estufa (30°C ±2).

- La Tabla 10 muestra los valores obtenidos en almacenamiento a estufa con una temperatura de  $30^{\circ}\text{C} \pm 2$ , donde se puede ver que los tratamientos en estudio no tienen ninguna diferencia significativa. En el gráfico 2, se muestra el contenido de vitamina C de la pulpa de granadilla, donde los tratamientos tuvieron un comportamiento descendente, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>5</sub> (22.25  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) al finalizar el estudio.

### TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO: $8^{\circ}\text{C} \pm 2$



**Gráfico 3.** Resultado del contenido de vitamina C de la pulpa de granadilla almacenado en refrigeración ( $8^{\circ}\text{C} \pm 2$ ).

- La Tabla 10 muestra los valores obtenidos en refrigeración con una temperatura de  $8^{\circ}\text{C} \pm 2$ , donde existe diferencia estadísticamente significativa entre los 6 tratamientos. En el gráfico 3, se muestra el contenido de vitamina C de la pulpa de granadilla, donde los tratamiento tuvieron un comportamiento descendente como se muestran en el gráfico, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>6</sub> (40.14  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) al finalizar el estudio.

### 4.3. Evaluación fisicoquímica de la pulpa de granadilla

#### 4.3.1. Contenido de sólidos solubles (°Brix)

En cuanto al análisis de sólidos solubles como se muestra en la Tabla 11, existen diferencias significativas según el punto de vista estadístico en todo los tratamientos, el testigo mostró un menor valor frente a los tratamientos de termosonicación.

**Tabla 11.** Análisis estadístico de °Brix en la pulpa de granadilla

Tratamiento	°Brix (ambiente)	°Brix (estufa)	°Brix (refrigeración)
T <sub>0</sub>	13,53 ± 0,18 <sup>b</sup>	13,33 ± 0,32 <sup>c</sup>	13,22 ± 0,17 <sup>c</sup>
T <sub>1</sub>	15,40 ± 0,37 <sup>a</sup>	14,99 ± 0,16 <sup>b</sup>	15,38 ± 0,16 <sup>ab</sup>
T <sub>2</sub>	15,35 ± 0,16 <sup>a</sup>	15,37 ± 0,22 <sup>ab</sup>	15,47 ± 0,17 <sup>ab</sup>
T <sub>3</sub>	15,34 ± 0,19 <sup>a</sup>	15,34 ± 0,19 <sup>ab</sup>	15,35 ± 0,21 <sup>b</sup>
T <sub>4</sub>	15,48 ± 0,18 <sup>a</sup>	15,58 ± 0,19 <sup>a</sup>	15,49 ± 0,16 <sup>a</sup>
T <sub>5</sub>	15,14 ± 0,42 <sup>a</sup>	15,19 ± 0,42 <sup>ab</sup>	15,40 ± 0,16 <sup>ab</sup>
T <sub>6</sub>	15,14 ± 0,42 <sup>a</sup>	15,27 ± 0,29 <sup>ab</sup>	15,43 ± 0,18 <sup>ab</sup>

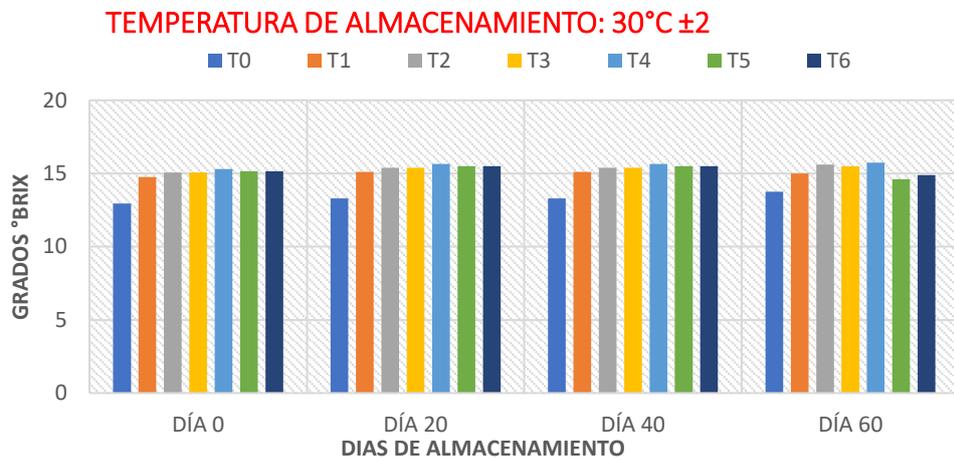
\* Resultados expresados como promedio ± SD, n=4.

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas (p<0,05).



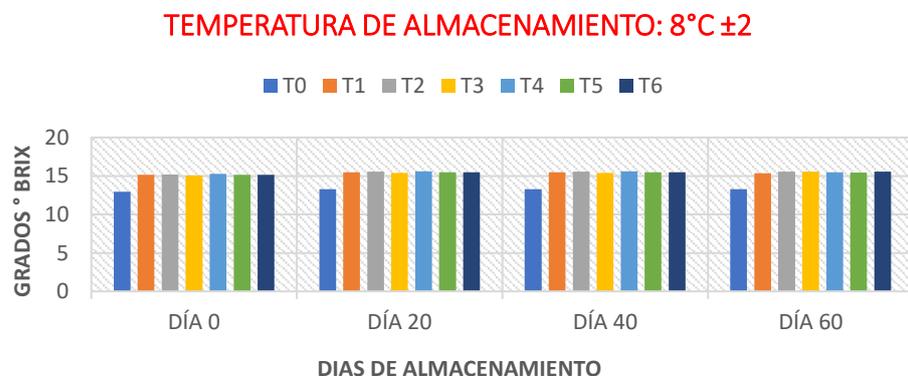
**Gráfico 4.** Resultado del contenido de sólidos solubles de la pulpa de granadilla almacenado a temperatura ambiente (22°C ±2).

- Asimismo, el gráfico 4, se muestra el contenido de sólidos solubles (°Brix) de la pulpa de granadilla almacenado a temperatura ambiente ( $22^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), los tratamientos tuvieron un comportamiento descendente como se muestran en el gráfico, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>1</sub> (15.9) al finalizar el estudio.



**Gráfico 5.** Resultado del contenido de sólidos solubles de la pulpa de granadilla almacenado en estufa ( $30^{\circ}\text{C} \pm 2$ ).

- La Tabla 11 muestra los valores obtenidos en estufa con una temperatura de  $30^{\circ}\text{C} \pm 2$ , donde existe diferencia estadísticamente significativa entre los 6 tratamientos. En el gráfico 5, se muestra el contenido de sólidos solubles (°Brix) de la pulpa de granadilla, donde los tratamiento tuvieron un comportamiento descendente como se muestran en el gráfico, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>4</sub> (15.73) al finalizar el estudio.



**Gráfico 6.** Resultado del contenido de sólidos solubles de la pulpa de granadilla almacenado en refrigeración ( $8^{\circ}\text{C} \pm 2$ ).

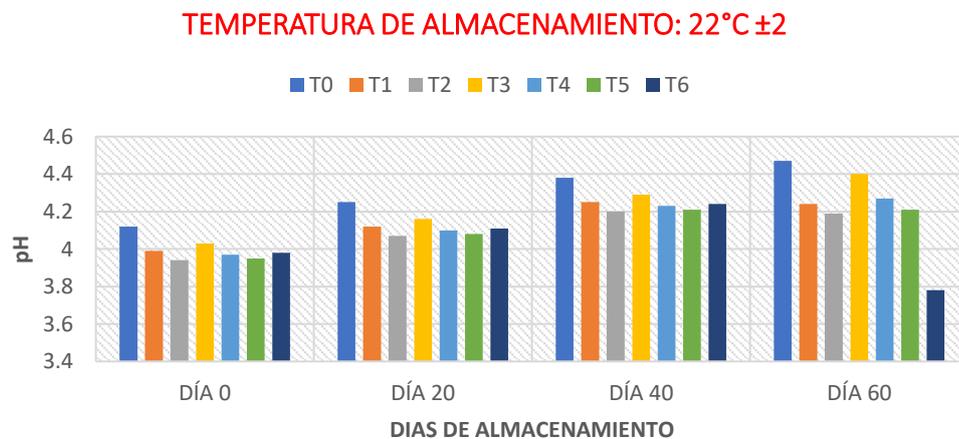
- La Tabla 11 muestra los valores obtenidos en refrigeración con una temperatura de  $8^{\circ}\text{C} \pm 2$ , donde existe diferencia estadísticamente significativa entre los 6 tratamientos. En el gráfico 6, se muestra el contenido de sólidos solubles ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) de la pulpa de granadilla, donde los tratamientos tuvieron un comportamiento descendente como se muestran en el gráfico, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>2</sub>-T<sub>3</sub>-T<sub>4</sub>-T<sub>6</sub> (15.55) al finalizar el estudio.

#### 4.3.2. Contenido de pH

**Tabla 12.** Análisis estadístico del pH en la pulpa de granadilla

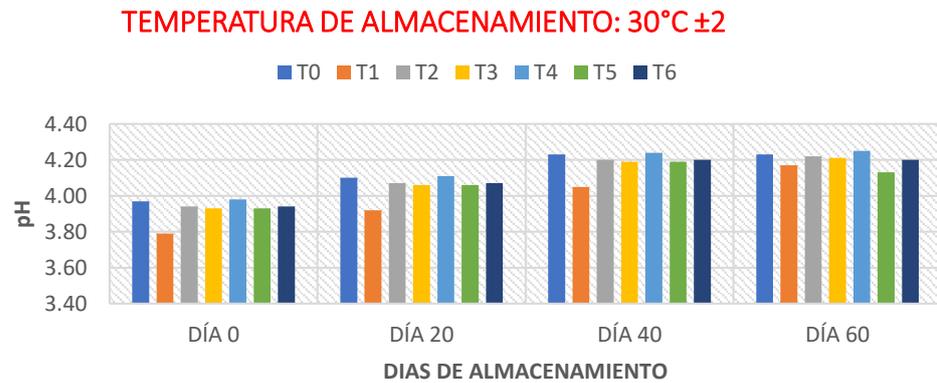
Tratamiento	pH (ambiente)	pH (estufa)	pH (refrigeración)
T <sub>0</sub>	4,31 $\pm$ 0,15 <sup>b</sup>	4,13 $\pm$ 0,12 <sup>bc</sup>	4,30 $\pm$ 0,14 <sup>b</sup>
T <sub>1</sub>	4,15 $\pm$ 0,12 <sup>ab</sup>	3,98 $\pm$ 0,16 <sup>a</sup>	4,19 $\pm$ 0,11 <sup>ab</sup>
T <sub>2</sub>	4,10 $\pm$ 0,12 <sup>ab</sup>	4,11 $\pm$ 0,13 <sup>bc</sup>	4,15 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>
T <sub>3</sub>	4,22 $\pm$ 0,16 <sup>ab</sup>	4,10 $\pm$ 0,13 <sup>bc</sup>	4,11 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>
T <sub>4</sub>	4,14 $\pm$ 0,14 <sup>ab</sup>	4,15 $\pm$ 0,13 <sup>c</sup>	4,12 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>
T <sub>5</sub>	4,11 $\pm$ 0,12 <sup>ab</sup>	4,08 $\pm$ 0,11 <sup>b</sup>	4,09 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>
T <sub>6</sub>	4,03 $\pm$ 0,20 <sup>a</sup>	4,10 $\pm$ 0,12 <sup>bc</sup>	4,10 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>

\* Resultados expresados como promedio  $\pm$  SD, n=4.



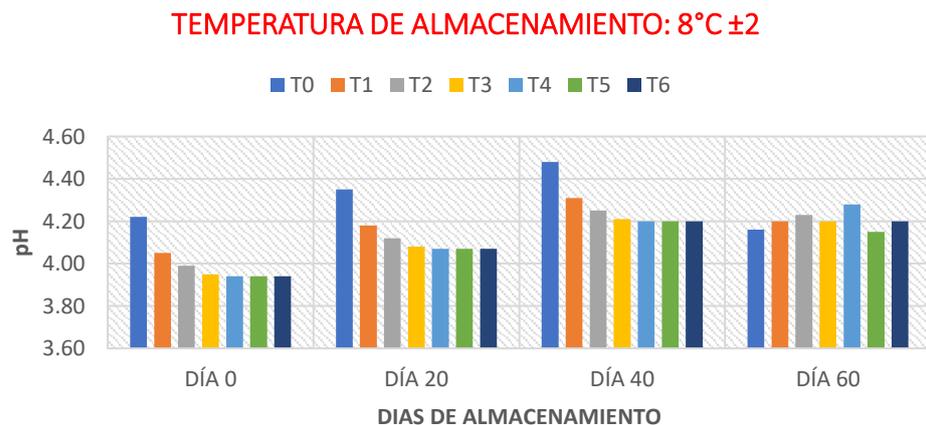
**Gráfico 7.** Resultado del contenido de pH de la pulpa de granadilla almacenado a temperatura ambiente ( $22^{\circ}\text{C} \pm 2$ ).

- En la Tabla 12 y en el Gráfico 7, se muestra el contenido del potencial de hidrógeno (pH) de la pulpa de granadilla con almacenamiento a temperatura ambiente ( $30^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), se observa que hay diferencia significativa entre ellos, los tratamientos tuvieron un comportamiento ascendente como se muestran en el gráfico, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>6</sub> (3.78) al finalizar el estudio.



**Gráfico 8.** Resultado del contenido de pH de la pulpa de granadilla almacenado en estufa ( $30^{\circ}\text{C} \pm 2$ ).

- En la Tabla 12 y en el gráfico 8, se muestra el contenido del potencial de hidrógeno (pH) de la pulpa de granadilla con almacenamiento en estufa ( $30^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), los tratamientos tuvieron un comportamiento ascendente como se muestran en el gráfico, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>5</sub> (4.13) al finalizar el estudio. Existe diferencia significativa entre los tratamientos.



**Gráfico 9.** Resultado del contenido de pH de la pulpa de granadilla almacenado en refrigeración ( $8^{\circ}\text{C} \pm 2$ ).

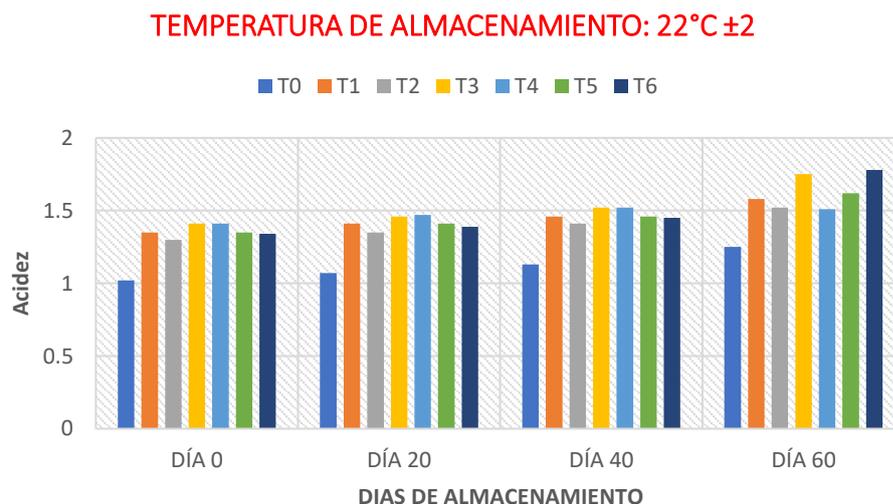
- En la Tabla 12 y en el gráfico 9, se muestra el contenido del potencial de hidrógeno (pH) de la pulpa de granadilla con almacenamiento en refrigeración ( $8^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), los tratamientos tuvieron un comportamiento ascendente como se muestran en el gráfico, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>5</sub> (4.15) al finalizar el estudio.

#### 4.3.3. Contenido de acidez

**Tabla 13.** Análisis estadístico de la acidez de la pulpa de granadilla

Tratamiento	Acidez (ambiente)	Acidez (estufa)	Acidez (refrigeración)
T <sub>0</sub>	1,12 ± 0,10 <sup>a</sup>	1,17 ± 0,05 <sup>a</sup>	1,17 ± 0,08 <sup>a</sup>
T <sub>1</sub>	1,45 ± 0,10 <sup>bc</sup>	1,56 ± 0,09 <sup>c</sup>	1,40 ± 0,05 <sup>b</sup>
T <sub>2</sub>	1,40 ± 0,09 <sup>b</sup>	1,41 ± 0,08 <sup>b</sup>	1,44 ± 0,10 <sup>bc</sup>
T <sub>3</sub>	1,54 ± 0,15 <sup>c</sup>	1,45 ± 0,06 <sup>b</sup>	1,44 ± 0,07 <sup>bc</sup>
T <sub>4</sub>	1,48 ± 0,05 <sup>bc</sup>	1,48 ± 0,07 <sup>bc</sup>	1,45 ± 0,06 <sup>bc</sup>
T <sub>5</sub>	1,46 ± 0,12 <sup>bc</sup>	1,48 ± 0,11 <sup>b</sup>	1,44 ± 0,05 <sup>bc</sup>
T <sub>6</sub>	1,49 ± 0,20 <sup>bc</sup>	1,45 ± 0,05 <sup>b</sup>	1,48 ± 0,06 <sup>c</sup>

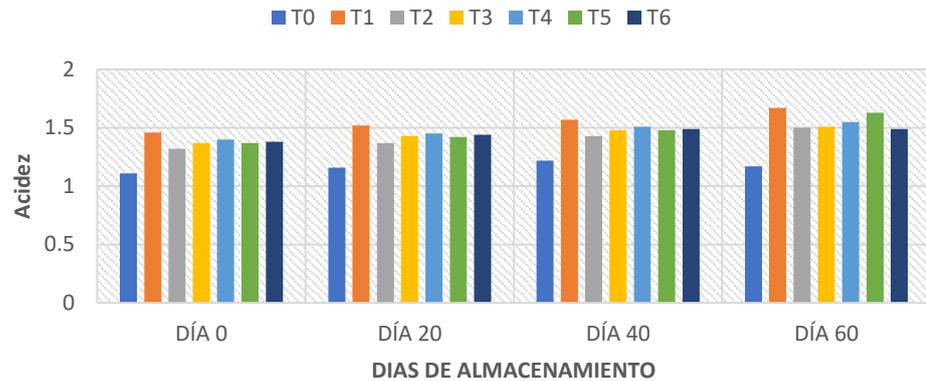
\* Resultados expresados como promedio ± SD, n=4.



**Gráfico 10.** Resultado del contenido de acidez de la pulpa de granadilla almacenado a temperatura ambiente ( $22^{\circ}\text{C} \pm 2$ ).

- En la Tabla 13 y en el gráfico 10, se muestra el contenido de acidez de la pulpa de granadilla con almacenamiento en ambiente ( $22^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), los tratamientos tuvieron un comportamiento ascendente como se muestran en el gráfico, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>6</sub> (1.78) al finalizar el estudio.

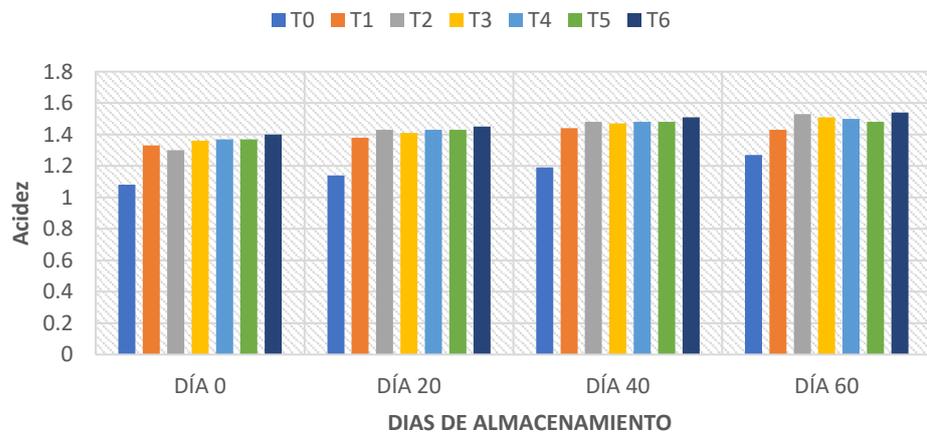
**TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO:  $30^{\circ}\text{C} \pm 2$**



**Gráfico 11.** Resultado del contenido de acidez de la pulpa de granadilla almacenado en estufa ( $30^{\circ}\text{C} \pm 2$ ).

- En la Tabla 13 y en el gráfico 11, se muestra el contenido de acidez de la pulpa de granadilla con almacenamiento en estufa ( $30^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), los tratamientos tuvieron un comportamiento ascendente como se muestran en el gráfico, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>1</sub> (1.67) al finalizar el estudio.

**TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO:  $8^{\circ}\text{C} \pm 2$**



**Gráfico 12.** Resultado del contenido de acidez de la pulpa de granadilla almacenado en refrigeración ( $8^{\circ}\text{C} \pm 2$ ).

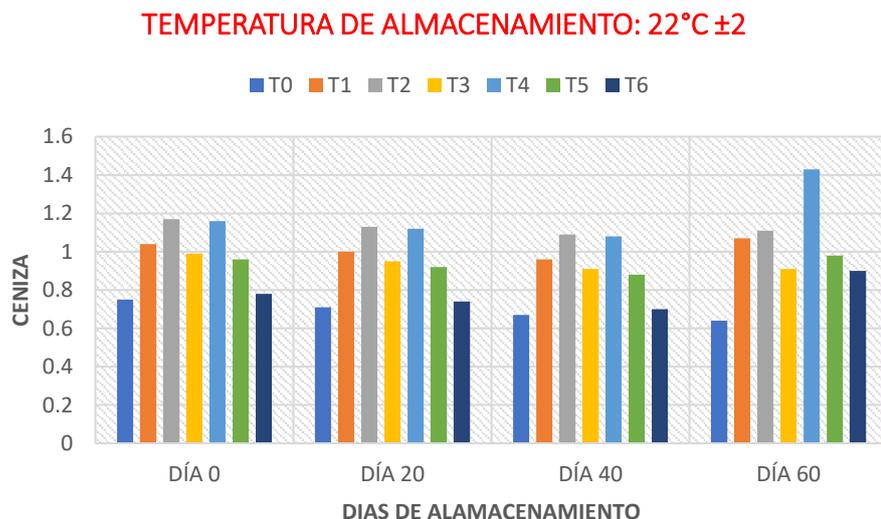
- En la Tabla 13 y en el gráfico 12, se muestra el contenido de acidez de la pulpa de granadilla con almacenamiento en refrigeración ( $8^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), los tratamientos tuvieron un comportamiento ascendente como se muestran en el gráfico, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>6</sub> (1.54) al finalizar el estudio.

#### 4.3.4. Contenido de cenizas

**Tabla 14.** Análisis estadístico de ceniza de la pulpa de granadilla

Tratamiento	Ceniza (ambiente)	Ceniza (estufa)	Ceniza (refrigeración)
T <sub>0</sub>	0,69 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,82 ± 0,04 <sup>ab</sup>	0,63 ± 0,04 <sup>a</sup>
T <sub>1</sub>	1,02 ± 0,05 <sup>cd</sup>	0,93 ± 0,04 <sup>bc</sup>	0,98 ± 0,03 <sup>c</sup>
T <sub>2</sub>	1,13 ± 0,03 <sup>de</sup>	1,21 ± 0,04 <sup>d</sup>	0,95 ± 0,04 <sup>bc</sup>
T <sub>3</sub>	0,94 ± 0,04 <sup>c</sup>	1,01 ± 0,04 <sup>c</sup>	1,00 ± 0,04 <sup>c</sup>
T <sub>4</sub>	1,20 ± 0,16 <sup>e</sup>	0,97 ± 0,21 <sup>bc</sup>	0,95 ± 0,06 <sup>bc</sup>
T <sub>5</sub>	0,94 ± 0,04 <sup>bc</sup>	0,67 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,86 ± 0,04 <sup>b</sup>
T <sub>6</sub>	0,78 ± 0,09 <sup>ab</sup>	0,79 ± 0,04 <sup>ab</sup>	0,69 ± 0,09 <sup>a</sup>

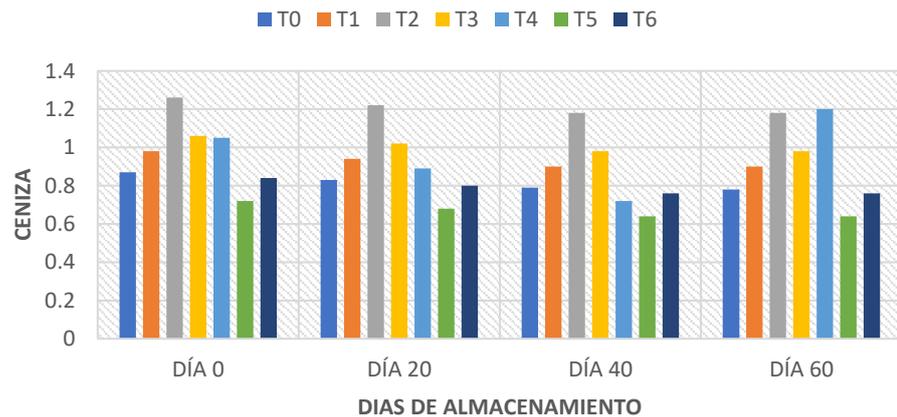
\* Resultados expresados como promedio ± SD, n=4.



**Gráfico 13.** Resultado del contenido de cenizas de la pulpa de granadilla almacenado a temperatura ambiente ( $22^{\circ}\text{C} \pm 2$ ).

- En la Tabla 14 y en el gráfico 12, se muestra el contenido de ceniza de la pulpa de granadilla con almacenamiento en ambiente ( $22^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), los tratamientos tuvieron un comportamiento ascendente como se muestran en el gráfico, teniendo como mejores tratamientos al T<sub>4</sub> (1.43) al finalizar el estudio.

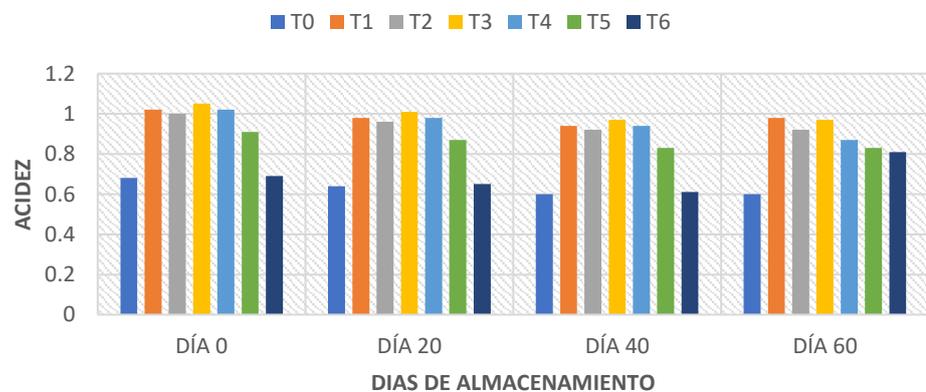
**TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO:  $30^{\circ}\text{C} \pm 2$**



**Gráfico 13.** Resultado del contenido de cenizas de la pulpa de granadilla almacenado en estufa ( $30^{\circ}\text{C} \pm 2$ ).

- En la Tabla 14 y en el gráfico 13, se muestra el contenido de ceniza de la pulpa de granadilla con almacenamiento en estufa ( $30^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), los tratamientos tuvieron un comportamiento ascendente como se muestran en el gráfico, teniendo como mejores tratamientos al T<sub>4</sub> (1.20) al finalizar el estudio.

**TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO:  $8^{\circ}\text{C} \pm 2$**



**Gráfico 14.** Resultado del contenido de cenizas de la pulpa de granadilla almacenado en refrigeración ( $8^{\circ}\text{C} \pm 2$ ).

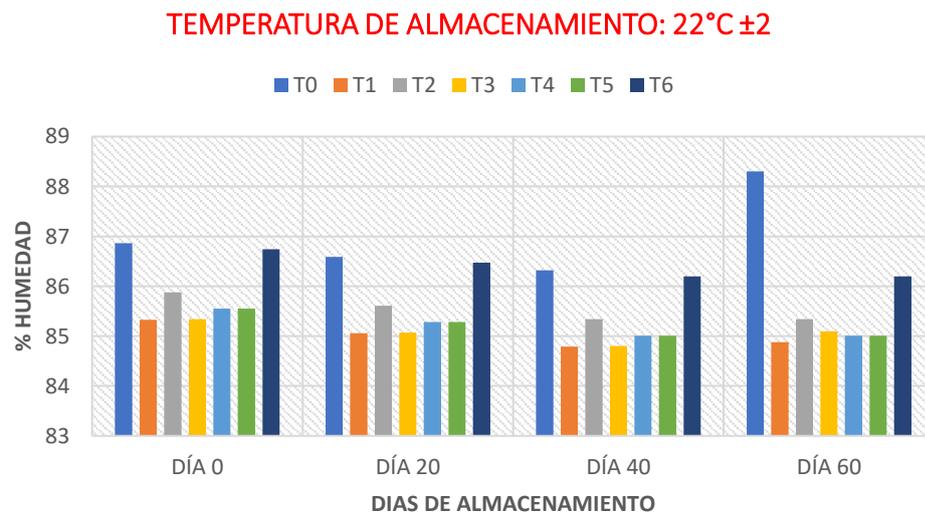
- En la Tabla 14 y en el gráfico 14, se muestra el contenido de cenizas de la pulpa de granadilla con almacenamiento en refrigeración ( $8^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), los tratamientos tuvieron un comportamiento ascendente como se muestran en el gráfico, teniendo como mejores tratamientos al T<sub>1</sub> (0.98) al finalizar el estudio.

#### 4.3.5. Porcentaje de humedad

**Tabla 15.** Análisis estadístico de humedad de la pulpa de granadilla

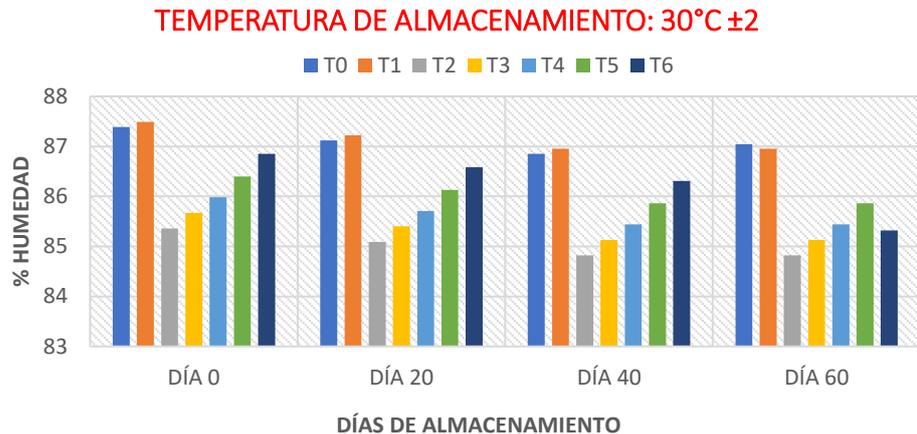
Tratamiento	Humedad (ambiente)	Humedad (estufa)	Humedad (refrigeración)
T <sub>0</sub>	87,02 ± 0,88 <sup>b</sup>	87,10 ± 0,22 <sup>e</sup>	87,81 ± 0,22 <sup>c</sup>
T <sub>1</sub>	85,02 ± 0,05 <sup>a</sup>	87,15 ± 0,26 <sup>e</sup>	85,56 ± 0,27 <sup>ab</sup>
T <sub>2</sub>	85,54 ± 0,26 <sup>a</sup>	85,02 ± 0,26 <sup>a</sup>	85,43 ± 0,26 <sup>ab</sup>
T <sub>3</sub>	85,08 ± 0,22 <sup>a</sup>	85,33 ± 0,26 <sup>ab</sup>	85,31 ± 0,26 <sup>ab</sup>
T <sub>4</sub>	85,21 ± 0,26 <sup>a</sup>	85,64 ± 0,26 <sup>bc</sup>	85,16 ± 0,26 <sup>a</sup>
T <sub>5</sub>	85,21 ± 0,26 <sup>a</sup>	86,06 ± 0,26 <sup>cd</sup>	85,47 ± 0,36 <sup>ab</sup>
T <sub>6</sub>	86,40 ± 0,26 <sup>b</sup>	86,27 ± 0,67 <sup>d</sup>	85,68 ± 0,67 <sup>b</sup>

\* Resultados expresados como promedio ± SD, n=4.



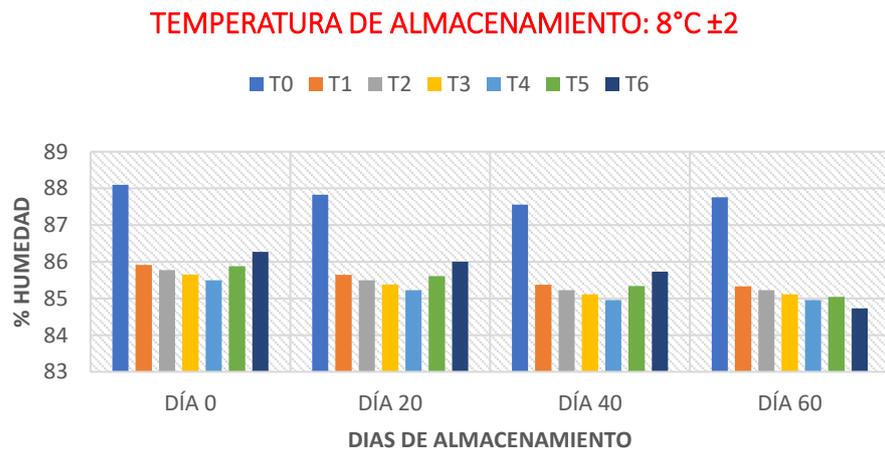
**Gráfico 15.** Resultado del porcentaje de humedad de la pulpa de granadilla almacenado a temperatura ambiente ( $22^{\circ}\text{C} \pm 2$ ).

- En la Tabla 15 y en el gráfico 15, se muestra el contenido de humedad de la pulpa de granadilla con almacenamiento en ambiente ( $22^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), los tratamientos tuvieron un comportamiento ascendente como se muestran en el gráfico, teniendo como mejores tratamientos al T<sub>6</sub> (86.20) al finalizar el estudio.



**Gráfico 16.** Resultado del porcentaje de humedad de la pulpa de granadilla almacenado en estufa ( $30^{\circ}\text{C} \pm 2$ ).

- En la Tabla 15 y en el gráfico 16, se muestra el contenido de humedad de la pulpa de granadilla con almacenamiento en estufa ( $30^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), los tratamientos tuvieron un comportamiento ascendente como se muestran en el gráfico, teniendo como mejores tratamientos al T<sub>1</sub> (86.95) al finalizar el estudio.



**Gráfico 17.** Resultado del porcentaje de humedad de la pulpa de granadilla almacenado en refrigeración ( $8^{\circ}\text{C} \pm 2$ ).

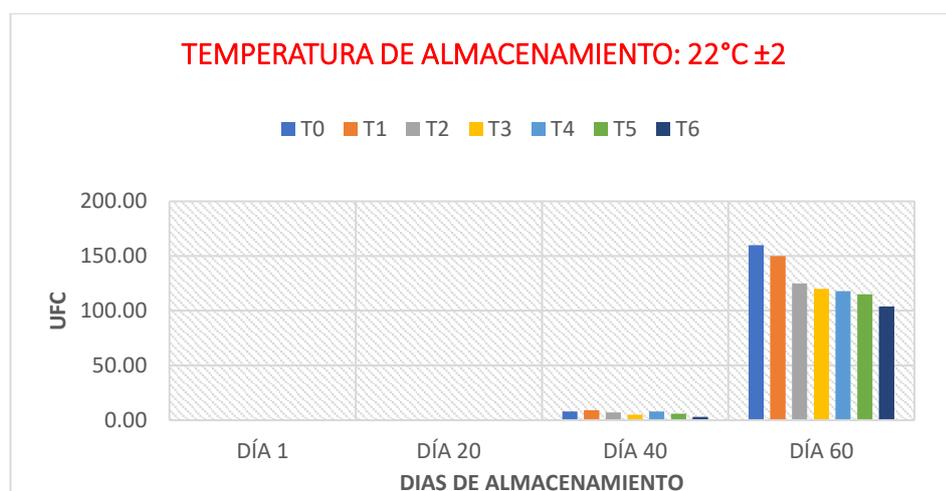
- En la Tabla 15 y en el gráfico 17, se muestra el contenido de humedad de la pulpa de granadilla con almacenamiento en refrigeración ( $8^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), los tratamientos tuvieron un comportamiento ascendente como se muestran en el gráfico, teniendo como mejores tratamientos al  $T_1$  (85.33) al finalizar el estudio.

#### 4.4. Evaluación microbiológica de la pulpa de granadilla

##### 4.4.1. Aerobios mesófilos

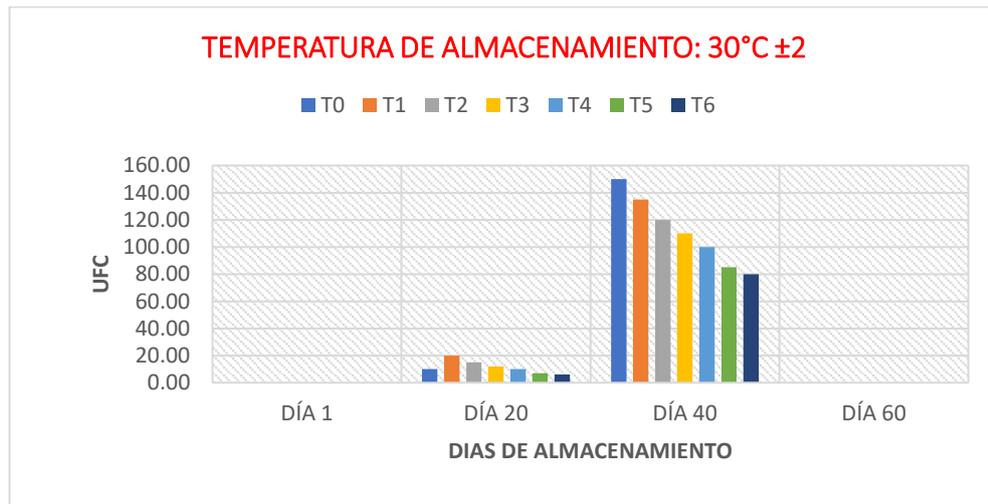
**Tabla 16.** Análisis estadístico de los aerobios mesófilos de la pulpa de granadilla

Tratamiento	Aerobios mesófilos (ambiente)	Aerobios mesófilos (estufa)	Aerobios mesófilos (refrigeración)
$T_0$	$52,00 \pm 98,74^d$	$53,33 \pm 83,86^b$	$51,00 \pm 99,35^e$
$T_1$	$39,75 \pm 73,62^b$	$73,33 \pm 110,15^e$	$50,75 \pm 99,51^d$
$T_2$	$51,75 \pm 98,89^{cd}$	$71,67 \pm 111,39^d$	$30,50 \pm 59,67^a$
$T_3$	$51,25 \pm 99,19^c$	$106,67 \pm 167,72^f$	$38,25 \pm 74,51^b$
$T_4$	$30,25 \pm 59,84^a$	$42,00 \pm 67,61^a$	$50,25 \pm 99,83^c$
$T_5$	$39,50 \pm 73,76^b$	$56,67 \pm 81,44^c$	$76,00 \pm 149,34^f$
$T_6$	$52,25 \pm 98,59^d$	$73,33 \pm 110,15^e$	$50,75 \pm 99,51^d$



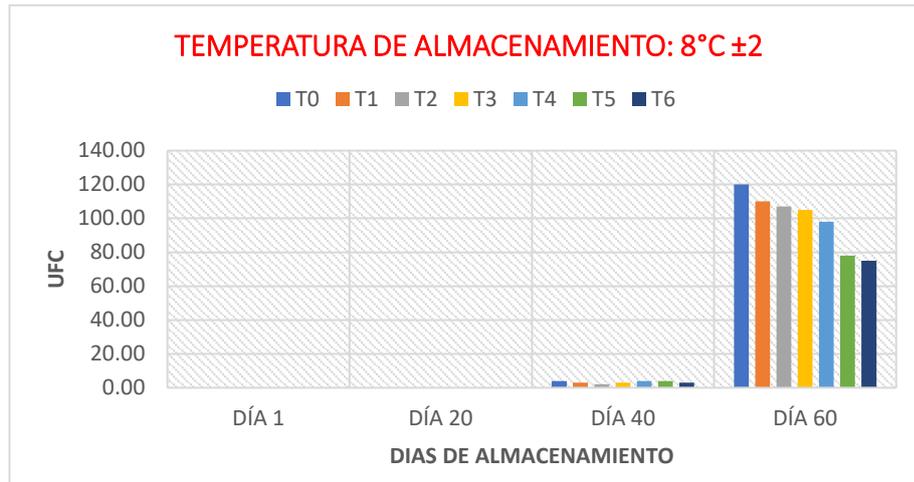
**Gráfico 18.** Resultado del total de aerobios mesófilos presentes en la pulpa de granadilla almacenado en refrigeración ( $22^{\circ}\text{C} \pm 2$ ).

- En la Tabla 16 y en el gráfico 18, se muestra el contenido de aerobios mesófilos de la pulpa de granadilla con almacenamiento en ambiente ( $22^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), los tratamientos tuvieron un comportamiento ascendente como se muestran en el gráfico, se aprecia que existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como tratamiento con mayor cantidad de microorganismos al T<sub>6</sub> (104 UFC) al finalizar el estudio.



**Gráfico 19.** Resultado del total de aerobios mesofilos presentes en la pulpa de granadilla almacenado en estufa ( $30^{\circ}\text{C} \pm 2$ ).

- En la Tabla 16 y en el gráfico 19, se muestra el contenido de aerobios mesófilos de la pulpa de granadilla con almacenamiento en estufa ( $30^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), los tratamientos tuvieron un comportamiento ascendente como se muestran en el gráfico, se aprecia que existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como tratamiento con mayor cantidad de microorganismos al T<sub>6</sub> (80 UFC) al finalizar el estudio.



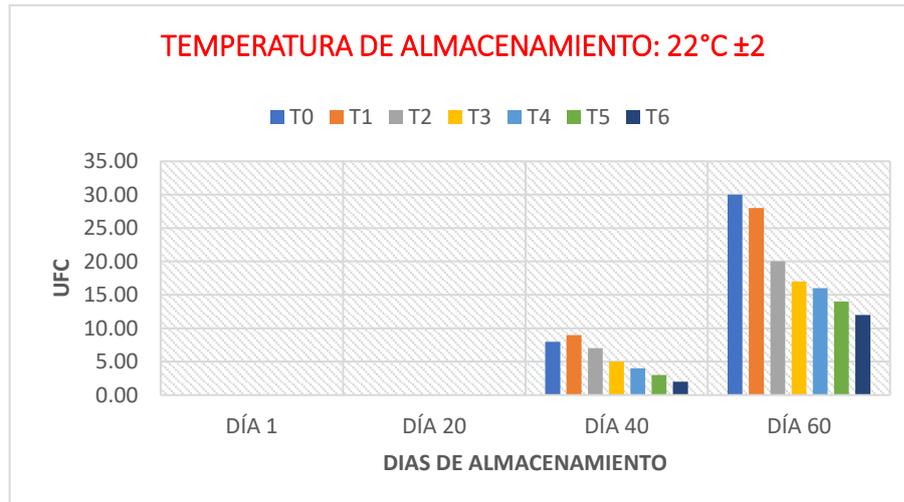
**Gráfico 20.** Resultado del total de aerobios mesófilos presentes en la pulpa de granadilla almacenado en refrigeración (8°C ± 2).

- En la Tabla 16 y en el gráfico 20, se muestra el contenido de aerobios mesófilos de la pulpa de granadilla con almacenamiento en refrigeración (8°C ± 2), los tratamientos tuvieron un comportamiento ascendente como se muestran en el gráfico, se aprecia que existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como tratamiento con mayor cantidad de microorganismos al T<sub>6</sub> (75 UFC) al finalizar el estudio.

#### 4.4.2. Mohos y levaduras

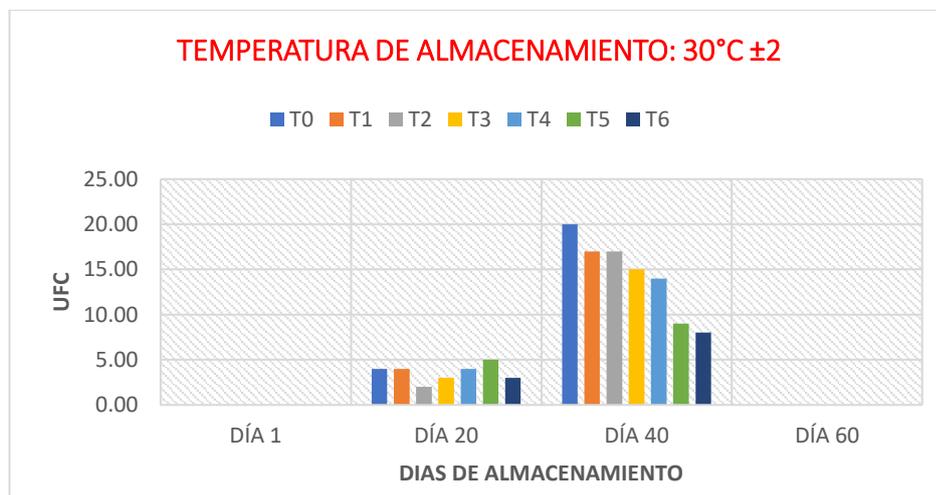
**Tabla 17.** Análisis estadístico de los mohos y levaduras de la pulpa de granadilla

Tratamiento	Mohos y levaduras (ambiente)	Mohos y levaduras (estufa)	Mohos y levaduras (refrigeración)
T <sub>0</sub>	27.00 ± 48,81 <sup>b</sup>	34.67 ± 56,61 <sup>c</sup>	26.00 ± 49,36 <sup>e</sup>
T <sub>1</sub>	39.75 ± 73,62 <sup>c</sup>	34.67 ± 56,61 <sup>c</sup>	25.75 ± 49,52 <sup>d</sup>
T <sub>2</sub>	51.75 ± 98,88 <sup>e</sup>	17.33 ± 28,30 <sup>a</sup>	25.50 ± 49,67 <sup>c</sup>
T <sub>3</sub>	51.25 ± 99,19 <sup>d</sup>	51.67 ± 85,19 <sup>f</sup>	25.75 ± 49,52 <sup>d</sup>
T <sub>4</sub>	12.75 ± 24,83 <sup>a</sup>	35.33 ± 56,08 <sup>e</sup>	12.75 ± 24,83 <sup>a</sup>
T <sub>5</sub>	27.00 ± 48,81 <sup>b</sup>	35.00 ± 56,34 <sup>d</sup>	21.00 ± 39,37 <sup>b</sup>
T <sub>6</sub>	52.25 ± 98,59 <sup>f</sup>	17.67 ± 28,04 <sup>b</sup>	25.75 ± 49,52 <sup>d</sup>



**Gráfico 21.** Resultado del total de mohos y levaduras presentes en la pulpa de granadilla almacenado en ambiente (22°C ± 2).

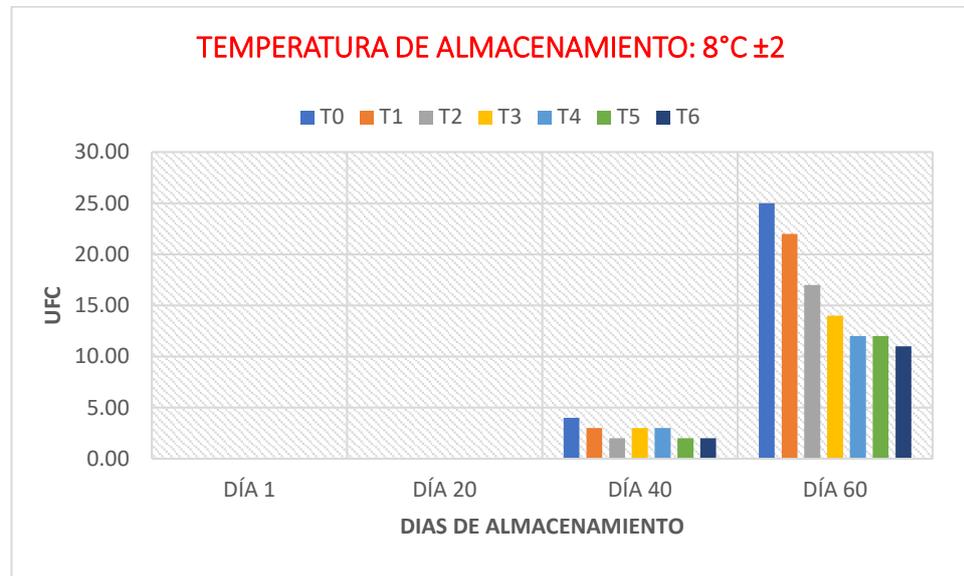
- En la Tabla 17 y en el gráfico 21, se muestra el contenido de mohos y levaduras de la pulpa de granadilla con almacenamiento en ambiente (22°C ± 2), los tratamientos tuvieron un comportamiento ascendente como se muestran en el gráfico, se aprecia que existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como tratamiento con mayor cantidad de microorganismos al T<sub>6</sub> (12 UFC) al finalizar el estudio.



**Gráfico 21.** Resultado del total de mohos y levaduras presentes en la pulpa de granadilla almacenado en estufa (30°C ± 2).

- En la Tabla 17 y en el gráfico 21, se muestra el contenido de mohos y levaduras de la pulpa de granadilla con almacenamiento en estufa (30°C ± 2), los tratamientos tuvieron un comportamiento ascendente como se muestran

en el gráfico, se aprecia que existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como tratamiento con mayor cantidad de microorganismos al T<sub>6</sub> (8 UFC) al finalizar el estudio.



**Gráfico 22.** Resultado del total de mohos y levaduras presentes en la pulpa de granadilla almacenado en refrigeración ( $8^{\circ}\text{C} \pm 2$ ).

- En la Tabla 17 y en el gráfico 22, se muestra el contenido de mohos y levaduras de la pulpa de granadilla con almacenamiento en refrigeración ( $8^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), los tratamientos tuvieron un comportamiento ascendente como se muestran en el gráfico, se aprecia que existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como tratamiento con mayor cantidad de microorganismos al T<sub>6</sub> (2 UFC) al finalizar el estudio.

#### 4.5. Obtención de la pulpa tumbo serrano (*Passiflora mollissima*)

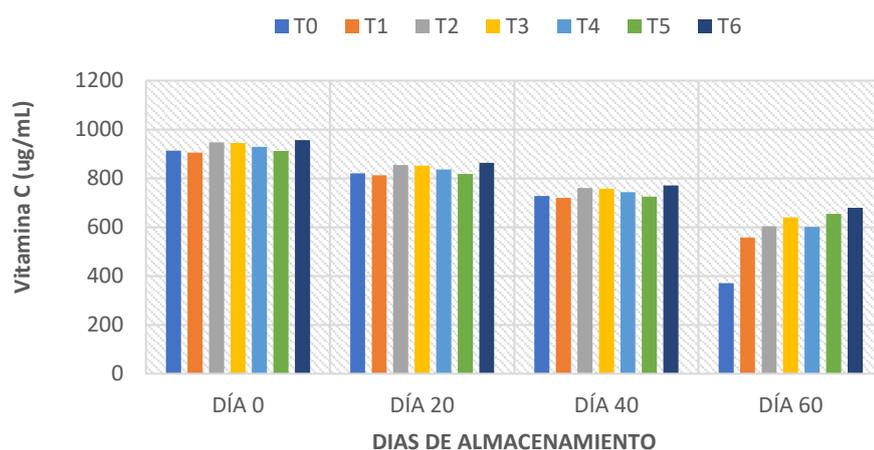
Se obtuvo la pulpa de tumbo serrano, siguiendo el proceso de pulpeado, de forma semi industrial. Teniendo como rendimiento del 24% de pulpa de tumbo serrano en relación al fruto.

#### 4.6. Evaluación del contenido de vitamina C de la pulpa de tumbo serrano (*Passiflora mollissima*)

**Tabla 18.** Análisis estadístico de la vitamina C de la pulpa de tumbo serrano

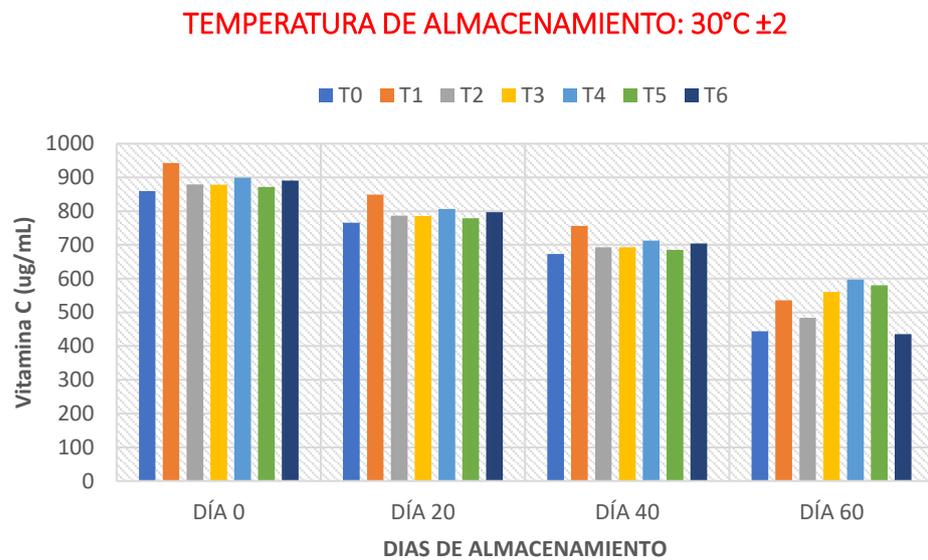
Tratamiento	Vitamina C (ambiente)	Vitamina C (estufa)	Vitamina C (refrigeración)
T <sub>0</sub>	707,60 ± 237,28 <sup>a</sup>	685,40 ± 178,16 <sup>a</sup>	814,15 ± 171,99 <sup>ab</sup>
T <sub>1</sub>	748,95 ± 148,14 <sup>ab</sup>	770,89 ± 174,03 <sup>b</sup>	808,84 ± 140,97 <sup>ab</sup>
T <sub>2</sub>	791,31 ± 146,21 <sup>ab</sup>	710,52 ± 169,09 <sup>ab</sup>	855,72 ± 131,86 <sup>ab</sup>
T <sub>3</sub>	798,55 ± 129,86 <sup>ab</sup>	729,12 ± 136,00 <sup>ab</sup>	865,78 ± 108,18 <sup>b</sup>
T <sub>4</sub>	777,71 ± 139,99 <sup>ab</sup>	753,84 ± 129,16 <sup>ab</sup>	793,74 ± 171,86 <sup>a</sup>
T <sub>5</sub>	777,55 ± 111,55 <sup>ab</sup>	729,07 ± 124,76 <sup>ab</sup>	866,46 ± 132,15 <sup>b</sup>
T <sub>6</sub>	817,73 ± 119,62 <sup>b</sup>	706,84 ± 1195,99 <sup>ab</sup>	866,61 ± 114,55 <sup>b</sup>

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO: 22°C ±2



**Gráfico 23.** Resultado del contenido de vitamina C de la pulpa de tumbo serrano almacenado a temperatura ambiente (22°C ±2).

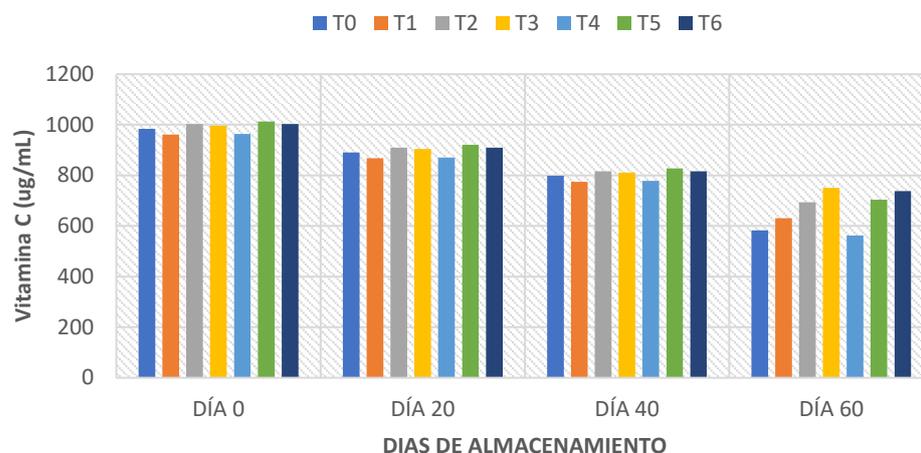
- En la Tabla 18 y en el gráfico 23, se muestra el contenido de vitamina C presente en la pulpa de tumbo serrano con almacenamiento en ambiente ( $22^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), se aprecia que existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>6</sub> (679.08  $\mu\text{g/mL}$ ).



**Gráfico 24.** Resultado del contenido de vitamina C de la pulpa de tumbo serrano almacenado en estufa ( $30^{\circ}\text{C} \pm 2$ ).

- En la Tabla 18 y en el gráfico 24, se muestra el contenido de vitamina C presente en la pulpa de tumbo serrano con almacenamiento en estufa ( $30^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), se aprecia que existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>4</sub> (597.11  $\mu\text{g/mL}$ ).

**TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO: 8°C ±2**



**Gráfico 25.** Resultado del contenido de vitamina C de la pulpa de tumbo serrano almacenado en refrigeración (8°C ±2).

- En la Tabla 18 y en el gráfico 25, se muestra el contenido de vitamina C presente en la pulpa de tumbo serrano con almacenamiento en refrigeración (8°C ± 2), se aprecia que existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>3</sub> (750.20 µg/mL).

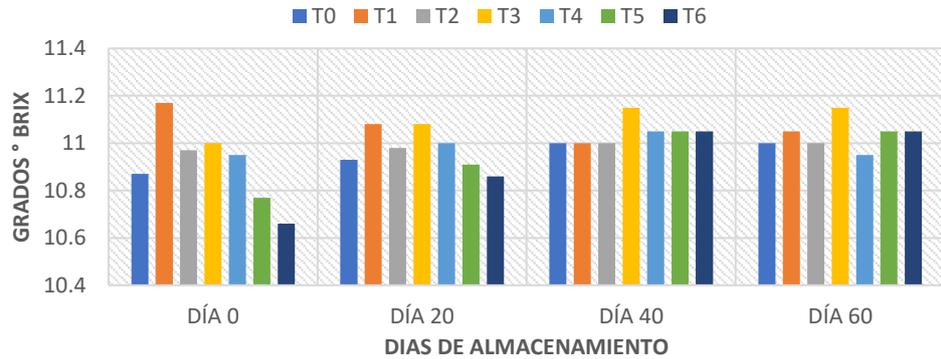
#### 4.7. Evaluación fisicoquímico de la pulpa de tumbo serrano

##### 4.7.1. Contenido de sólidos solubles (°Brix)

**Tabla 19.** Análisis estadístico de los sólidos solubles de la pulpa de tumbo serrano

Tratamiento	°Brix (ambiente)	°Brix (estufa)	°Brix (refrigeración)
T <sub>0</sub>	10,95 ± 0,06 <sup>a</sup>	10,80 ± 0,16 <sup>ab</sup>	11,02 ± 0,15 <sup>a</sup>
T <sub>1</sub>	11,08 ± 0,07 <sup>a</sup>	10,70 ± 0,22 <sup>a</sup>	10,83 ± 0,21 <sup>a</sup>
T <sub>2</sub>	10,99 ± 0,01 <sup>a</sup>	10,87 ± 0,17 <sup>abc</sup>	11,04 ± 0,09 <sup>a</sup>
T <sub>3</sub>	11,10 ± 0,07 <sup>a</sup>	11,08 ± 0,13 <sup>d</sup>	11,05 ± 0,17 <sup>a</sup>
T <sub>4</sub>	10,99 ± 0,05 <sup>a</sup>	10,96 ± 0,13 <sup>bcd</sup>	10,78 ± 0,10 <sup>a</sup>
T <sub>5</sub>	10,95 ± 0,13 <sup>a</sup>	10,93 ± 0,15 <sup>bcd</sup>	10,88 ± 0,21 <sup>a</sup>
T <sub>6</sub>	10,91 ± 0,19 <sup>a</sup>	11,06 ± 0,09 <sup>cd</sup>	10,93 ± 0,09 <sup>a</sup>

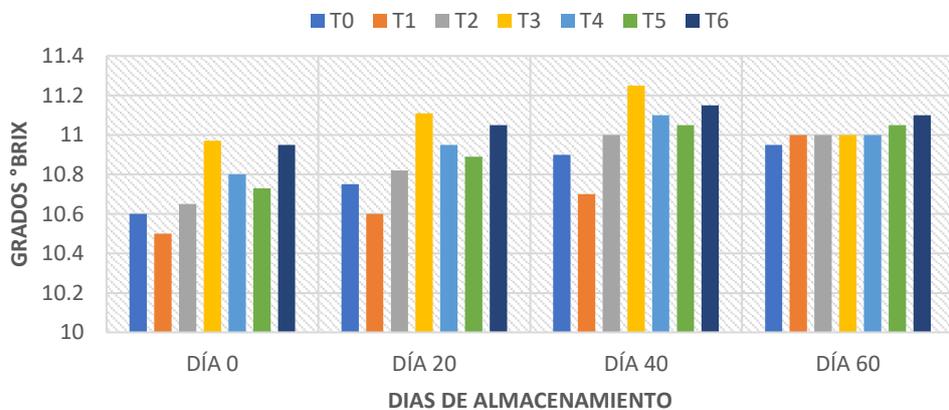
TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO: 22°C ±2



**Gráfico 26.** Resultado del contenido de sólidos solubles de la pulpa de tumbo serrano almacenado a temperatura ambiente (22°C ±2).

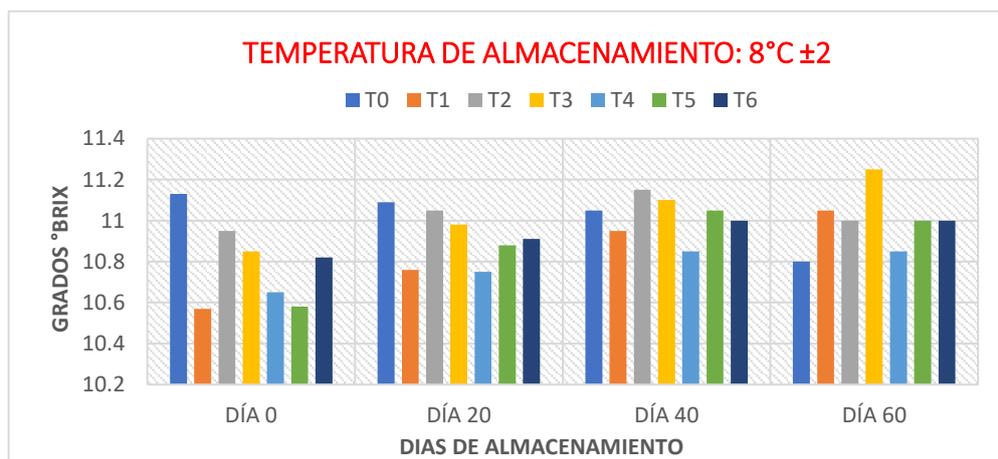
- En la Tabla 19 y en el gráfico 26, se muestra el contenido de sólidos solubles presente en la pulpa de tumbo serrano con almacenamiento en ambiente (22°C ± 2), se aprecia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>1</sub>-T<sub>5</sub>- T<sub>6</sub> (11.05 °Brix).

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO: 30°C ±2



**Gráfico 27.** Resultado del contenido de sólidos solubles de la pulpa de tumbo serrano almacenado en estufa (30°C ±2).

- En la Tabla 19 y en el gráfico 27, se muestra el contenido de sólidos solubles presente en la pulpa de tumbo serrano con almacenamiento en estufa (30°C ± 2), se aprecia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>5</sub> (11.05 °Brix).



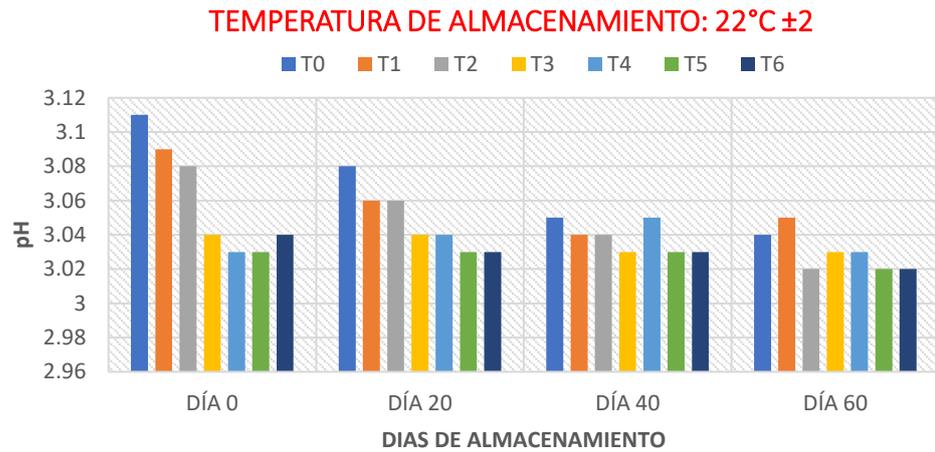
**Gráfico 28.** Resultado del contenido de sólidos solubles de la pulpa de tumbo serrano almacenado en refrigeración (8°C ±2).

- En la Tabla 19 y en el gráfico 28, se muestra el contenido de sólidos solubles presente en la pulpa de tumbo serrano con almacenamiento en refrigeración (8°C ± 2), se aprecia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>3</sub> (11.25 °Brix).

#### 4.7.2. Contenido de pH

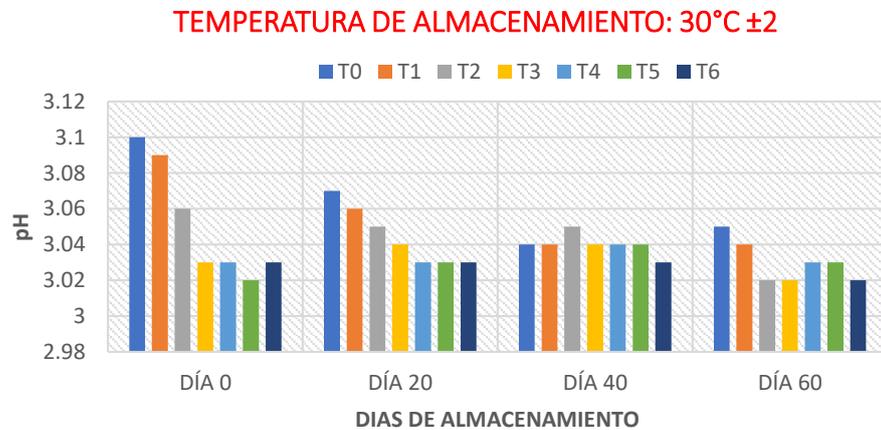
**Tabla 20.** Análisis estadístico de pH de la pulpa del tumbo serrano

Tratamiento	pH (ambiente)	pH (estufa)	pH(refrigeración)
T <sub>0</sub>	3,07 ± 0,03 <sup>c</sup>	3,07 ± 0,03 <sup>c</sup>	3,05 ± 0,03 <sup>bc</sup>
T <sub>1</sub>	3,06 ± 0,02 <sup>bc</sup>	3,06 ± 0,02 <sup>bc</sup>	3,05 ± 0,02 <sup>c</sup>
T <sub>2</sub>	3,05 ± 0,03 <sup>abc</sup>	3,05 ± 0,02 <sup>abc</sup>	3,03 ± 0,00 <sup>ab</sup>
T <sub>3</sub>	3,04 ± 0,01 <sup>ab</sup>	3,03 ± 0,01 <sup>ab</sup>	3,03 ± 0,01 <sup>abc</sup>
T <sub>4</sub>	3,04 ± 0,01 <sup>ab</sup>	3,03 ± 0,01 <sup>ab</sup>	3,02 ± 0,00 <sup>a</sup>
T <sub>5</sub>	3,03 ± 0,00 <sup>a</sup>	3,03 ± 0,01 <sup>ab</sup>	3,03 ± 0,00 <sup>ab</sup>
T <sub>6</sub>	3,03 ± 0,01 <sup>ab</sup>	3,03 ± 0,00 <sup>a</sup>	3,03 ± 0,01 <sup>ab</sup>



**Gráfico 29.** Resultado del contenido de pH de la pulpa de tumbo serrano almacenado a temperatura ambiente (22°C ±2).

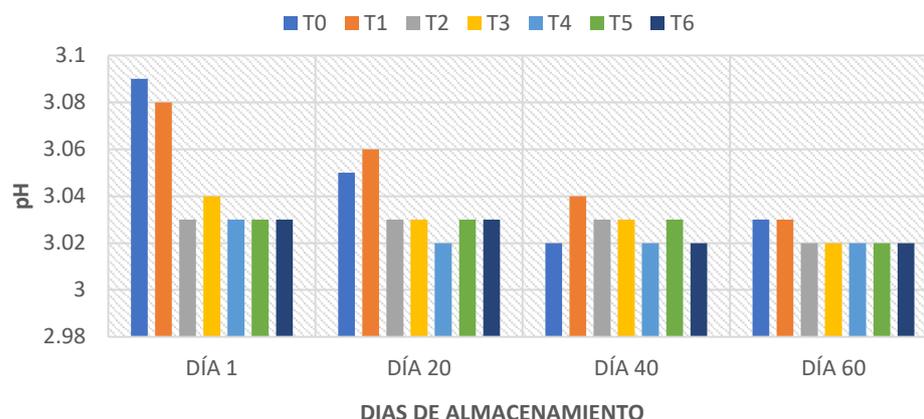
- En la Tabla 20 y en el gráfico 29, se muestra el pH presente en la pulpa de tumbo serrano con almacenamiento en ambiente (22°C ± 2), se aprecia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>2</sub>-T<sub>5</sub>-T<sub>6</sub> (3.02 pH).



**Gráfico 30.** Resultado del contenido de pH de la pulpa de tumbo serrano almacenado en estufa (30°C ±2).

- En la Tabla 20 y en el gráfico 30, se muestra el pH presente en la pulpa de tumbo serrano con almacenamiento en estufa (30°C ± 2), se aprecia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>2</sub>-T<sub>3</sub>-T<sub>6</sub> (3.02 pH).

**TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO: 8°C ±2**



**Gráfico 31.** Resultado del contenido de pH de la pulpa de tumbo serrano almacenado en refrigeración (8°C ±2).

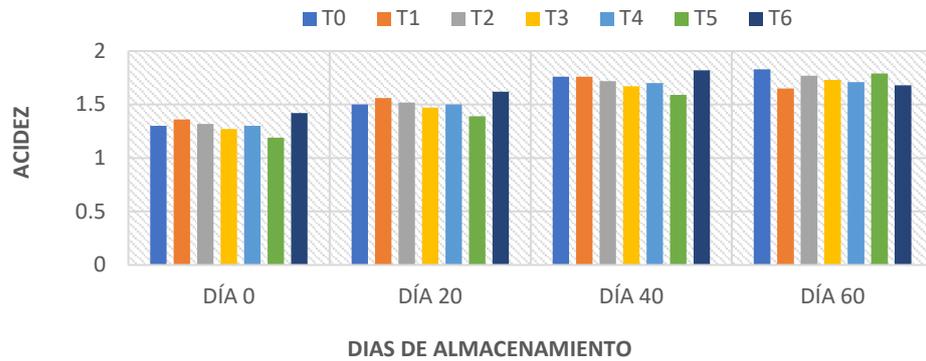
- En la Tabla 20 y en el gráfico 31, se muestra el pH presente en la pulpa de tumbo serrano con almacenamiento en refrigeración (8°C ± 2), se aprecia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>2</sub>- T<sub>3</sub>- T<sub>4</sub>- T<sub>5</sub>- T<sub>6</sub> (3.02 pH).

#### 4.7.3. Contenido de acidez

**Tabla 21.** Análisis estadístico de acidez de la pulpa de tumbo serrano

Tratamiento	Acidez (ambiente)	Acidez (estufa)	Acidez (refrigeración)
T <sub>0</sub>	1,60 ± 0,24 <sup>a</sup>	1,57 ± 0,18 <sup>ab</sup>	1,58 ± 0,19 <sup>b</sup>
T <sub>1</sub>	1,59 ± 0,17 <sup>a</sup>	1,60 ± 0,19 <sup>ab</sup>	1,54 ± 0,26 <sup>ab</sup>
T <sub>2</sub>	1,58 ± 0,21 <sup>a</sup>	1,63 ± 0,19 <sup>b</sup>	1,60 ± 0,21 <sup>b</sup>
T <sub>3</sub>	1,54 ± 0,21 <sup>a</sup>	1,64 ± 0,19 <sup>b</sup>	1,64 ± 0,17 <sup>b</sup>
T <sub>4</sub>	1,55 ± 0,19 <sup>a</sup>	1,59 ± 0,17 <sup>ab</sup>	1,57 ± 0,17 <sup>ab</sup>
T <sub>5</sub>	1,49 ± 0,26 <sup>a</sup>	1,68 ± 0,17 <sup>b</sup>	1,60 ± 0,16 <sup>b</sup>
T <sub>6</sub>	1,64 ± 0,17 <sup>a</sup>	1,46 ± 0,27 <sup>a</sup>	1,38 ± 0,29 <sup>a</sup>

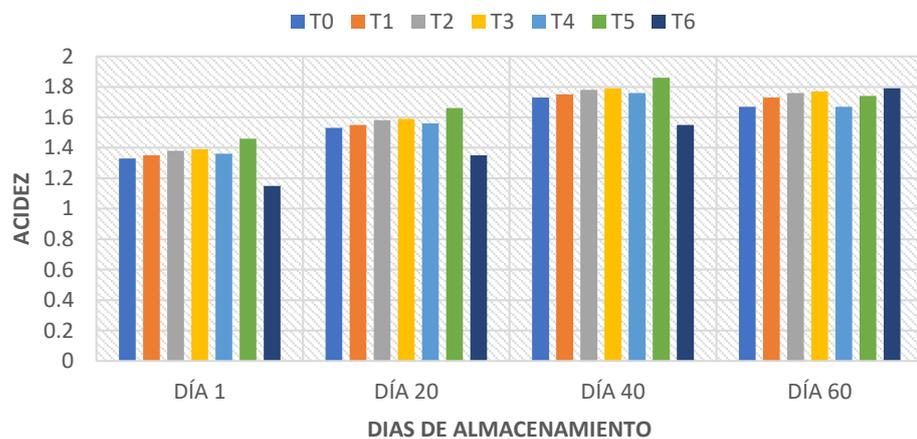
TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO: 22°C ±2



**Gráfico 32.** Resultado del contenido de acidez de la pulpa de tumbo serrano almacenado a temperatura ambiente (22°C ±2).

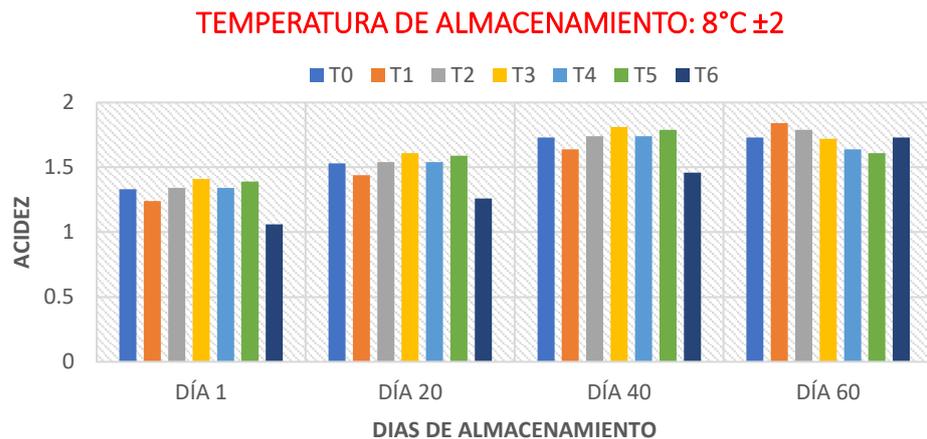
- En la Tabla 21 y en el gráfico 32, se muestra el índice de acidez presente en la pulpa de tumbo serrano con almacenamiento en ambiente (22°C ± 2), se aprecia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>5</sub> (1.79 % acidez).

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO: 30°C ±2



**Gráfico 33.** Resultado del contenido de acidez de la pulpa de tumbo serrano almacenado en estufa (30°C ±2).

- En la Tabla 21 y en el gráfico 33, se muestra el índice de acidez presente en la pulpa de tumbo serrano con almacenamiento en estufa (30°C ± 2), se aprecia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>6</sub> (1.79 % acidez).



**Gráfico 34.** Resultado del contenido de acidez de la pulpa de tumvo serrano almacenado en refrigeración (8°C ±2).

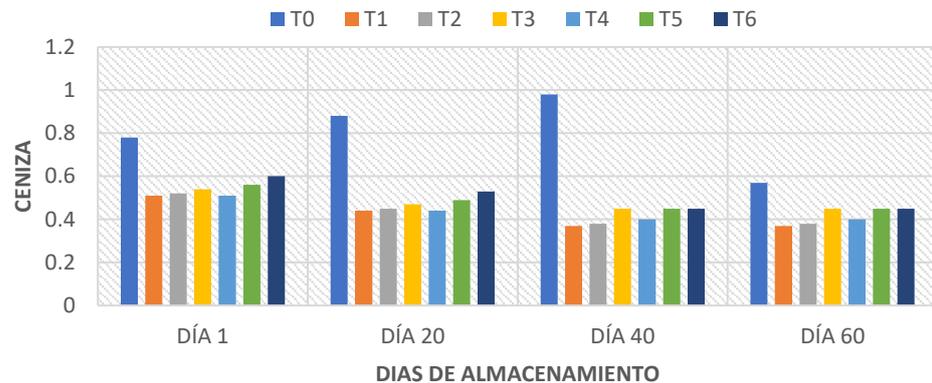
- En la Tabla 21 y en el gráfico 34, se muestra el índice de acidez presente en la pulpa de tumbo serrano con almacenamiento en refrigeración (30°C ± 2), se aprecia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>1</sub> (1.84 % acidez).

#### 4.7.4. Contenido de cenizas

**Tabla 22.** Análisis estadístico de ceniza de la pulpa de tumbo serrano

Tratamiento	Ceniza (ambiente)	Ceniza (estufa)	Ceniza (refrigeración)
T <sub>0</sub>	0,80 ± 0,18 <sup>b</sup>	0,63 ± 0,06 <sup>c</sup>	0,63 ± 0,08 <sup>c</sup>
T <sub>1</sub>	0,42 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,62 ± 0,07 <sup>c</sup>	0,44 ± 0,07 <sup>a</sup>
T <sub>2</sub>	0,43 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,40 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,46 ± 0,07 <sup>ab</sup>
T <sub>3</sub>	0,48 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,49 ± 0,05 <sup>b</sup>	0,45 ± 0,07 <sup>a</sup>
T <sub>4</sub>	0,44 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,39 ± 0,11 <sup>a</sup>	0,45 ± 0,05 <sup>a</sup>
T <sub>5</sub>	0,49 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,52 ± 0,06 <sup>b</sup>	0,48 ± 0,09 <sup>ab</sup>
T <sub>6</sub>	0,51 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,46 ± 0,03 <sup>ab</sup>	0,50 ± 0,08 <sup>b</sup>

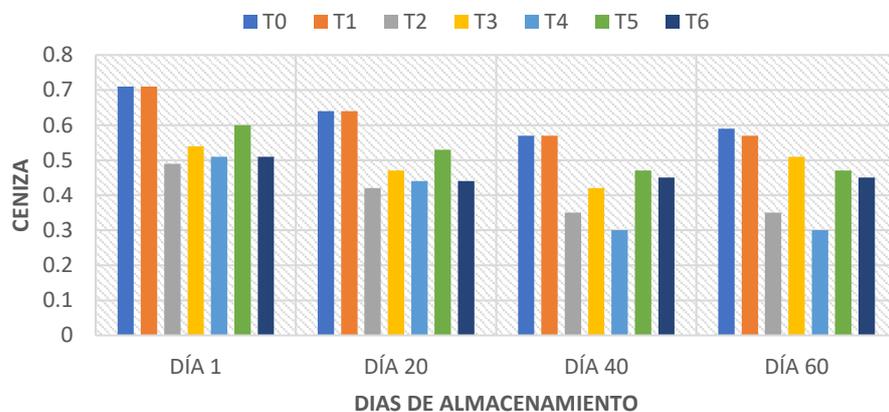
TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO: 22°C ±2



**Gráfico 35.** Resultado del contenido de cenizas de la pulpa de tumbo serrano almacenado a temperatura ambiente (22°C ±2).

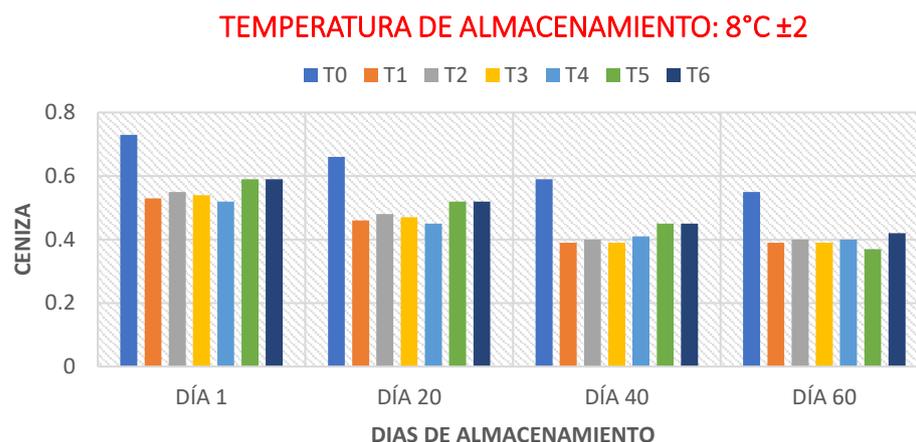
- En la Tabla 22 y en el gráfico 35, se muestra el contenido de ceniza presente en la pulpa de tumbo serrano con almacenamiento en ambiente (22°C ± 2), se aprecia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>3</sub>- T<sub>5</sub>- T<sub>6</sub> (0.45 % ceniza).

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO: 30°C ±2



**Gráfico 36.** Resultado del contenido de cenizas de la pulpa de tumbo serrano almacenado en estufa (30°C ±2).

- En la Tabla 22 y en el gráfico 36, se muestra el contenido de ceniza presente en la pulpa de tumbo serrano con almacenamiento en estufa (30°C ± 2), se aprecia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>1</sub> (0.57 % ceniza).



**Gráfico 37.** Resultado del contenido de cenizas de la pulpa de tumbo serrano almacenado en refrigeración (8°C ±2).

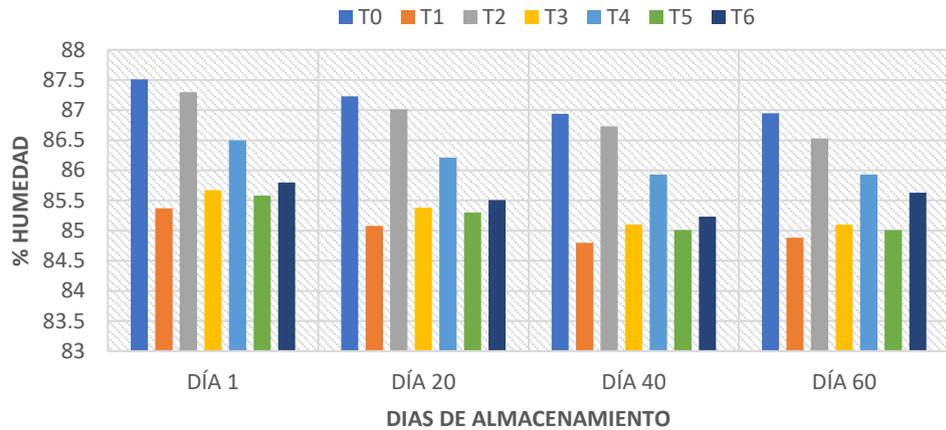
- En la Tabla 22 y en el gráfico 37, se muestra el contenido de ceniza presente en la pulpa de tumbo serrano con almacenamiento en refrigeración (8°C ± 2), se aprecia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>6</sub> (0.42 % ceniza).

#### 4.7.5. Porcentaje de humedad

**Tabla 23.** Análisis estadístico de humedad de la pulpa de tumbo serrano

Tratamiento	Humedad (ambiente)	Humedad (estufa)	Humedad (refrigeración)
T <sub>0</sub>	87,16 ± 0,27 <sup>f</sup>	85,55 ± 0,27 <sup>b</sup>	86,80 ± 0,28 <sup>c</sup>
T <sub>1</sub>	85,03 ± 0,25 <sup>a</sup>	88,72 ± 0,31 <sup>d</sup>	87,32 ± 0,30 <sup>c</sup>
T <sub>2</sub>	86,89 ± 0,34 <sup>e</sup>	85,06 ± 0,28 <sup>a</sup>	85,18 ± 0,28 <sup>ab</sup>
T <sub>3</sub>	85,31 ± 0,27 <sup>b</sup>	85,30 ± 0,27 <sup>ab</sup>	85,64 ± 0,27 <sup>b</sup>
T <sub>4</sub>	86,14 ± 0,27 <sup>d</sup>	85,33 ± 0,27 <sup>ab</sup>	84,96 ± 0,27 <sup>a</sup>
T <sub>5</sub>	85,23 ± 0,27 <sup>ab</sup>	86,07 ± 0,27 <sup>c</sup>	85,26 ± 0,27 <sup>ab</sup>
T <sub>6</sub>	85,54 ± 0,24 <sup>c</sup>	85,40 ± 0,27 <sup>b</sup>	85,29 ± 0,51 <sup>ab</sup>

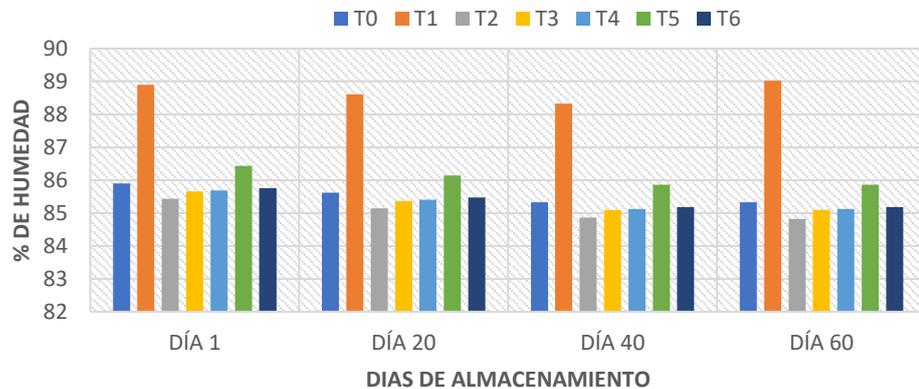
TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO: 22°C ±2



**Gráfico 38.** Resultado del porcentaje de humedad de la pulpa de tumbo serrano almacenado a temperatura ambiente (22°C ±2).

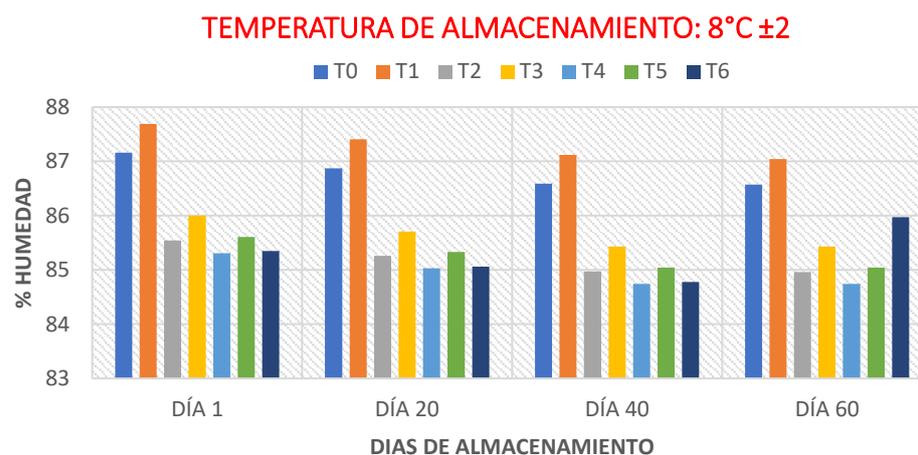
- En la Tabla 23 y en el gráfico 38, se muestra el contenido de humedad presente en la pulpa de tumbo serrano con almacenamiento en ambiente (22°C ± 2), se aprecia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>2</sub> (86,53 % humedad).

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO: 30°C ±2



**Gráfico 39.** Resultado del porcentaje de humedad de la pulpa de tumbo serrano almacenado en estufa (30°C ±2).

- En la Tabla 23 y en el gráfico 39, se muestra el contenido de humedad presente en la pulpa de tumbo serrano con almacenamiento en estufa (30°C ± 2), se aprecia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>1</sub> (89,02 % humedad).



**Gráfico 40.** Resultado del porcentaje de humedad de la pulpa de tumbo serrano almacenado en refrigeración (8°C ±2).

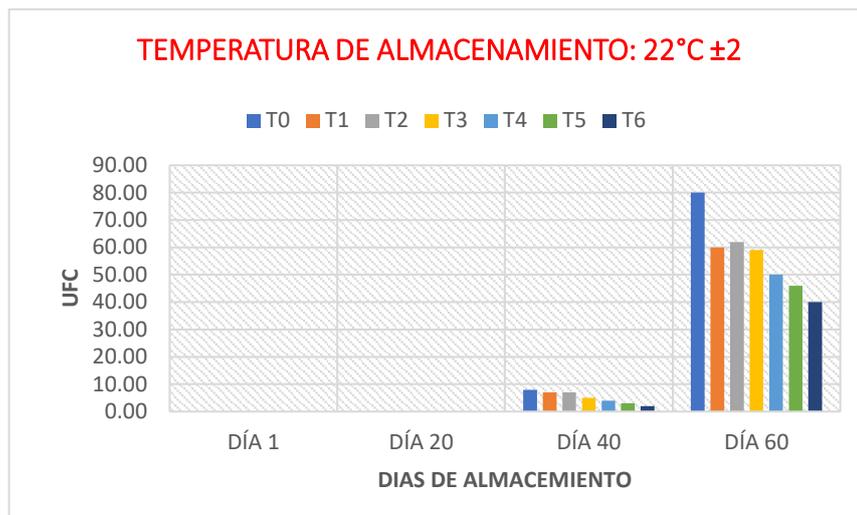
- En la Tabla 23 y en el gráfico 40, se muestra el contenido de humedad presente en la pulpa de tumbo serrano con almacenamiento en refrigeración (8°C ± 2), se aprecia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>1</sub> (87,04 % humedad).

#### 4.8. Evaluación microbiológica de la pulpa de tumbo serrano

##### 4.8.1. Aerobios mesófilos

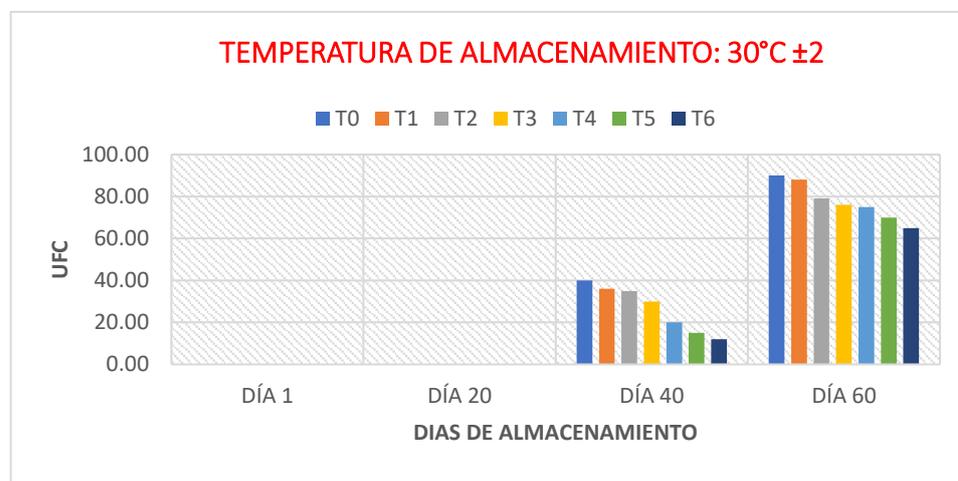
**Tabla 24.** Análisis estadístico de aerobios mesófilos de la pulpa de tumbo serrano

Tratamiento	Aerobios mesófilos (ambiente)	Aerobios mesófilos (estufa)	Aerobios mesófilos (refrigeración)
T <sub>0</sub>	14,50 ± 23,96 <sup>b</sup>	42,00 ± 72,28 <sup>b</sup>	3,25 ± 4,71 <sup>b</sup>
T <sub>1</sub>	17,25 ± 28,81 <sup>c</sup>	60,00 ± 95,21 <sup>g</sup>	6,00 ± 9,52 <sup>e</sup>
T <sub>2</sub>	21,75 ± 38,97 <sup>f</sup>	47,50 ± 70,88 <sup>c</sup>	4,25 ± 7,22 <sup>c</sup>
T <sub>3</sub>	21,25 ± 39,23 <sup>e</sup>	57,50 ± 96,04 <sup>f</sup>	3,25 ± 4,71 <sup>b</sup>
T <sub>4</sub>	12,75 ± 24,83 <sup>a</sup>	35,00 ± 57,44 <sup>a</sup>	6,00 ± 9,52 <sup>e</sup>
T <sub>5</sub>	22,00 ± 38,85 <sup>g</sup>	53,75 ± 97,75 <sup>d</sup>	3,00 ± 4,76 <sup>a</sup>
T <sub>6</sub>	19,75 ± 33,75 <sup>d</sup>	55,00 ± 97,12 <sup>e</sup>	4,50 ± 7,14 <sup>d</sup>



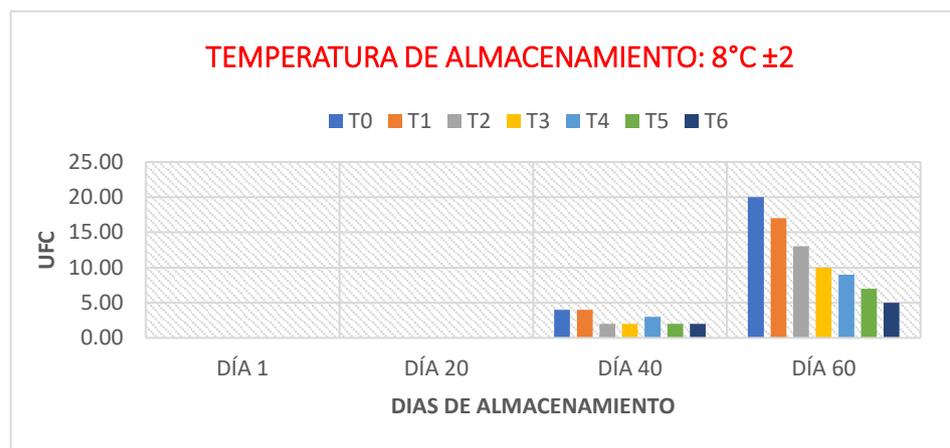
**Gráfico 41.** Resultado del contenido aerobios mesófilos presentes en la pulpa de tumbo serrano almacenado en ambiente ( $22^{\circ}\text{C} \pm 2$ ).

- En la Tabla 24 y en el gráfico 41, se muestra el contenido de aerobios mesófilos presentes en la pulpa de tumbo serrano con almacenamiento en ambiente ( $22^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), se aprecia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>6</sub> (40 UFC).



**Gráfico 42.** Resultado del contenido aerobios mesófilos presentes en la pulpa de tumbo serrano almacenado en estufa ( $30^{\circ}\text{C} \pm 2$ ).

- En la Tabla 24 y en el gráfico 42, se muestra el contenido de aerobios mesofilos presentes en la pulpa de tumbo serrano con almacenamiento en estufa ( $30^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), se aprecia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>6</sub> (65 UFC).



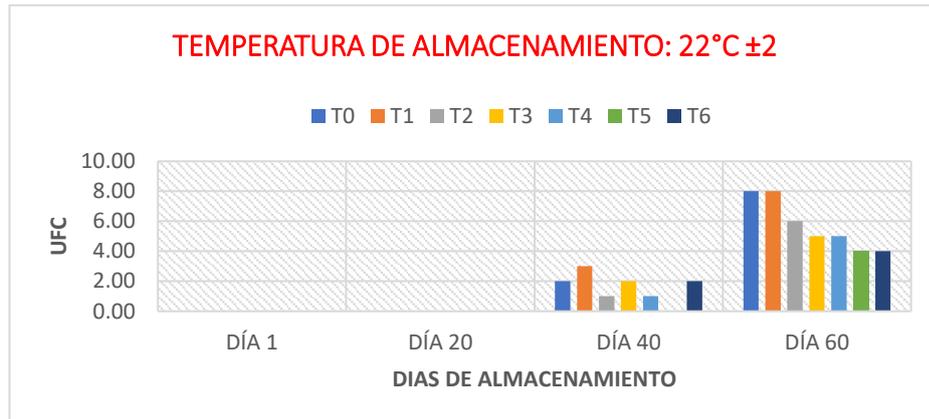
**Gráfico 43.** Resultado del contenido aerobios mesófilos presentes en la pulpa de tumbo serrano almacenado en refrigeración (8°C ± 2).

- En la Tabla 24 y en el gráfico 43, se muestra el contenido de aerobios mesófilos presentes en la pulpa de tumbo serrano con almacenamiento en refrigeración (8°C ± 2), se aprecia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>6</sub> (5 UFC).

#### 4.8.2. Mohos y levaduras

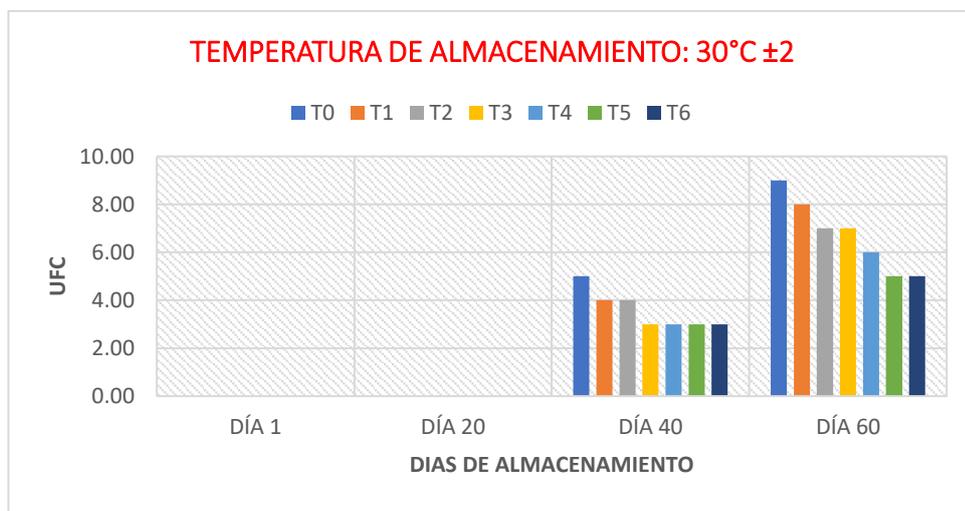
**Tabla 25.** Análisis estadístico de mohos y levaduras de la pulpa de tumbo serrano

Tratamiento	Mohos y levaduras (ambiente)	Mohos y levaduras (estufa)	Mohos y levaduras (Refrigeración)
T <sub>0</sub>	27,00 ± 48,81 <sup>e</sup>	34,67 ± 56,61 <sup>c</sup>	26,00 ± 49,36 <sup>e</sup>
T <sub>1</sub>	39,75 ± 73,62 <sup>f</sup>	34,67 ± 56,61 <sup>e</sup>	25,75 ± 49,52 <sup>cd</sup>
T <sub>2</sub>	51,75 ± 98,88 <sup>c</sup>	17,33 ± 28,30 <sup>e</sup>	25,50 ± 49,67 <sup>d</sup>
T <sub>3</sub>	51,25 ± 99,19 <sup>c</sup>	51,67 ± 85,19 <sup>b</sup>	25,75 ± 49,52 <sup>ab</sup>
T <sub>4</sub>	12,75 ± 24,83 <sup>b</sup>	35,33 ± 56,08 <sup>b</sup>	12,75 ± 24,83 <sup>ab</sup>
T <sub>5</sub>	27,00 ± 48,81 <sup>a</sup>	35,00 ± 56,34 <sup>a</sup>	21,00 ± 39,37 <sup>a</sup>
T <sub>6</sub>	52,25 ± 98,59 <sup>d</sup>	17,67 ± 28,04 <sup>d</sup>	25,75 ± 49,52 <sup>bc</sup>



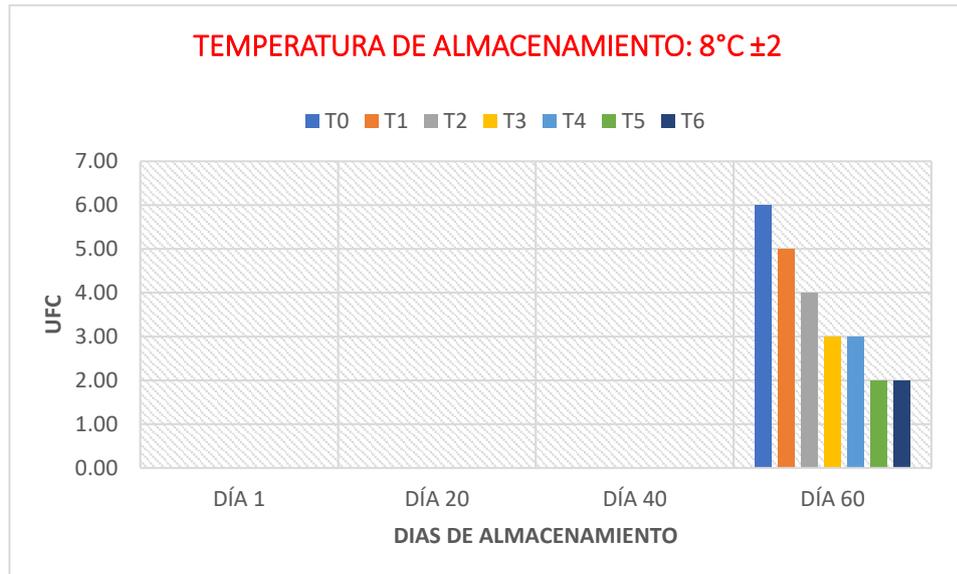
**Gráfico 44.** Resultado del contenido mohos y levaduras presentes en la pulpa de tumbo serrano almacenado en ambiente ( $22^{\circ}\text{C} \pm 2$ ).

- En la Tabla 25 y en el gráfico 44, se muestra el contenido de aerobios mesófilos presentes en la pulpa de tumbo serrano con almacenamiento en ambiente ( $22^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), se aprecia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como mejor tratamiento al  $T_6$  (4 UFC).



**Gráfico 45.** Resultado del contenido mohos y levaduras presentes en la pulpa de tumbo serrano almacenado en estufa ( $30^{\circ}\text{C} \pm 2$ ).

- En la Tabla 25 y en el gráfico 45, se muestra el contenido de aerobios mesófilos presentes en la pulpa de tumbo serrano con almacenamiento en estufa ( $30^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), se aprecia que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como mejor tratamiento al  $T_6$  (5 UFC).



**Gráfico 46.** Resultado del contenido mohos y levaduras presentes en la pulpa de tumbo serrano almacenado en refrigeración (8°C ± 2).

- En la Tabla 25 y en el gráfico 46, se muestra el contenido de aerobios mesofilos presentes en la pulpa de tumbo serrano con almacenamiento en refrigeración (8°C ± 2), se aprecia que existe diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo como mejor tratamiento al T<sub>6</sub> (2 UFC).

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Obtención de la pulpa de granadilla (*Passiflora ligularis*) y tumbo serrano (*Passiflora mollissima*)

En nuestra investigación, para la obtención de la pulpa de tumbo serrano y granadilla, si bien se utilizó una despulpadora, se mantuvo el principio de no adicionar agua u otro aditivo durante el proceso. Obteniendo un producto viscoso tanto para la pulpa de granadilla como para el tumbo serrano. Ambos productos tuvieron un rendimiento de 24% y 25% respectivamente.

Dichos resultados se compararon con los obtenidos por Rojas (2019), quien obtuvo pulpa de granadilla al separar la cáscara de la semilla de ambas frutas; luego, separó las semillas del jugo de cada fruta. Se realizó manualmente con ayuda de un “colador” y con pequeños “golpes” de licuadora, para luego ser filtrado en tela organza.

Duque, Giraldo y Quintero (2011), concuerdan que la apariencia de la pulpa de fruta continua una fase acuosa y una fase dispersa sólida, que debe ser obtenida a partir de un proceso de desintegración y tamizado de la parte comestible de las frutas.

Guillermo (2020), también apoya que el proceso correcto para la obtención de una pulpa de frutas, se sirve de un proceso de: tamizados, triturado, o desmenuzado.

### 5.2. Evaluación del contenido de vitamina C de la pulpa de granadilla (*Passiflora ligularis*) y del tumbo serrano (*Passiflora mollissima*)

Quillimamani (2019), reporta en su investigación que el tumbo serrano contiene 770.1 µg/mL, en fresco y la mayor retención de vitamina C, fue reportada con 666.9 µg/mL. La mayor cantidad de retención de ácido ascórbico, se presentó en base a una temperatura de 60° C y tiempo de 10 minutos, dando razón a que a una mayor temperatura mayor es la degradación de vitamina C.

Guija y otros (2012), cuantificaron la vitamina C de granadilla, reportando 20 mg/100 mL en el jugo de la granadilla.

De acuerdo con los resultados obtenidos se logró contrastar la hipótesis de investigación específica 1, determinar la frecuencia óptima del ultrasonido obtendremos un mayor rendimiento. En la Tabla 10 se observa los resultados del contenido de vitamina C de la pulpa de granadilla durante los 60 días de evaluación, donde se obtuvo los mejores tratamientos que fueron T<sub>2</sub> (23,62 µg/mL – 22 °C con una potencia de 750 W por 20 minutos), el T<sub>5</sub> (22,25 µg/mL – 30 °C con una potencia de 1500 W por 20 minutos) y el T<sub>6</sub> (40,14 µg/mL – 8 °C con una potencia de 1500 W por 30 minutos), evidenciando diferencia significativa entre los tratamientos. Para la pulpa del tumbo serrano los tratamientos que mejor nivel de vitamina C presentaron fueron: el T<sub>6</sub> (679,08 µg/mL – 22 °C con una potencia de 1500 W por 30 minutos), T<sub>4</sub> (597,11 µg/mL – 30 °C con una potencia de 1500 W por 10 minutos) y el T<sub>3</sub> (750,20 µg/mL – 8 °C con una potencia de 750 W por 30 minutos), donde se evidencia diferencia significativa.

### **5.3. Evaluación fisicoquímica de la pulpa de granadilla (*Passiflora ligularis*) y del tumbo serrano (*Passiflora mollissima*)**

El reporte de nuestra investigación en cuanto a los sólidos solubles del tumbo serrano fluctúan entre 11.05 y 11.25, el pH varía entre 3.02 y 3.05, la acidez, del tumbo serrano, 1.79 % y 1.84 %, las cenizas estaban entre 0.40% - 0.57% y el análisis de humedad fue de 86.53 % a 89.02%. El reporte de nuestra investigación en cuanto a los sólidos solubles de la granadilla indica que estaba entre 15.53 a 15.90, el pH varía entre 3.78 y 4.15, la acidez de la granadilla estuvo entre 1.54 % y 1.78 %, las cenizas en un rango de 0.98 % - 1.43 % y el reporte del análisis de humedad fue de 85.33% - 86.95%.

En 2005, Cabrera determinó que el jugo de granadilla tiene una acidez que varía entre 0.41 y 0.47 g de ácido cítrico/100 g; que el valor de pH varió entre 5.14 y 5.71; mientras que los °Brix variaron entre 14.78 y 15.87.

Nuestros resultados son algo similares a los reportados por el autor Cabrera, esa diferencia se puede dar por diversos factores que son las técnicas de análisis, el tiempo de estudio de la muestra y la calidad de las propiedades de las materias primas.

#### **5.4. Evaluación microbiológica de la pulpa de granadilla (*Passiflora ligularis*) y del tumbo serrano (*Passiflora mollissima*)**

Lopez (2018) señala sobre la carga microbiológica que el presenció en su investigación , se evidenció una inhibición en los mesófilos aerobios (54.7%), así como para los hongos y levaduras (62.1%). Al graficar los resultados de la inactivación microbiológica, estos revelan que sigue una tendencia bifásica o pseudolineal. Sobre las propiedades reológicas, se encontró que la pulpa de mango común conserva su comportamiento pseudoplástico. De igual manera se observó que existe un incremento de la temperatura de las muestras tratadas, el cual no excedió los 13.6 °C. Este estudio ofrece avances en la aplicación de tecnologías no emergentes en la conservación de los alimentos.

De acuerdo con los resultados obtenidos se logró contrastar la hipótesis de investigación específica 3, si determinamos la mejor frecuencia ultrasónica se obtendrá una pulpa de granadilla y de tumbo serrano con una calidad microbiana dentro de los parámetros exigidos. En la Tabla 16 y 17 se muestra los valores microbiológicos de aerobios mesófilos estudiados a la pulpa de granadilla en el cual los tratamientos con menor cantidad de crecimiento microbiano fueron T<sub>6</sub> (104 UFC – 22 °C con una potencia de 1500 W por 30 minutos), T<sub>6</sub> (80 UFC – 30 °C con una potencia de 1500 W por 30 minutos) y T<sub>6</sub> (75 UFC – 8 °C con una potencia de 1500 W por 30 minutos). Para el caso de los mohos y levaduras los tratamientos destacados fueron: T<sub>6</sub> (12 UFC – 22 °C con una potencia de 1500 W por 30 minutos), T<sub>6</sub> (8 UFC – 30 °C con una potencia de 1500 W por 30 minutos) y T<sub>6</sub> (11 UFC – 8 °C con una potencia de 1500 W por 30 minutos) ambos microorganismos analizados presentan diferencias significativas.

En la Tabla 24 y 25 se muestra los valores microbiológicos de aerobios mesófilos estudiados a la pulpa de tumbo serrano donde se aprecia a los tratamientos T<sub>6</sub> (40 UFC – 22 °C con una potencia de 1500 W por 30 minutos), T<sub>6</sub> (65 UFC – 30 °C con una potencia de 1500 W por 30 minutos) y T<sub>6</sub> (5.00 UFC – 8 °C con una potencia de 1500 W por 30 minutos). Para el caso de los mohos y levaduras los tratamientos destacados fueron: T<sub>6</sub> (4 UFC – 22 °C con una potencia de 1500 W por 30 minutos), T<sub>6</sub> (5 UFC – 30 °C con una potencia de 1500 W por 30 minutos) y T<sub>6</sub> (2 UFC – 8 °C con una potencia de 1500 W por 30 minutos) ambos microorganismos analizados presentan diferencias significativas.

## VI. CONCLUSIONES

Se obtuvo la pulpa de granadilla y tumbo serrano, mediante un proceso de despulpado, posteriormente la pulpa de granadilla y tumbo serrano sufrió un efecto de termosonicado, hubo diferencia significativa estadísticamente, teniendo como mejores tratamientos en la pulpa de tumbo serrano a los siguientes: el T<sub>6</sub> (879,08 µg/mL – 22 °C con una potencia de 1500 W por 30 minutos), T<sub>4</sub> (597,11 µg/mL – 30 °C con una potencia de 1500 W por 10 minutos) y el T<sub>3</sub> (750,20 µg/mL – 8 °C con una potencia de 750 W por 30 minutos) y en los tratamientos de la pulpa de granadilla los mejores fueron T<sub>2</sub> (23,62 µg/mL – 22 °C con una potencia de 750 W por 20 minutos), el T<sub>5</sub> (22,25 µg/mL – 30 °C con una potencia de 1500 W por 20 minutos) y el T<sub>6</sub> (40,14 µg/mL – 8 °C con una potencia de 1500 W por 30 minutos), dichos tratamientos conservan la cantidad de vitamina C y cumplen con los parámetros de límites permisibles según la Norma Técnica Peruana.

Se determinó la influencia de las ondas de ultrasonido sobre las propiedades fisicoquímicas de la pulpa de granadilla y tumbo serrano, de tal manera que se conservó sus propiedades. Teniendo como tratamiento adecuado a una potencia a 750 watts por un tiempo de 30 minutos, en lo que respecta al tumbo serrano. En la pulpa de granadilla el mejor tratamiento obtenido es a 1500 watts por un tiempo de 30 minutos.

Evaluamos la influencia de las ondas de ultrasonido en la carga microbiana de la pulpa de granadilla y tumbo serrano.

Utilizando estas técnicas de almacenamiento y temperaturas sobre las dos pulpas estudiadas se nota en los dos tratamientos a 8°C y el de 33°C aumenta en un pequeño porcentaje la vida útil de las muestras.

## VII. RECOMENDACIONES

Al finalizar la investigación y teniendo en cuenta nuestros resultados, se sugiere lo siguiente:

- Se recomienda realizar un estudio de costos para determinar la factibilidad de obtener pulpa de granadilla y tumbo serrano, con aplicación del termosonicado.
- Se sugiere realizar estudios de la composición nutricional precisa de la pulpa de granadilla y tumbo serrano, con aplicación de Termosonicado.
- Aplicar el termosonicado en distintas formas de alimentos ( zumos, carnes, pulpas, etc) y aplicarlo en toda la cadena de alimentos.
- Intentar realizar muestras utilizando ésta tecnología de conservación e intentar ingresar a los mercados mas exigentes en el extranjero.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- Alimentos SAS. (sf). *Las mejores frutas de Colombia*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2018, de [www.alimentossas.com](http://www.alimentossas.com).
- Angulo, R. (2003). Frutales exóticos de Clima Frío. *Bayer CropScience*, 120-131.
- Aparco, G. (2015). *Estudio de prefactibilidad para la instalacion de una planta productora de bebida a partir de tumbo (Passiflora mollissima), en la región Apurímac*. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho: UNSCH.
- Asturizaga, A., Ollgard, B., & Balslev, H. (2006). *Frutos comestibles*. La Paz, Bolivia: Botánica Económica de los Andes Centrales Editores.
- Atencia, D., & Picón, E. (2016). *Evaluación del contenido de vitamina C, B-caroteno y las características microbiológicas durante el almacenamiento en la bebida de aguaymanto (Physalis peruviana) con aplicación ultrasónica*. Huánuco: UNHEVAL.
- Benalcazar, A., Canessa, G., Guabloche, M., Silva, H., & Peirano, G. (2001). Granadilla. Extracto y fresco. *Seminario de Agronegocios* (pág. 58). Lima: UP. Recuperado el 20 de Agosto de 2019
- Bernal J. y Díaz, C. (2005). *Tecnología para el cultivo de la curuba*. Antioquia, Rionegro, Colombia: CORPOICA.
- Bernal, L. (2005). *Otras técnicas electroterápicas*. Recuperado el 19 de marzo de 2018, de Infomed: [www.sld.cu](http://www.sld.cu)
- Buitrago, B., Irausquín, I., & Mendoza, J. (2004). *Ultrasonic velocity and attenuation in carbon steel specimens*. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 27(1), 20-25.
- Cabrera, C. (2005). *Caracterización de las propiedades físicas y químicas del fruto de granadilla (passiflora ligularis juss)*. Ibarra: UTN.
- Carbajal, L., Turbay, S., Marely, L., Rodriguez, A., Alvarez, J., Bonilla, K., . . . Parra, M. (2014). *Relación entre los usos populares de la granadilla (passiflora*

*ligularis juss*) y su composición fitoquímica. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(2), 185-196.

Carrillo, M., & Reyes, A. (2013). *Vida útil de los alimentos. Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3), sp.

Dhawan, K., Dhawan, S., & Sharma, A. (2004). *Passiflora: as review update. Journal Ethnopharmacol*, 94(1), 23.

Duque, A., Giraldo, G., & Quintero, V. (2011). *Caracterización de la fruta, pulpa y concentrado de uchuva (Physalis peruviana). Temas Agrarios*, 16(1), 75-83.

Duran, M., & Moreno, A. (2000). *Evaluación de algunas mezclas de solvente en la extracción de carotenoides de tamarillo (Cyphomandra betaceae Sendt). Venezuela: se.*

Gil, J. (2016). *Efecto del extracto etanólico de hojas de Passiflora tripartita (tumbo serrano) en la ansiedad, en Mus musculus var. albinus.* Trujillo: UNT.

Gines, E. (2014). *Los ultrasonidos como alternativa a la desinfección con hipoclorito: efectos sobre la vida útil en boniato (Ipomoea batatas) mínimamente procesado.* Barcelona: UPC.

Gómez, J., & López, A. (2009). *Aplicaciones del ultrasonido en el tratamiento de alimentos. Temas selectos de ingeniería de alimentos*, 3(1), 59-73.

Gonzales, V. (2011). *Análisis y aplicación de técnicas ultrasónicas para ensayos no destructivos en materiales no homogéneos.* Universidad de Sevilla, Ingeniería Electrónica . Sevilla: US.

Guija, E., Troncoso, L., Oliveira, G., Soberón, M., Flores, J., & Nuñez, M. (2012). *Determinación de la capacidad antioxidante de la Passiflora ligularis (granadilla).* *Anales De La Facultad De Medicina*, 73(28), sp. doi:<https://doi.org/10.15381/anales.v73i0.2171>

Guillermo, F. (2020). *Evaluación de la capacidad antioxidante de una bebida a base de pulpa, hojas y semillas de guanábana (Annona muricata).* Universidad Agraria del Ecuador, Ciencias Agrarias. Milagro: UAE.

- Herrera, M. (2011). *Guía técnica "Post Cosecha de Granadilla (Passiflora ligularis)*. Cerro de Pasco: -.
- Hoover, D. (2000). *Kinetics of microbial inactivation for alternative food processing technologies. Ultrasound Journal of Food Sciences Supplement*, 65(8), 93-95.
- Illanes Castañeda, R. (2018). *Efecto de la termoultrasonificación en zumo de zanahoria (Daucus carota) sobre la carga microbiana y el contenido nutricional*. Bolivia.
- Inocente, M. (2015). *Diseño e implementación de una cadena de valor viable y sostenible para productos alimenticios y cosméticos elaborados con extractos estabilizados de Passiflora mollissima L. (tumbo serrano)*. UNMSM. Lima: UNMSM.
- Izcalli, C. (2010). *La prueba de ultrasonido Proyecto papime Desarrollo e implementación de prácticas sobre pruebas no destructivas*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2017, de UNAM: [www.unam.mx](http://www.unam.mx)
- Joyce, A., & Mason, T. (2008). *Sonications used as a biocide*. Londres: Chemistry Today.
- León, D., & Riveros, J. (2014). *Extracción y caracterización químicas de las pectinas de las cáscaras del maracuyá amarillo (Passiflora edulis, Var Flavicarpa degener), granadilla (Passiflora ligularis Juss) y tumbo serrano (Passiflora mollísima H.B.K. Bailey)*. Universidad Nacional del Callao, Ingeniería Química. Lima: UNC.
- Lliuyacc, R. (2018). *Efecto de la temperatura, tiempo y ph en el rendimiento de extracción de pectina en cáscara de tumbo serrano (passiflora tripartita l.)*. Universidad Nacional de Huancavelica. Acobamba: UNH.
- López Martínez, E. (2018). *Optimización del proceso de termoultrasonido de aguamiel de maguey manso (Agave atrovirens Karw) sobre sus propiedades microbiológicas, fisicoquímicas y antioxidantes*. Hidalgo - México.
- Lopez, M., & Beltrán, M. (2006). *La fruta de la pasión, potencial contribución de la naturaleza a la seguridad alimentaria*. Investigaciones Andina, 11.

- Mason, T., Riera, E., Vercet, A., & López-Buesa, P. (2005). *Emerging Technologies for food processing*. Londres: Elsevier.
- Mauillacoma, H. (2010). *Elaboración de mermelada a partir de tumbo serrano (Passiflora tripartita var. mollísima (Kunth) Hol - Niels & P. Jorg.)*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima: UNALM.
- MINCETUR. (Noviembre de 2006). Plan operativo de la granadilla región Huánuco. Huánuco, Huánuco, Perú.
- Mogollón, R. (2009). *Determinación del comportamiento fisiológico en poscosecha de la granadilla (Passiflora ligularis Juss)*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá: UNC.
- Mulet, A., Cárcel, J. A., Benedito, J., & Gómez-López. (2014). Applications of low-intensity ultrasonics in the dairy industry. En G. Welti-Chanes, C. Barbosa, & J. Aguilera, *Engineering and food for the 21 Century* (págs. 763-783). Florida: CRC Press.
- Muñoz, A., Ramos, F., Alvarado, C., & Castañeda, B. (2007). *Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios*. Rev. Soc. Quím., 73(3), 142-149.
- Ocampo, O. (2014). *El cultivo de curuba larga (Passiflora mollísima) en el vereda yurumal de Sonsón*. Sonsón: Tesis. Universidad nacional abierta ya distancia. Escuela de ciencias agrícolas, pecuarias y del ambiente.
- Otero, C. (1984). El Cultivo de Maracuyá. Vol. XLI. No 1. pp 18- 24. *Revista ESSO. Agrícola.*, 12(1), 18-24.
- Pacco, L. (2017). *Optimización del rendimiento de extracción del zumo de granadilla (Passiflora ligularis) aplicando temperaturas y enzima pectinolítica*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman, Ciencias Agropecuarias. Tacna: UNJBG.
- Palacios, J. (2015). *Establecimiento in vitro de tumbo serrano (Pasiflora mollísima(Kunth)I.H. Bailey) en el laboratorio de biotecnología vegetal de la facultad de ciencias agropecuarias*. Tacna: UNJBG.

- Pari, R., & Ramos, H. (2019). *Actividad antioxidante y antiinflamatoria del extracto etanólico de las hojas de Massiflora tripartita var. mollissima (Kunth) "tumbo serrano"*. Lima: UNW.
- Parzanese, M. (2013). *Tecnologías para la Industria Alimentaria*. Recuperado el 10 de abril de 2018, de Hielscher – Ultrasound Technology: [www.hielscher.com](http://www.hielscher.com)
- Piyasena, P., Mohareb, E., & McKella, R. (2003). Inactivation of microbes using ultrasound: a review. *International Journal of Food Microbiology*, 207-216.
- Ponce de León González, S. E. (2019). *Efecto del tiempo de exposición con ultrasonido en el contenido de vitamina C, sólidos solubles, acidez y recuento de mesófilos en la pulpa de camu camu (Myrciaria dubia)*. Trujillo.
- Quillimamani, S. (2019). *Evaluación de la cinética de degradación térmica de la vitamina C en la pulpa de tumbo (Passiflora mollissima b.)*. Universidad Peruana Unión. Juliaca: UPU.
- Reyna, M. (2015). *Efecto de la aplicación de ondas de ultrasonido sobre las propiedades fisicoquímicas, reológicas y microbiológicas de pulpa de mango (Mangifera indica l.) Variedad común*. Santander: se.
- Ríos, G. (2017). *Nivel de aceptabilidad del vino de tumbo serrano (Passiflora mollissima), elaborado con los parámetros tecnológicos óptimos, en la ciudad de Huánuco*. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco: UNHEVAL.
- Robinson, J. (1991). *Bioquímica y valor nutritivo de los alimentos*. Zaragoza.: Editorial Acriba.
- Robles, L., & Ochoa, L. (2012). *Ultrasonido y sus aplicaciones en el procesamiento de alimentos*. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 13(2), 109-122.
- Rojas, I. (2019). *Elaboración de néctar tropical de granadilla (Passiflora Ligularis) con maracuyá (Passiflora edulis) edulcorado con stevia (stevia rebaudiana)*. Universidad Nacional de Piura. Piura: UNP.
- Saldarriaga, R. (1998). Manejo Poscosecha de la granadilla (Passiflora Ligularis Juss). *Serie de paquetes de capacitación sobre manejo poscosecha de frutas y hortalizas*. 7, pág. 26. Armenia: Convenio SENA.

- Sánchez, N., Sepúlveda, J., & Rojano, B. (2013). Desarrollo de una bebida láctea con extractos de curuba (*Passiflora mollissima* Bailey) como antioxidante natural. *Rev. Bio. Agro*, 11(1), 164-173.
- Santos de la Cruz, L. (2005). El ultrasonido y su aplicación. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, 8(1), 25-28.
- Serpa, D. (2018). *Exportación de granadilla fresca con destino al mercado de Amsterdam - Holanda*. Universidad San Martín de Porres, Administración de Negocios Internacionales. Lima: USMP.
- Tamayo. (1990). *El cultivo del taxo. (Passiflora mollissima B.H.K. Bayler) Dentro de la zona de influencia del proyecto Tungurahua*. Ambato: se.
- Tiwari, B., Patras, A., Brunton, N., & Cullen, P. (2009). *La estabilidad de las antocianinas y ácido ascórbico en el jugo de fresa sonicado durante el almacenamiento*. *Investigación de tecnología alimentaria europea*, 228(5), 717-724.
- Tiwari, Muthukumarappan, K., O'Donnell, C. P. & Cullen, P. J. (2008). Colour degradation and quality parameters of sonicated orange juice using response surface methodology. *LWT - Food Science and Technology*, 41, 1876-1883.
- Torres, A. (2018). *Extracción de aceite a partir de semilla de granadilla (Passiflora ligularis) por prensado en frío y solvente orgánico*. Universidad Señor de Sipán. Pimentel: USS.
- Tucto Santiago, E. T. (2019). *Aplicación de ultrasonido en la obtención de bebida de arándano (vaccinium corymbosum) para prolongar su vida útil*. Huánuco: UNHEVAL.
- Verdú, J. (2005). *Nutrición y Alimentación Humana: Situaciones Fisiológicas y patológicas*. Barcelona: Océano.
- Vergara, L. (15 de abril de 2012). *El ultrasonido y sus aplicaciones en la industria alimentaria*. Obtenido de Sistema de Bibliotecas y Biblioteca Central: [www.sisbib.unmsm.edu.pe](http://www.sisbib.unmsm.edu.pe)

Yee, M. (2002). *Uso medicinal de la granadilla en la curación de diabetes*. San José: CNP.

Zenker, M., Heinz, V., & Knorr, D. (2003). *Application of ultrasound-assisted thermal processing for preservation and quality retention of liquid foods*. *Journal of Food Protection*, 66, 1642-1649.

## IX. ANEXO

### Anexo 1: Panel fotográfico

- Equipos del laboratorio que se utilizó



Figura 10: Microcentrífuga (4°C).



Figura 11: Potenciómetro.



Figura 12: Refractómetro digital.



. Figura 13: HPLC.



**Figura 14:** Titulador volumétrico.



**Figura 15:** Microcentrífuga.

- **Evidencia del despulpado y envasado de la pulpa de granadilla y tumbo serrano.**



**Figura 16:** Despulpado de granadilla .



**Figura 17:** Despulpado de tumbo serrano.



**Figura 18:** Envasado de la pulpa de tumbo.



**Figura 19:** Envasado de la pulpa de granadilla.

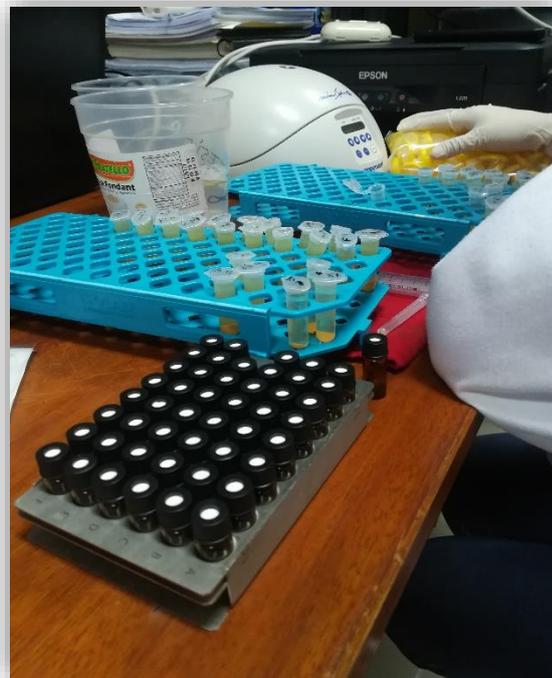


**Figura 20:** Termosonicado.

- Evidencias de los análisis.



**Figura 21:** Preparación de muestra.



**Figura 22:** Preparación de muestra para determinar Vitamina C.

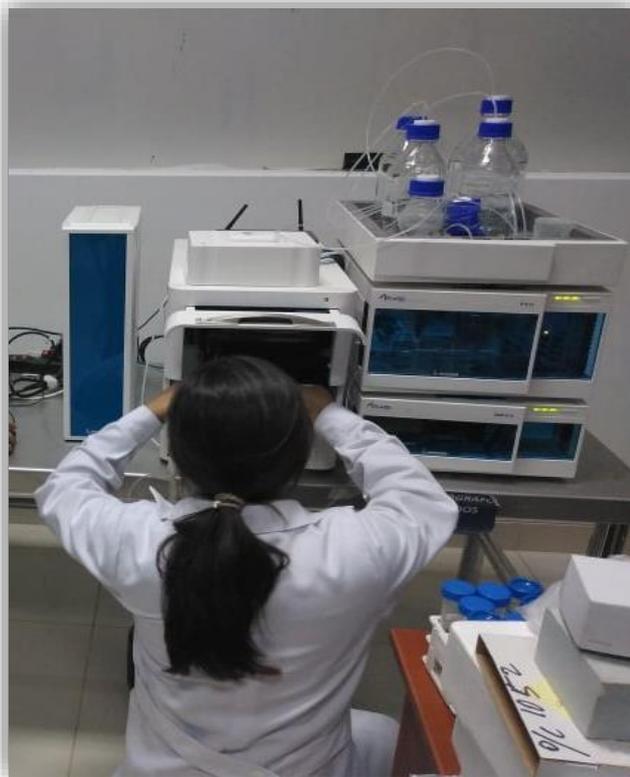


Figura 23: Analisis en el HPLC

Peak	Ret. Time (min)	Concentration (µg/ml)	Chemical Name
1	1.131	0.000	GRANADILLA
2	1.131	0.000	GRANADILLA
3	1.131	0.000	GRANADILLA
4	1.131	0.000	GRANADILLA
5	1.131	0.000	GRANADILLA
6	1.131	0.000	GRANADILLA
7	1.131	0.000	GRANADILLA
8	1.131	0.000	GRANADILLA
9	1.131	0.000	GRANADILLA
10	1.131	0.000	GRANADILLA
11	1.131	0.000	GRANADILLA
12	1.131	0.000	GRANADILLA
13	1.131	0.000	GRANADILLA
14	1.131	0.000	GRANADILLA
15	1.131	0.000	GRANADILLA
16	1.131	0.000	GRANADILLA
17	1.131	0.000	GRANADILLA
18	1.131	0.000	GRANADILLA
19	1.131	0.000	GRANADILLA
20	1.131	0.000	GRANADILLA
21	1.131	0.000	GRANADILLA
22	1.131	0.000	GRANADILLA
23	1.131	0.000	GRANADILLA
24	1.131	0.000	GRANADILLA
25	1.131	0.000	GRANADILLA
26	1.131	0.000	GRANADILLA
27	1.131	0.000	GRANADILLA
28	1.131	0.000	GRANADILLA
29	1.131	0.000	GRANADILLA
30	1.131	0.000	GRANADILLA
31	1.131	0.000	GRANADILLA
32	1.131	0.000	GRANADILLA
33	1.131	0.000	GRANADILLA
34	1.131	0.000	GRANADILLA
35	1.131	0.000	GRANADILLA
36	1.131	0.000	GRANADILLA
37	1.131	0.000	GRANADILLA
38	1.131	0.000	GRANADILLA
39	1.131	0.000	GRANADILLA
40	1.131	0.000	GRANADILLA
41	1.131	0.000	GRANADILLA
42	1.131	0.000	GRANADILLA
43	1.131	0.000	GRANADILLA
44	1.131	0.000	GRANADILLA
45	1.131	0.000	GRANADILLA
46	1.131	0.000	GRANADILLA
47	1.131	0.000	GRANADILLA
48	1.131	0.000	GRANADILLA
49	1.131	0.000	GRANADILLA
50	1.131	0.000	GRANADILLA
51	1.131	0.000	GRANADILLA
52	1.131	0.000	GRANADILLA
53	1.131	0.000	GRANADILLA
54	1.131	0.000	GRANADILLA
55	1.131	0.000	GRANADILLA
56	1.131	0.000	GRANADILLA
57	1.131	0.000	GRANADILLA
58	1.131	0.000	GRANADILLA
59	1.131	0.000	GRANADILLA
60	1.131	0.000	GRANADILLA
61	1.131	0.000	GRANADILLA
62	1.131	0.000	GRANADILLA
63	1.131	0.000	GRANADILLA
64	1.131	0.000	GRANADILLA
65	1.131	0.000	GRANADILLA
66	1.131	0.000	GRANADILLA
67	1.131	0.000	GRANADILLA
68	1.131	0.000	GRANADILLA
69	1.131	0.000	GRANADILLA
70	1.131	0.000	GRANADILLA
71	1.131	0.000	GRANADILLA
72	1.131	0.000	GRANADILLA
73	1.131	0.000	GRANADILLA
74	1.131	0.000	GRANADILLA
75	1.131	0.000	GRANADILLA
76	1.131	0.000	GRANADILLA
77	1.131	0.000	GRANADILLA
78	1.131	0.000	GRANADILLA
79	1.131	0.000	GRANADILLA
80	1.131	0.000	GRANADILLA
81	1.131	0.000	GRANADILLA
82	1.131	0.000	GRANADILLA
83	1.131	0.000	GRANADILLA
84	1.131	0.000	GRANADILLA
85	1.131	0.000	GRANADILLA
86	1.131	0.000	GRANADILLA
87	1.131	0.000	GRANADILLA
88	1.131	0.000	GRANADILLA
89	1.131	0.000	GRANADILLA
90	1.131	0.000	GRANADILLA
91	1.131	0.000	GRANADILLA
92	1.131	0.000	GRANADILLA
93	1.131	0.000	GRANADILLA
94	1.131	0.000	GRANADILLA
95	1.131	0.000	GRANADILLA
96	1.131	0.000	GRANADILLA
97	1.131	0.000	GRANADILLA
98	1.131	0.000	GRANADILLA
99	1.131	0.000	GRANADILLA
100	1.131	0.000	GRANADILLA

Figura 24: Cuantificación de Vitamina C.



**Figura 25:** Determinación de cenizas.



**Figura 26:** Determinación de humedad.



**Figura 27:** Centrifugado.



**Figura 28:** Medición de pH.



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

En la ciudad de Huánuco a los 15 días del mes de diciembre del año 2021, siendo las 5 p.m. de acuerdo al Reglamento de Grado Académico y Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias y a la directiva de sustentación virtual de tesis, aprobada con Resolución de Consejo Universitario N° 0970-2020-UNHEVAL, del 29.MAY.2020, se reunieron en la Plataforma del Cisco Webex de la UNHEVAL los miembros integrantes del Jurado de tesis con Resolución N° **355- 2021-UNHEVAL-FCA-D, del 09 de diciembre de 2021**, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada: **“EFECTO DEL TERMOSONICADO EN LA VIDA UTIL DE LA PULPA DE GRANADILLA (*Passiflora ligularis*) Y TUMBO SERRANO (*Passiflora mollissima*)”**, presentado la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial: **DIGNA ROCIO LAZARO NOLASCO**, bajo el asesoramiento del **Mg. ROGER ESTACIO LAGUNA**.

El Jurado de tesis está integrado por los siguientes docentes:

<b>Dr. Sergio Grimaldo Muñoz Garay</b>	<b>Presidente</b>
<b>Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio.</b>	<b>Secretario</b>
<b>Dr. Rubén Max Rojas Portal.</b>	<b>Vocal</b>
<b>Lic. Winder Laureano Ulloa.</b>	<b>Accesitario</b>

Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: APROBADO por UNANIMIDAD con el cuantitativo de 17 y cualitativo de MUY BUENO, quedando la sustentante A.P.T.O. para que se le expida el **TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 19 horas.

Huánuco, 15 de diciembre del 2021

**Dr. Sergio Grimaldo Muñoz Garay**  
Presidente del Jurado de Tesis  
Resolución N°355-2021-UNHEVAL/FCA-D

**Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio**  
Secretario del Jurado de Tesis  
Resolución N°355-2021-UNHEVAL/FCA-D

**Dr. Rubén Max Rojas Portal.**  
Vocal del Jurado de Tesis  
Resolución N°355-2021-UNHEVAL/FCA-D

- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado

OBSERVACIONES:

Ninguno

---

---

---

---



PRESIDENTE



SECRETARIO



VOCAL

Huánuco, 15 de diciembre del 2021

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

---

---

---

---

---

Huánuco, \_\_\_ de \_\_\_ del 20\_\_

\_\_\_\_\_  
PRESIDENTE

\_\_\_\_\_  
SECRETARIO

\_\_\_\_\_  
VOCAL



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

En la ciudad de Huánuco a los 15 días del mes de diciembre del año 2021, siendo las 5 pm de acuerdo al Reglamento de Grado Académico y Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias y a la directiva de sustentación virtual de tesis, aprobada con Resolución de Consejo Universitario N° 0970-2020-UNHEVAL, del 29.MAY.2020, se reunieron en la Plataforma del Cisco Webex de la UNHEVAL los miembros integrantes del Jurado de tesis con Resolución N° **355- 2021-UNHEVAL-FCA-D, del 09 de diciembre de 2021**, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada: **“EFECTO DEL TERMOSONICADO EN LA VIDA UTIL DE LA PULPA DE GRANADILLA (*Passiflora ligularis*) Y TUMBO SERRANO (*Passiflora mollissima*)”**, presentado la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial: **LUZ MERCEDES VILLANUEVA VALENTIN**, bajo el asesoramiento del **Mg. ROGER ESTACIO LAGUNA**.

El Jurado de tesis está integrado por los siguientes docentes:

<b>Dr. Sergio Grimaldo Muñoz Garay</b>	<b>Presidente</b>
<b>Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio.</b>	<b>Secretario</b>
<b>Dr. Rubén Max Rojas Portal.</b>	<b>Vocal</b>
<b>Lic. Winder Laureano Ulloa.</b>	<b>Accesitario</b>

Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: APROBADO por UNANIMIDAD con el cuantitativo de 17 y cualitativo de MUY BUENO, quedando la sustentante APTO para que se le expida el **TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 19 horas.

Huánuco, 15 de diciembre del 2021

**Dr. Sergio Grimaldo Muñoz Garay**  
Presidente del Jurado de Tesis  
Resolución N°355-2021-UNHEVAL/FCA-D

**Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio**  
Secretario del Jurado de Tesis  
Resolución N°355-2021-UNHEVAL/FCA-D

**Dr. Rubén Max Rojas Portal.**  
Vocal del Jurado de Tesis  
Resolución N°355-2021-UNHEVAL/FCA-D

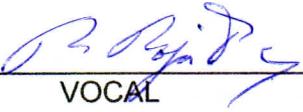
- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado

OBSERVACIONES:

Ninguna  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

  
PRESIDENTE

  
SECRETARIO

  
VOCAL

Huánuco, 15 de diciembre del 2021

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Huánuco, \_\_\_\_ de \_\_\_\_ del 20\_\_

\_\_\_\_\_  
PRESIDENTE

\_\_\_\_\_  
SECRETARIO

\_\_\_\_\_  
VOCAL

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN – HUÁNUCO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DIRECCION DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE TURNITIN N° 44 - 2021- UNHEVAL- FCA

## CONSTANCIA DEL PROGRAMA TURNITIN PARA BORRADOR DE TESIS

LA DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

Hace constar que el Título:

**“EFECTO DEL TERMOSONICADO EN LA VIDA ÚTIL DE LA PULPA DE  
GRANADILLA (*Passiflora ligularis*) Y TUMBO SERRANO (*Passiflora  
mollissima*)”**

Presentado por (el) (la) alumno (a) de la Facultad de Ciencias Agrarias,  
Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial

**LAZARO NOLASCO, DIGNA ROCIO y  
VILLANUEVA VALENTIN, LUZ MERCEDES**

La misma que fue aplicado en el programa: **“turnitin”**

La TESIS; para Revision.pdf, con Fecha: 30 de noviembre del 2021.

Resultado: **30 % de similitud general**, rango considerado: **Apto**, por disposición  
de la Facultad.

Para lo cual firmo el presente para los fines correspondientes.

Cayhuayna, 30 de noviembre de 2021

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CONSTANCIA N°  
  
Dr. Antonio S. Cornejo y Maldonado  
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN  
DE LA F.C.A.

44

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		<b>REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES</b>			
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN		RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL	VERSION	FECHA	PAGINA
		OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL	0.0	06/01/2017	1 de 2

## ANEXO 2

### AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICAS DE PREGRADO

#### 1. IDENTIFICACIÓN PERSONAL (especificar los datos de los autores de la tesis)

Apellidos y Nombres: LAZARO NOLASCO, DIANA ROCIO

DNI: 72805306 Correo electrónico: rocioln23@gmail.com

Teléfonos: Casa \_\_\_\_\_ Celular 939353385 Oficina \_\_\_\_\_

Apellidos y Nombres: VILLANDEVA VACENTIN LUZ MERCEDES

DNI: 71572535 Correo electrónico: mercedss.79@gmail.com

Teléfonos: Casa \_\_\_\_\_ Celular 983748784 Oficina \_\_\_\_\_

Apellidos y Nombres: \_\_\_\_\_

DNI: \_\_\_\_\_ Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Teléfonos: Casa \_\_\_\_\_ Celular \_\_\_\_\_ Oficina \_\_\_\_\_

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

<b>Pregrado</b>	
Facultad de:	<u>CIENCIAS AGRARIAS</u>
E. P. :	<u>INGENIERIA AGROINDUSTRIAL</u>

Título Profesional obtenido:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Título de la tesis:

EFFECTO DEL TERMOSONICADO EN LA VIDA UTIL DE LA PULPA

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		<b>REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES</b>			
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN		RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL	VERSION	FECHA	PAGINA
		OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL	0.0	06/01/2017	2 de 2

DE GRANADILLA (*Passiflora ligularis*) Y TUMBO SERRANO (*Passiflora mollisima*)

Tipo de acceso que autoriza(n) el (los) autor(es):

Marcar "X"	Categoría de Acceso	Descripción del Acceso
X	PÚBLICO	Es público y accesible al documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
	RESTRINGIDO	Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, más no al texto completo

Al elegir la opción "Público", a través de la presente autorizo o autorizamos de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web [repositorio.unheval.edu.pe](http://repositorio.unheval.edu.pe), por un plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya(n) marcado la opción "Restringido", por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

Asimismo, pedimos indicar el período de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

- ( ) 1 año
- ( ) 2 años
- ( ) 3 años
- ( ) 4 años

Luego del período señalado por usted(es), automáticamente la tesis pasará a ser de acceso público.

Fecha de firma:

Firma del autor y/o autores: