

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZÁN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



---

---

**EFEECTO DEL CALENTAMIENTO ÓHMICO SOBRE LAS  
PROPIEDADES ANTIOXIDANTES Y CALIDAD MICROBIOLÓGICA  
EN NÉCTAR DE AGUAYMANTO (*Physalis peruviana L.*).**

---

---

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
AGRICULTURA, BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA**

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

**TESISTA:  
GAVINO NIETO, ELSA LOREN**

**ASESOR:  
Dr. VILLANUEVA TIBURCIO, JUAN EDSON**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

Le dedico a Dios, a mis padres, familiares, docentes y amigos, que me brindaron su apoyo en todo momento y lo siguen haciendo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradezco a Dios por darme la vida y la oportunidad para lograr mis objetivos, a mis padres, mis hermanos (Jhair y Brayan) y hermanas en especial a mi Gordis, primas y primos, tías y tíos, amigos y amigas, a mi cuñado (el Gordo), también a las personas que conocí en estos últimos años, que fueron ejemplo, inspiración y motivo para seguir y culminar mis objetivos trazados, en especial a una persona que me brindó su apoyo en las buenas y en las malas.

Estoy muy agradecida con mi asesor el Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio por brindarme su apoyo y sus conocimientos para la elaboración de mi tesis, al Ing. César Robert Cueto Rosales, la Ing. Inés Nino Salvador, etc.

También agradecer a los docentes de la carrera profesional de Ingeniería agroindustrial por las enseñanzas que me inculcaron en todo momento.

Agradecer a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán por el financiamiento otorgado mediante fondos concursables con **Resolución N° 0125-2019-UNHEVAL-VRI**.

## **PARTICIPACIÓN EN EVENTOS ACADÉMICOS Y/O CIENTÍFICOS**

1. V Congreso Internacional de Ingeniería Agroindustrial. Octubre 22 al 27 de 2018.

Tema: Prototipo de calentamiento óhmico y su efecto en la carga microbiana del néctar *Physalis peruviana L.*

Congreso realizado en el Centro de Transferencia Tecnológica y Educación Continua del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Santa Clara, San Carlos, Costa Rica.



## RESUMEN

GAVINO NIETO, Elsa Loren. **Efecto del calentamiento óhmico sobre las propiedades antioxidantes y calidad microbiológica en néctar de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*)**. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco-Perú. **2022**.

La inocuidad alimentaria es una característica de calidad en el procesamiento de bebidas, generalmente se logra utilizando tratamientos térmicos, sin embargo, hay pérdida de valor nutricional; ante ello, las tecnologías emergentes surgen como alternativa, ya que conserva los principios activos y apariencia natural. El calentamiento óhmico es una tecnología emergente basada en la aplicación de energía eléctrica directa al alimento mediante electrodos. El objetivo fue evaluar el efecto del calentamiento óhmico para la conservación de las propiedades antioxidantes y calidad microbiológica en el néctar de aguaymanto, frente a los tratamientos convencionales. Las muestras se sometieron a 10, 20 y 30 Voltios por 4, 8 y 12 minutos; el ácido ascórbico se cuantificó mediante Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia (HPLC), los carotenos, polifenoles totales y la actividad antioxidante (ABTS<sup>+</sup> y DPPH) mediante Espectrofotómetro de Absorción Molecular. Los resultados de la reducción de carga microbiana (bacterias mesófilas aeróbicas, mohos, levaduras y coliformes) ( $p < 0,05$ ). El contenido de vitamina C y carotenos se incrementó de  $1,19 \pm 0,03$  a  $1,24 \pm 0,03$   $\mu\text{g/mL}$  y  $0,71 \pm 0,05$  a  $0,96 \pm 0,03$   $\mu\text{g/mL}$  ( $p < 0,05$ ) respectivamente, éste incremento estaría relacionado con el fenómeno de electroporación, los polifenoles sufrieron degradación de  $16,02 \pm 0,37$  a  $6,07 \pm 0,44$   $\mu\text{g AGE/mL}$  y también la actividad antioxidante (ABTS<sup>+</sup> y DPPH) de  $86,06 \pm 3,42$  a  $51,96 \pm 0,49$   $\mu\text{g TE/mL}$  y  $23,57 \pm 0,80$  a  $12,88 \pm 0,58$   $\mu\text{g TE/mL}$  ( $p < 0,05$ ), probablemente, el diferencial de electricidad provocaría oxidación en los anillos aromáticos de los polifenoles. Con respecto a las características fisicoquímicas el pH, °Brix y color sufrieron cambios ( $p < 0,05$ ), mientras que en acidez no hubo cambios significativos ( $p > 0,05$ ). En conclusión, el tratamiento óhmico liberó ácido ascórbico y carotenos, esta tecnología ofrece perspectivas para su aplicación en la industria de bebidas.

**Palabras clave:** Compuestos bioactivos, HPLC, campo eléctrico, uchuva

## ABSTRACT

GAVINO NIETO, Elsa Loren. **Effect of ohmic heating on antioxidant properties and microbiological quality in aguaymanto (*Physalis peruviana L.*)**. Thesis to obtain the Agroindustrial Engineer degree, Professional School of Agroindustrial Engineering, Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Huánuco-Peru. **2022**.

Food safety is a quality characteristic in beverage processing, generally achieved using thermal treatments, however, there is a loss of nutritional value; therefore, emerging technologies emerge as an alternative, since they preserve the active principles and natural appearance. Ohmic heating is an emerging technology based on the application of direct electrical energy to the food by means of electrodes. The objective was to evaluate the effect of ohmic heating for the preservation of antioxidant properties and microbiological quality in avocado nectar, compared to conventional treatments. The samples were subjected to 10, 20 and 30 Volts for 4, 8 and 12 minutes; ascorbic acid was quantified by High Performance Liquid Chromatography (HPLC), carotenes, total polyphenols and antioxidant activity (ABTS+ and DPPH) by Molecular Absorption Spectrophotometer. The results of microbial load reduction (aerobic mesophilic bacteria, molds, yeasts and coliforms) ( $p < 0,05$ ). The content of vitamin C and carotenes increased from  $1,19 \pm 0,03$  to  $1,24 \pm 0,03$   $\mu\text{g/mL}$  and  $0,71 \pm 0,05$  to  $0,96 \pm 0,03$   $\mu\text{g/mL}$  ( $p < 0,05$ ) respectively, this increase would be related to the phenomenon of electroporation, the polyphenols suffered degradation from  $16,02 \pm 0,37$  to  $6,07 \pm 0,44$   $\mu\text{g AGE/mL}$  and also the antioxidant activity (ABTS+ and DPPH) from  $86,06 \pm 3,42$  to  $51,96 \pm 0,49$   $\mu\text{g TE/mL}$  and  $23,57 \pm 0,80$  to  $12,88 \pm 0,58$   $\mu\text{g TE/mL}$  ( $p < 0,05$ ), probably, the electricity differential would cause oxidation in the aromatic rings of the polyphenols. With respect to the physicochemical characteristics, pH, °Brix and color underwent changes ( $p < 0,05$ ), while in acidity there were no significant changes ( $p > 0,05$ ). In conclusion, the ohmic treatment released ascorbic acid and carotenes; this technology offers perspectives for its application in the beverage industry.

**Keywords:** bioactive compounds, HPLC, electric field, cape gooseberry

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>IV</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>V</b>
<b>PARTICIPACIÓN EN EVENTOS ACADÉMICOS Y/O CIENTÍFICOS .....</b>	<b>VI</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>VII</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE GENERAL .....</b>	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>XIV</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>XVI</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>17</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
2.1 Tecnologías emergentes.....	19
2.1.1 Campos eléctricos pulsados (CEP).....	19
2.1.2 Descargas eléctricas de alto voltaje (HVED).....	19
2.1.3 Microondas .....	20
2.1.4 Ultrasonido.....	20
2.1.5 Infrarrojos.....	20
2.1.6 Luz UV .....	20
2.1.7 Plasma frío.....	20
2.2 Calentamiento óhmico .....	21
2.2.1 Principios básicos del calentamiento óhmico .....	21
2.2.2 Conductividad eléctrica .....	22
2.2.3 Ventajas del calentamiento óhmico.....	22
2.2.4 Aplicación industrial .....	23
2.3 Aspectos de inocuidad de los alimentos .....	23

2.4 Aguaymanto.....	24
2.4.1 Taxonomía y morfología .....	25
2.4.2 Valor nutricional y compuestos bioactivos .....	26
2.5 Néctar .....	26
2.6 Compuestos bioactivos .....	28
2.6.1 Antioxidantes .....	28
2.6.1.1 Vitamina C .....	28
2.6.1.2 Degradación de la vitamina C .....	29
2.6.1.3 Carotenos en alimentos .....	30
2.6.1.4 Compuestos fenólicos .....	30
2.6.2 Determinación de capacidad antioxidante .....	31
2.7 Investigaciones en pulpas y néctares.....	31
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>37</b>
3.1 Materia prima .....	37
3.2 Procesos.....	37
3.3 Productos.....	37
3.3.1 Elaboración de néctar por pasteurizado convencional .....	37
3.3.2 Pasteurización de néctar de aguaymanto por calentamiento óhmico .....	39
3.4 Métodos de análisis .....	41
3.4.1 Contenido de hongos (mohos y levaduras) y bacterias mesófilas aerobias (BMA).....	41
3.4.2 Contenido de coliformes .....	42
3.4.3 Cuantificación de vitamina C .....	42
3.4.4 Determinación espectrofotométrica UV-VIS de clorofilas (a y b) y carotenoides totales.....	43
3.4.5 Cuantificación de polifenoles.....	43
3.4.6 Cuantificación de capacidad antioxidante .....	44
3.4.7 Análisis fisicoquímico .....	45

3.4.8 Análisis sensorial .....	46
3.5 Diseño experimental y análisis estadístico .....	46
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>48</b>
4.1 Evaluación del voltaje y tiempo de aplicación del calentamiento óhmico en el contenido de microorganismos (Bacterias mesófilas aerobias, mohos, levaduras y coliformes) .....	48
4.1.1 Efecto de los factores A (Voltaje) y B (tiempo) y la interacción de los factores (AxB) del calentamiento óhmico en la reducción de carga microbiana .....	48
4.2 Evaluación del voltaje y tiempo de aplicación del calentamiento óhmico en el contenido de compuestos bioactivos (vitamina C, carotenos totales y polifenoles y capacidad antioxidante (ABTS Y DPPH)) .....	49
4.2.1 Efecto de los factores A (Voltaje) y B (tiempo) y la interacción de los factores (AxB) del calentamiento óhmico en el contenido de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante .....	51
4.3 Evaluación del voltaje y tiempo de aplicación del calentamiento óhmico en las características fisicoquímicas (pH, °Brix y % acidez) .....	52
4.3.1 Efecto de los factores A (Voltaje) y B (tiempo) y la interacción de los factores (AxB) del calentamiento óhmico en las características fisicoquímicas .....	53
4.4 Evaluación del voltaje y tiempo de aplicación del calentamiento óhmico en el color (L*, a*, b* y ΔE) .....	54
4.4.1 Efecto de los factores A (Voltaje) y B (tiempo) y la interacción de los factores (AxB) del calentamiento óhmico en el color .....	55
4.5 Evaluación del voltaje y tiempo de aplicación del calentamiento óhmico en las características sensoriales del néctar de aguaymanto .....	55
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>58</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>59</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>69</b>
ANEXO 1 – Panel fotográfico .....	70
ANEXO 2 – Datos primarios y estadísticos del análisis microbiológico .....	74
ANEXO 3 – Datos primarios y estadísticos de los compuestos bioactivos y actividad antioxidante .....	78

ANEXO 4 – Datos primarios y estadísticos de las características fisicoquímicas .....	83
ANEXO 5 – Datos primarios y estadísticos de las características sensoriales.....	88
ANEXO 6 – Ficha de evaluación sensorial.....	89
ANEXO 7 – Resolución del concurso ganado de Proyectos de Investigación con Fondos Concursables de la UNHEVAL - 2019 .....	90

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Clasificación taxonómica del aguaymanto. ....	25
<b>Tabla 2.</b> Composición nutricional del aguaymanto. ....	26
<b>Tabla 3.</b> Información nutricional del néctar de aguaymanto. ....	27
<b>Tabla 4.</b> Criterios microbiológicos para bebidas. ....	28
<b>Tabla 5.</b> Escala hedónica para la evaluación sensorial. ....	46
<b>Tabla 6.</b> Efecto e interacción del factor voltaje y tiempo de aplicación del prototipo de calentamiento óhmico en la reducción de carga microbiana en el néctar de aguaymanto. ....	49
<b>Tabla 7.</b> Efecto del factor voltaje y tiempo de aplicación del prototipo de calentamiento óhmico en el contenido de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante. ....	52
<b>Tabla 8.</b> Efecto del factor voltaje y tiempo de aplicación del prototipo de calentamiento óhmico en las características fisicoquímicas. ....	54
<b>Tabla 9.</b> Efecto del factor voltaje y tiempo de aplicación del prototipo de calentamiento óhmico en el color. ....	55
<b>Tabla 10.</b> Efecto del factor voltaje y tiempo de aplicación del prototipo de calentamiento óhmico en las características sensoriales. ....	57
<b>Tabla 11.</b> Datos primarios y análisis de varianza del efecto del calentamiento óhmico sobre las BMA. ....	74
<b>Tabla 12.</b> Datos primarios y análisis de varianza del efecto del calentamiento óhmico sobre los mohos. ....	75
<b>Tabla 13.</b> Datos primarios y análisis de varianza de las levaduras del efecto del calentamiento óhmico. ....	76
<b>Tabla 14.</b> Datos primarios y análisis de varianza del efecto del calentamiento óhmico sobre los coliformes. ....	77
<b>Tabla 15.</b> Datos primarios y análisis de varianza del efecto del calentamiento óhmico sobre la vitamina C. ....	78
<b>Tabla 16.</b> Datos primarios y análisis de varianza del efecto del calentamiento óhmico sobre los carotenos. ....	79
<b>Tabla 17.</b> Datos primarios y análisis de varianza del efecto del calentamiento	



óhmico sobre los polifenoles. ....	80
<b>Tabla 18.</b> Datos primarios y análisis de varianza del efecto del calentamiento óhmico sobre la actividad antioxidante (ABTS). ....	81
<b>Tabla 19.</b> Datos primarios y análisis de varianza del efecto del calentamiento óhmico sobre la actividad antioxidante (DPPH). ....	82
<b>Tabla 20.</b> Datos primarios del efecto del calentamiento óhmico sobre las características fisicoquímicas y análisis de varianza del pH. ....	83
<b>Tabla 21.</b> Análisis de varianza del efecto del calentamiento óhmico sobre los °Brix y la acidez. ....	84
<b>Tabla 22.</b> Datos primarios del efecto del calentamiento óhmico sobre el color. ...	85
<b>Tabla 23.</b> Análisis de varianza del efecto del calentamiento óhmico sobre L* y a*. ....	86
<b>Tabla 24.</b> Análisis de varianza del efecto del calentamiento óhmico sobre b* y ΔE. ....	87
<b>Tabla 25.</b> Datos primarios y la prueba no paramétrica de Friedman del efecto del calentamiento óhmico sobre las características sensoriales. ....	88

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Representación del procedimiento del calentamiento óhmico. Fuente: (Lobillo, 2015). .....	21
<b>Figura 2.</b> Flujograma para la elaboración de néctar. Fuente: (Allaica & Teneda, 2015). .....	27
<b>Figura 3.</b> Estructura química del ácido ascórbico. Fuente: López (2019). .....	29
<b>Figura 4.</b> Diagrama del proceso de la investigación. ....	38
<b>Figura 5.</b> Flujograma de la elaboración del néctar pasteurizado.....	38
<b>Figura 6.</b> Flujograma de la elaboración del néctar por calentamiento óhmico. ....	40
<b>Figura 7.</b> Equipos de laboratorio que se utilizó, a) pHmetro, b) HPLC, c) colorímetro, d) espectrofotómetro, e) refractómetro digital, f) prototipo de calentamiento óhmico. ....	70
<b>Figura 8.</b> Análisis microbiológico, a) dilución para siembra de mohos, levaduras y BMA, b) recuento de mohos, levaduras y BMA, c) dilución para siembra de coliformes, d) presencia de gas y turbidez (prueba presuntiva), e) prueba confirmativa, f) presencia de coliformes. ....	71
<b>Figura 9.</b> Análisis de los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante, a) preparación de muestras para vitamina C, b) centrifugado de las muestras, c) preparación de muestras para carotenos, d) preparación de muestras para polifenoles, e) preparación de muestras para la actividad antioxidante (ABTS y DPPH), f) lectura de los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante. ....	72
<b>Figura 10.</b> Análisis fisicoquímico y sensorial, a) medición de °Brix, b) medición del pH, c) medición de la acidez, d) evaluación. ....	73
<b>Figura 11.</b> Ficha hedónica para la evaluación sensorial. ....	89

## I. INTRODUCCIÓN

El aguaymanto es una fruta tropical originaria del altiplano andino. Los beneficios asociados al aguaymanto son su composición nutricional, componentes bioactivos como los polifenoles, carotenoides, la vitamina C, etc. También se caracteriza por su agradable sabor que la hace interesante como alimento funcional (Etzbach et al., 2020). El aguaymanto es importante por su alto contenido de azúcares y vitaminas A, B y principalmente la vitamina C, así como en ácidos orgánicos (cítrico y málico), fisaleno (colorante rojo). Se caracteriza por ser un potente antioxidante que ayuda a prevenir la degeneración celular, refuerza el sistema inmunológico, de cierta manera ayuda con la cicatrización de heridas, reduce los niveles de colesterol en la sangre y combate con algunos problemas respiratorios como el asma y la sinusitis (Castro & Quispe, 2011).

Dado que los jugos son perecederos y los compuestos valiosos se pierden fácilmente durante el almacenamiento, el procesamiento térmico en los jugos de frutas se aplica comúnmente para aumentar la vida útil y también para desarrollar nuevos productos (Etzbach et al., 2020).

La aplicación de las tecnologías emergentes ayudaría a obtener alimentos mínimamente procesados, conservando 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, etc. Estas tecnologías emergentes superan a las operaciones térmicas convencionales para la conservación de alimentos y la retención del valor nutricional. La electricidad que se produce también afecta a las células microbianas patógenas, lo que permite prolongar la vida útil del alimento (Yusaf & Al-Juboori, 2014). El calentamiento óhmico consiste en el pase de la corriente eléctrica dentro del alimento que conduce a la producción de calor a través de los electrodos; trabaja entre 25 a 80 voltios (10 a 1000 Hz) por tiempos cortos (1 a 3 minutos), investigaciones recientes demostraron que a menor aplicación de voltaje y frecuencia se obtienen mejores resultados. Con el calentamiento óhmico se pretende sustituir las operaciones convencionales, reduciendo el tiempo y obteniendo un producto de alta calidad (Bhattacharjee & Chakraborty, 2022; Ferreira et al., 2019; Zocca et al., 2018).

En la actualidad las empresas industriales que se dedican a la producción de los néctares, necesitan reducir su consumo de energía y tiempo de producción, para incrementar sus utilidades, con la aplicación de las tecnologías emergentes se pretende reducir la desnaturalización de los compuestos bioactivos, a la vez alargar la vida útil de dichos productos, por ende, esta investigación busca sustituir las operaciones convencionales e implementar un procedimiento de conservación alternativo e innovador para mantener sus componentes. Es por ello que se busca incentivar a la investigación, desarrollo e innovación de la agroindustria en la Región Huánuco.

La investigación se centró en la aplicación del prototipo de calentamiento óhmico para la conservación de las propiedades antioxidantes, que por efecto de la electroporación se pueda lograr y mejorar la calidad microbiológica en el néctar de aguaymanto.

En esta investigación se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Evaluar el efecto del calentamiento óhmico, para la conservación de las propiedades antioxidantes y calidad microbiológica en el néctar de aguaymanto, frente a los tratamientos convencionales.

Objetivos específicos:

- Determinar el efecto de voltaje y tiempo de tratamiento con calentamiento óhmico sobre las propiedades antioxidantes y calidad microbiológica en el néctar de aguaymanto frente al tratamiento de pasteurizado con calor.
- Analizar las características fisicoquímicas y sensoriales en el néctar de aguaymanto después de la aplicación del calentamiento óhmico.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Tecnologías emergentes

En recientes investigaciones realizados en los últimos años, se utilizaron frecuentemente tratamientos térmicos, para inactivar la carga microbiana y alargar la vida útil de los alimentos. Pero resultó que estos tratamientos térmicos convencionales afectaban la parte nutricional del alimento. Por eso se busca modificar o implantar nuevas tecnologías para reducir el tiempo de procesamiento, inactivar la proliferación de carga microbiana, alargar la vida útil y mantener el perfil nutricional. A razón de esta problemática, se realizó varias investigaciones, desarrollando tecnologías emergentes, siendo una de ellas el calentamiento óhmico, ya que ayuda a conservar el perfil nutricional y las características antioxidantes de los jugos (Achir et al., 2016).

Como se sabe los procesos térmicos convencionales, consumen mucha energía, por eso podrían ser reemplazados por tecnologías emergentes como nuevos procesos térmicos y no térmicos para reducir el consumo de energía, los costos de producción, mejorando la sostenibilidad de la producción de alimentos. En esta línea, el uso de electro tecnologías, especialmente campos eléctricos pulsados (PEF), descargas eléctricas de alto voltaje (HVED), calentamiento óhmico (OH) y otras tecnologías, podría ser una alternativa para lograr los objetivos mencionados anteriormente (Roohinejad et al., 2018).

#### 2.1.1 Campos eléctricos pulsados (CEP)

Consiste en un tratamiento eléctrico de corto tiempo (de nanosegundos a milisegundos) con una intensidad de campo eléctrico de 100–300 V/cm a 20 – 80 kV/cm, ayudando a inactivar microorganismos alternativos y patógenos (Roohinejad et al., 2014).

#### 2.1.2 Descargas eléctricas de alto voltaje (HVED)

Se basa en un proceso físico-químico que ocurre cuando las descargas eléctricas están en contacto con medios líquidos (Barba et al., 2015). Esta tecnología se usa para innumerables aplicaciones, incluida la inactivación

microbiana en alimentos líquidos o la eliminación química de impurezas orgánicas del agua (Puértolas & Barba, 2016).

### **2.1.3 Microondas**

Las microondas forman parte de la energía electromagnética, se encuentran en un rango de 300–300 000 MHz. Genera calor en materiales dieléctricos como los alimentos a través de la rotación del dipolo y/o la polarización iónica (Gómez et al., 2021).

### **2.1.4 Ultrasonido**

El ultrasonido es una parte del espectro de sonido que va desde 20 kHz a 1 MHz, su principal fenómeno es la cavitación (Barba et al., 2016). Puede estar catalogada como un método no térmico para inactivar la carga microbiana y enzimática (Gómez et al., 2021).

### **2.1.5 Infrarrojos**

La radiación infrarroja está constituida por ondas electromagnéticas en tres regiones diferentes: el infrarrojo cercano (0,78–1,4  $\mu\text{m}$ ), el infrarrojo medio (1,4–3  $\mu\text{m}$ ) y el infrarrojo lejano (3- 1000  $\mu\text{m}$ ) (Mongpraneet et al., 2004). Son ondas electromagnéticas de una fuente de calor que para su emisión no requiere ningún medio y encontrándose en el rango exterior de la luz roja visible (Huang et al., 2021).

### **2.1.6 Luz UV**

Es la porción del espectro electromagnético con longitudes de onda que se dividen en tres regiones: (i) UV-A de 315 a 400 nm; (ii) UV-B de 280 a 315 nm, y (iii) UV-C de 200 a 280 nm (Choudhary & Bandla, 2012). El tratamiento con luz UV es un método no térmico, puede ser una tecnología alternativa para inactivar patógenos de manera efectiva (Izmirlioglu et al., 2020).

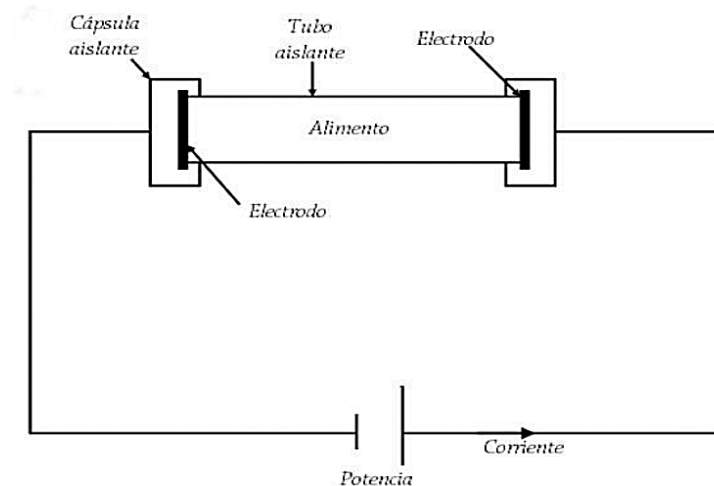
### **2.1.7 Plasma frío**

Para obtener plasma frío, el plasma debe generarse con un campo alterno de alta frecuencia, el tiempo requerido para acelerar los electrones y chocar con los átomos es demasiado corto para que ocurra una transferencia significativa de

energía cinética de los electrones libres a los átomos. Por lo tanto, estos plasmas fríos también se denominan plasmas de no equilibrio (Kletschkus et al., 2020). El plasma frío es una tecnología utilizada para desinfectar bacterias y modificar la estructura de los alimentos, mejorando su apariencia y sabor (Warne et al., 2021).

## 2.2 Calentamiento óhmico

Es una tecnología emergente también llamado calentamiento Joule o calentamiento electroconductor, es un método de calentamiento por resistencia eléctrica para el tratamiento térmico de productos alimenticios. Cuando la corriente eléctrica pasa a través de los alimentos, se calientan debido a su resistencia eléctrica interna. La conductividad eléctrica y la intensidad del campo son muy importantes ya que la velocidad de calentamiento depende de ellas. Mediante este método los productos sufren un mínimo daño estructural, conservando su valor nutricional y sensorial. Esta operación facilita productos de excelente calidad, elaborada en un tiempo mínimo (Müller et al., 2020; Shaju, 2021). El procedimiento del calentamiento óhmico se muestra en la **Figura 1**



**Figura 1.** Representación del procedimiento del calentamiento óhmico. Fuente: (Lobillo, 2015).

### 2.2.1 Principios básicos del calentamiento óhmico

Consiste en el paso de corriente eléctrica alterna a través del alimento, que actúa como resistencia eléctrica, generando energía térmica por efecto Joule. Se insertan dos electrodos, un positivo y otro negativo en los extremos de una celda

óhmica que contiene el producto. A diferencia del método convencional, el calentamiento se debe a la generación volumétrica de energía interna como resultado de la reorientación de los iones en respuesta a la corriente alterna (CA) (Müller et al., 2020). El calentamiento óhmico es uno de los procesos de calentamiento eléctrico actuales. Se basa en el uso de alimentos como resistencia en el sistema mediante la conducción de CA a una frecuencia de 50 a 60 Hz. Además, proporciona un calentamiento homogéneo, especialmente por el paso de corriente en productos líquidos de manera homogénea (Ramaswamy et al., 2014; Sabanci, 2021).

### **2.2.2 Conductividad eléctrica**

La eficiencia del calentamiento óhmico depende de la conductividad del material. Influye la conductividad eléctrica de los alimentos, lo cual es importante para la eficacia del calentamiento óhmico. Cuando la CA pasa a través del material, la conducción eléctrica indica que la electricidad se convierte en calor. Su unidad es Siemens por metro (S/m) (Indiarto & Rezaharsanto, 2020). Los materiales biológicos no son buenos conductores de calor. La conductividad eléctrica de una solución es la suma de iones individuales, concentraciones molares equivalentes de iones individuales y conductividad molar equivalente (Alkhafaji & Farid, 2007; Robinson & Stokes, 2002).

### **2.2.3 Ventajas del calentamiento óhmico**

Según Zocca et al. (2018) en investigaciones recientes, mencionan algunas de las ventajas de esta tecnología:

- Mediante esta técnica los alimentos con diferentes densidades se calientan uniformemente.
- Ahorra tiempo significativo de energía en el aire caliente y el secado por congelación de los alimentos.
- Mejora los rendimientos de extracción de algunas operaciones de procesamiento.
- El proceso de esterilización se realiza a temperaturas muy bajas, muy rápidamente y, por ende, el resultado es un producto de alta calidad.
- Tiene la capacidad para calentar materiales de manera rápida y uniforme, incluidos los productos que contienen partículas.



- Alta eficacia de conversión de energía.
- Preservación del color original y el valor nutritivo de los alimentos, menor tiempo de procesamiento y alto rendimiento

#### **2.2.4 Aplicación industrial**

Es importante destacar que las tecnologías emergentes están destinadas a superar los desafíos tecnológicos, ambientales y económicos debido al uso a largo plazo de las tecnologías tradicionales de procesamiento de alimentos. Estas tecnologías representan una alternativa rápida, eficiente y confiable para optimizar la calidad de los alimentos, asimismo tienen el potencial para el desarrollo de nuevos productos funcionales y mejorados. Sin embargo, la mayoría de estas nuevas tecnologías aún se están investigando a pequeña escala y, en la actualidad, solo en algunos casos, se implementan en su totalidad dentro de la industria alimentaria (Cvejić et al., 2017).

El calentamiento óhmico tiene una extensa gama de aplicaciones importantes como:

- Extracción
- Fermentación
- Cocción
- Evaporación
- Descongelación
- Pasteurización
- Esterilización
- Procesamiento aséptico
- Escaldado
- Proceso de secado

Esta operación da como resultado cambios mínimos en la estructura del producto y, por lo tanto, se conserva el valor nutricional, produciendo productos alimenticios de calidad en un menor tiempo de operación (Jan et al., 2021).

### **2.3 Aspectos de inocuidad de los alimentos**

Una de las posibles causas de la descomposición de los alimentos, es la propagación de microorganismos en los alimentos siendo de especial relevancia en la industria alimentaria. Estos problemas están relacionados con patologías

inducidas por el propio microorganismo o toxinas que son liberadas y sintetizadas por algunas especies. Por lo tanto, es importante la inactivación de microorganismos hasta un número aceptable, ya que es crítico en el procesamiento de alimentos (Müller et al., 2020).

La aplicación de las tecnologías emergentes, piensa sustituir a los tratamientos convencionales, de esa manera se busca obtener alimentos de buena calidad, mantener las propiedades nutricionales del producto, menorando el consumo de energía, ser más eficaces contra las enzimas, a un buen precio y, sobre todo que garanticen la seguridad (Ramirez et al., 2010).

Luquillas (2022) diseñó, construyó y utilizó un prototipo de calentamiento óhmico, tecnología emergente que se viene estudiando en los últimos años para reducir la carga microbiana, en su investigación dedujo que a mayor aplicación del voltaje y tiempo se redujo visiblemente la carga microbiana. Siendo su mejor tratamiento el T<sub>9</sub> (30 v; 120 s), reduciendo de 8,20±0,02 log UFC/mL (T<sub>0</sub>) a 6,58±0,06 UFC/mL (T<sub>9</sub>).

El deterioro de un alimento depende del tipo de microorganismo presente y especialmente del pH y la actividad de agua. Los alimentos ácidos, como los zumos o purés de fruta que se encuentran a un pH ≤ 4,5, los microorganismos que se proliferan se pueden controlar con tratamiento térmico como la pasteurización (Chipana, 2014).

## **2.4 Aguaymanto**

Originario del Perú, como también procede de Colombia. El fruto es una baya amarilla y jugosa, en promedio su diámetro esta de 1,25 a 2,50 centímetros, su peso en promedio es de 4 a 10 gramos, aproximadamente de 100 semillas, las características del fruto son: posee un cáliz (capsula de protección natural), son de color verde y al llegar a su madurez se ponen de un color amarillo, se vuelven pardos traslucidos, esto indica que de acuerdo a su estado de madurez fisiológica sus propiedades nutricionales varían, poseen alto contenido de vitaminas, minerales y propiedades medicinales, su acidez es alta (1,3 - 1,7 %). Para considerarse un fruto de calidad, debe cumplir ciertos requisitos generales, debido al mal manejo de post cosecha, el aguaymanto presentan una serie de problemas, como las manchas superficiales ocasionadas por hongos y el rajado (CYTED, 2015).

El aguaymanto es una fruta con un sabor muy agradable y también se caracteriza por sus beneficios funcionales y medicinales, ayuda con la expulsión de parásitos intestinales y las amebas. El consumo diario de esta fruta ayuda a reducir los problemas de la diabetes, hasta el momento no se ha reportado efectos adversos (Balaguera et al., 2014).

El grado de maduración de los frutos se determina por el índice de madurez (resultado de la relación entre los SST (°Brix) y el porcentaje de acidez). El aguaymanto, cuando alcanza su madurez óptima, contiene gran cantidad de carbohidratos y a su vez muestra menor concentración de acidez, quiere decir que su índice de madurez está relacionada directamente con la cantidad de azúcares (Velasquez & Velasquez, 2017).

Según Cortés & Chiralt (2008) nos dicen que el color es considerado uno de los atributos muy importante para determinar la calidad y el tiempo de vida útil de un producto, este atributo es muy valorado por los consumidores. Muchos autores han evaluado los cambios de color causados por efectos del pardeamiento en frutas y vegetales, utilizando la disminución de la luminosidad ( $\Delta L^*$ ), cambios en  $L^*$  y  $a^*$  (cromaticidad verde (-) rojo (+)) o cambios en  $L^*$  y  $b^*$  (cromaticidad azul (-) amarillo (+)).

#### 2.4.1 Taxonomía y morfología

El aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) es un fruto que pertenece a la familia de las solanáceas, en la **Tabla 1** se muestra la clasificación taxonómica.

**Tabla 1.** Clasificación taxonómica del aguaymanto.

<b>Jerarquía</b>	<b>Descripción</b>
Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Angiospermae
Clase	Asteridae
Subclase	Asteridae
Orden	Solanale
Familia	Solanaceae
Género	Physalis
Especie	<i>Physalis peruviana</i> L.
Nombres comunes	Uchuva, uvilla, tomatillo, aguaymanto, capulí, etc.

Fuente: Reyna (2019).

## 2.4.2 Valor nutricional y compuestos bioactivos

El valor nutritivo del aguaymanto está en su gran contenido de provitamina A, vitamina C y los compuestos fenólicos, por ser antioxidantes, es ideal para todas las personas. El consumo de este fruto previene el cáncer, ayuda con la cicatrización de heridas y el asma, en la **Tabla 2** se muestra el contenido de compuestos bioactivos del aguaymanto (Reyna, 2019).

**Tabla 2.** Composición nutricional del aguaymanto.

Componentes	Contenido de 100 g	Unidad
Energía	54	kcal
Humedad en base húmeda	78,90 %	-
Carbohidratos	13,1	g
Cenizas	1,01	g
Fibra	4,80	g
Grasa Total	0,40	g
Proteína	1,10	g
Ácido ascórbico	26,0	mg
Calcio	7	mg
Caroteno	1,1	mg
Fósforo	38,0	mg
Hierro	1,20	mg
Niacina	1,30	mg
Riboflavina	0,03	mg
Fibra dietética	4,9	g
Zinc	0,4	mg
β-caroteno	2640	μg
Vitamina A	440	μg

Fuente: Reyna (2019).

## 2.5 Néctar

Néctar es una bebida nutritiva elaborado a partir de la mezcla de pulpa o jugo de una o varias frutas especialmente maduras, mezclando toda la parte comestible de la fruta pulpeada y tamizada, concentrado o no, con adición de agua, azúcares, miel y aditivos alimentarios autorizados, producto pulposo sin fermentar, pero fermentable. El néctar al no ser estable por sí mismo necesita someterse a un tratamiento térmico apropiado para asegurar su preservación. Además de una desinfección, vigilancia de pH y azúcares. Se prepara de acuerdo a una fórmula preestablecida. Según la Norma Técnica Peruana (NTP 203.110:2009 jugos, néctares y bebidas de fruta), establece los siguientes requisitos para los néctares de frutas: Sólidos Solubles (°Brix) a 20°C: mínimo 12; pH:  $3,5 \leq 4,5$ ; Acidez titulable

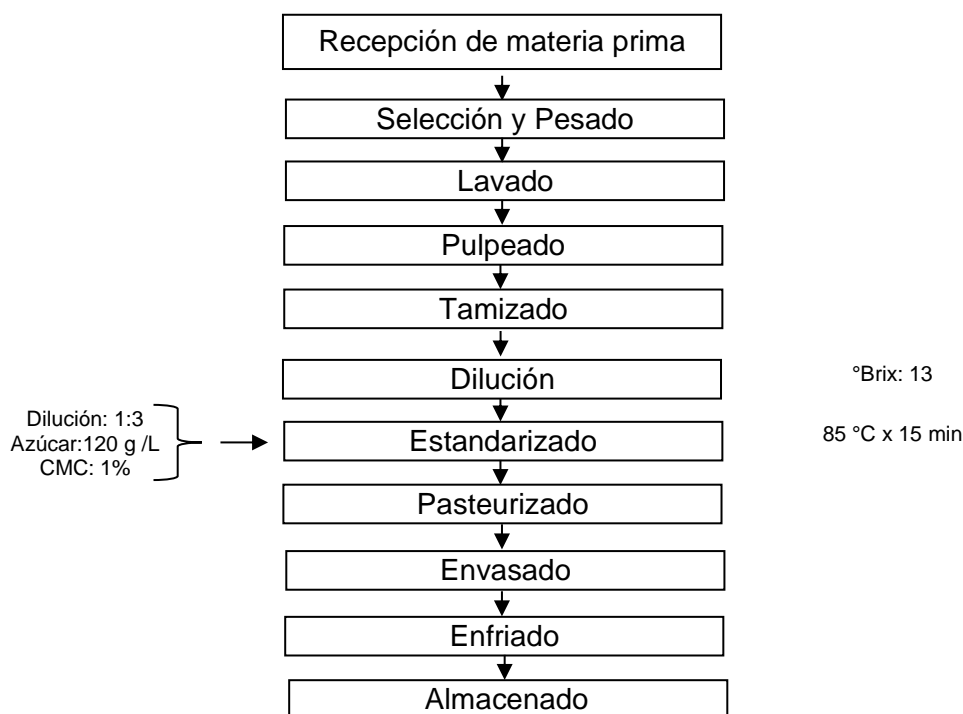
(g ácido cítrico/100mL): min. 0,4 máx. 0,6. Los °Brix pueden variar dependiendo del tipo de fruta y por causas naturales de acuerdo a los países de origen (Allaica & Teneda, 2015; Ticsihua et al., 2021). En la **Tabla 3** se observa la información nutricional del néctar de aguaymanto.

**Tabla 3.** Información nutricional del néctar de aguaymanto.

Tamaño por porción: 200 mL	
Grasa	0 g
Carbohidratos	25 g
Proteínas	0 g
Vitamina A	120 ug
Vitamina B	18 mg
Vitamina B12	0,15 ug

Fuente: Coronado & Rodríguez (2017).

El flujograma para la elaboración de néctares de frutas se detalla en la **Figura 2**.



**Figura 2.** Flujograma para la elaboración de néctar. Fuente: (Allaica & Teneda, 2015).

En la **Tabla 4** se muestra los criterios microbiológicos en bebidas jarabeadas y no jarabeadas no carbonatadas a base de frutas.

**Tabla 4.** Criterios microbiológicos para bebidas.

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	C	Límite por mL	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
Mohos	2	3	5	2	1	10
Levaduras	2	3	5	2	1	10
Coliformes	5	2	5	0	<2,2	-----

Fuente: MINSA - DIGESA (2008).

## 2.6 Compuestos bioactivos

Conocidos también como alimentos nutraceuticos, son compuestos esenciales y no esenciales que se encuentran en la naturaleza y forman parte de la cadena alimentaria, mayormente los encontramos en productos de origen vegetal (Gámez, 2020).

### 2.6.1 Antioxidantes

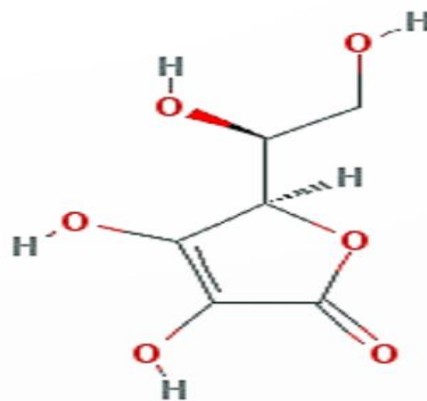
Según Oldham & Bowen (1998) los antioxidantes desempeñan un rol importante de neutralizar los radicales libres, reducen el riesgo de múltiples enfermedades degenerativas (cáncer, enfermedades inflamatorias, cardiovasculares y del hígado).

#### 2.6.1.1 Vitamina C

El ácido ascórbico es una vitamina hidrosoluble principal para mantener la homeostasis, también es una vitamina termosensible. La estructura del ácido L-ascórbico está relacionado con la glucosa, es un compuesto de seis carbonos. Es un agente con una gran capacidad reductora, el ácido ascórbico como su forma oxidada ácido (L-dehidroascórbico), presentan actividad biológica y son interconvertibles por una reacción de oxidación reducción (Montero et al., 2022; Thompkinson & Kharb, 2007).

La vitamina C posee gran importancia en los productos elaborados a base de frutas, por su valor nutritivo, también por constituir un índice de apreciación de las pérdidas de otras vitaminas y tomar como criterio válido la conservación de otros componentes sensoriales, pigmentos naturales y sustancias aromáticas. La pérdida del contenido de esta vitamina durante los tratamientos térmicos convencionales es

muy evidente. En su pérdida el ácido ascórbico abastece grupos carbonilos para que continuara la reacción. En esta cadena de transformaciones también se forman diversos compuestos, algunos de bajo peso molecular, que favorecen al olor propio del alimento que ha sufrido esta alteración. Este mecanismo se complica cuantiosamente si hay azúcares reductores y aminoácidos que favorecen diversas rutas de la pérdida del ácido ascórbico, además de sus propiedades nutricionales, se encuentra sobre todo en frutas cítricas y sus derivados, una generación de olores indeseables y un oscurecimiento, en la **Figura 3** se muestra la estructura química del ácido ascórbico (Ibarz & Barbosa, 2014).



**Figura 3.** Estructura química del ácido ascórbico. Fuente: López (2019).

#### 2.6.1.2 Degradación de la vitamina C

El ácido ascórbico es considerado la vitamina más sensible y se degrada con facilidad por la exposición al calor, presencia de oxígeno y pH entre otras. La vitamina C se degrada hasta en 17 productos diferentes. Por ende, está propenso a sufrir pérdidas significativas durante el almacenamiento o procesamiento, se oxida química o enzimáticamente a ácido dehidroascórbico, tiene actividad de vitamina, pero aún es menos estable y se somete a la oxidación de ácido dicetogulónico, que se degrada en diferentes productos, tales como el ácido oxálico, ácido xilónico y xilosa. La degradación de las vitaminas depende de parámetros específicos durante los procesos, es decir, la temperatura, oxígeno, luz, humedad, pH y obviamente la duración del tratamiento térmico, estos factores afectan la estabilidad del ácido ascórbico durante el almacenamiento (Díaz, 2018; Lešková et al., 2006; Phillips et al., 2010).

### **2.6.1.3 Carotenos en alimentos**

Los carotenos son pigmentos vegetales liposolubles de importancia comercial por su variedad de aplicaciones. Los carotenoides son compuestos pertenecientes al grupo de los isoprenoides o terpenoides, todos ellos originados de un precursor común, una molécula de cinco carbonos llamada isopreno (Vera et al., 2022).

Su trabajo principal de los carotenos vegetales es de absorber la energía luminosa, que es transportada a las clorofilas para ser transformada durante la fotosíntesis, para el ser humano destaca principalmente, la actividad provitamínica A. Además, pueden ejercer otras actividades de gran importancia en la salud humana, como la potenciación del sistema inmune y la fotoprotección de tejidos, como el epitelial y el ocular, contribuye a reducir algunas enfermedades crónicas y, por lo tanto, son necesarios para una vida sana (Beltrán et al., 2012; Tapia et al., 2019).

### **2.6.1.4 Compuestos fenólicos**

Los polifenoles son metabolitos secundarios que son producidos por los vegetales en reacción al estrés o deterioro ambiental, se encuentran en plantas comestibles, es un componente importante en la dieta humana, ya que están presentes en diversos alimentos y bebidas elaborados de plantas, frutas, verduras, cereales, aceitunas, legumbres, chocolate, té, etc. Según su estructura química se dividen: ácidos fenólicos, flavonoides, estilbenos y lignanos. Los polifenoles tienen propiedades antioxidantes y tienen otras propiedades biológicas específicas (Manach et al., 2004; Vacca et al., 2016).

Los compuestos fenólicos poseen un efecto protector, lo cual ayuda a prevenir enfermedades cancerígenas, cardio y cerebrovasculares, virales e incluso antineoplásicas, dado que estos antioxidantes tienen la capacidad para contrarrestar los radicales libres evitando que las células sufran oxidación o que permanezca en un equilibrio para los procesos de óxido-reducción que suceden en forma natural dentro del organismo. Recientes investigaciones sugieren el consumo de alimentos con alto contenido de polifenoles, por los beneficios mencionados (Barragan & Aro, 2017; Martin, 2018).



### **2.6.2 Determinación de capacidad antioxidante**

Los métodos para determinar la capacidad antioxidante se basan en comprobar cómo un agente oxidante provoca el daño oxidativo a un sustrato. Los métodos más utilizados son ABTS<sup>+</sup> y DPPH; el DPPH es un radical libre que se puede obtener directamente sin la necesidad de preparar, se puede medir en medios orgánicos y los pico de absorbancia se presentan a 515nm; sin embargo, el ABTS<sup>+</sup> se obtiene tras una reacción química (dióxido de manganeso, persulfato potasio, ABAP) o enzimática (peroxidasa, mioglobulina), se puede medir la actividad en compuestos hidrofílicos y lipofílicos, su espectro presenta máximos en las siguientes absorbancias: 414, 654, 754 y 815 nm en medio alcohólico (Brand et al., 1995; Faller et al., 2012).

El radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo conocida por su sigla DPPH es un método químico cromóforo, el cual se analiza el efecto inhibitorio, en una técnica de espectrometría posee una absorbancia de 517 nm de longitud de onda, mostrando una banda de absorción de color violeta en solución alcohólica, se fundamenta en la deslocalización del electrón desapareado, este acto otorga un índice a estimar la capacidad del compuesto de análisis para coger radicales. El ABTS<sup>+</sup> también es un método químico donde el radical se consigue tras una reacción química en específico reacción de oxidación que logra ser con persulfato de potasio, dióxido de magnesio y ABAT, asimismo puede ser una reacción enzimática como mioglobulina y peroxidasa y por último electroquímica. En espectrofotometría tiene una absorbancia de 734 nm (Díaz, 2021).

### **2.7 Investigaciones en pulpas y néctares**

Con el pasar del tiempo se realizaron diferentes trabajos de investigación sobre pulpas o néctares de frutas tratados con diferentes técnicas de pasteurización. Se muestran investigaciones aplicados con diferentes tecnologías en pulpa y néctares similares al trabajo de investigación.

Lázaro & Villanueva (2021) evaluaron el efecto del termosonicado en la vida útil de la pulpa de granadilla y tumbo serrano, sometidas a ultrasonido 750-1500W a 10, 20 y 30 minutos de exposición; el contenido de ácido ascórbico lo determinaron mediante la metodología de Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia (HPLC). Respecto al contenido de la vitamina C muestran diferencia significativa

( $p < 0,05$ ), el tratamiento de pulpa de tumbo serrano mostró un incremento, el cual estaría relacionado con la electroporación, que probablemente incitaron 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 ( $p < 0,05$ ). Concluyeron que los tratamientos mostraron en un porcentaje la conservación de las características sobresalientes de su composición y estuvieron en los límites permitidos de carga microbiana.

Hardinasinta et al. (2021) evaluaron el efecto del calentamiento óhmico sobre los compuestos bioactivos del zumo de fruta de bignay (*Antidesma bunius*). Los parámetros medidos fueron el fenol total, la antocianina, los flavonoides y la actividad antioxidante. El calentamiento óhmico se aplicó a 70, 90 y 110 °C, y las muestras fueron recogidas a los siguientes tiempos de 0, 15, 30 y 45 minutos. Se produjo un cambio insignificante en el fenol total, mientras que los contenidos de antocianina y flavonoides tendieron a disminuir, para los dos compuestos indican que la antocianina es mucho más estable que el flavonoide en el tratamiento a baja temperatura (70 y 90 °C), pero tienen casi la misma constante de velocidad de destrucción a 110 °C. La actividad antioxidante del zumo de fruta de bignay mostró un aumento significativo tras someterse al calentamiento óhmico, aunque los compuestos bioactivos naturales contenidos en el zumo disminuyeron durante el calentamiento óhmico.

Diaz (2018) evaluó el efecto del escaldado en el color y cinética de degradación térmica de la vitamina C del jugo de camu-camu (*myrciaria dubia*), el comportamiento de la cinética de degradación térmica de la vitamina C/100 g en jugo de Camu-Camu a 25°brix, que se afectaron de acuerdo con las temperaturas de tratamiento de 60, 70 y 80°C, de los cuales se observa que a 80°C es más rápida la degradación de vitamina C. La luminosidad disminuye a medida que aumenta la temperatura y el tiempo. Según como aumenta la temperatura y el tiempo, disminuye el parámetro  $a^*$  (80 °C a 9 minutos). El parámetro de cromaticidad  $b^*$  a una temperatura de tratamiento de 80 °C y 9 minutos este efecto es más pronunciado.

Fernández & Suyón (2018) evaluaron el efecto del secado convectivo en el valor nutricional, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante in vitro del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault “cushuro” procedente de la provincia de Recuay, departamento de Áncash. Se realizó el secado del cushuro en un horno convectivo a dos temperaturas, 50 y 60°C, y velocidad de aire 3 m/s. El valor nutricional lo determinaron utilizando las metodologías de la AOAC, los compuestos bioactivos por espectrofotometría y la capacidad antioxidante por los métodos de captación del radical DPPH y radical catiónico ABTS<sup>+</sup>, en muestra fresca y seca respectivamente. La muestra fresca de los compuestos bioactivos: carotenos totales 4,24 mg/100g y polifenoles totales 5,48 mg EAG/100g. La capacidad antioxidante por los métodos DPPH y ABTS<sup>+</sup> presentaron un IC<sub>50</sub> de 1,26 y 0,15 mg/mL respectivamente, frente al estándar Trolox. Las muestras lo secaron a las siguientes temperaturas 50 y 60°C y presentaron los siguientes resultados: zinc 0,30 y 0,30 ppm y vitamina C 1,97 y 2,36 mg/100g, carotenos totales 32,21 y 123,86 mg/100g y polifenoles totales 72,63 y 122,11 mg EAG/100g. La capacidad antioxidante por los métodos DPPH y ABTS<sup>+</sup> presentaron un IC<sub>50</sub> de 0,31 y 0,06 mg/mL e IC<sub>50</sub> de 0,025 y 0,028 mg/mL, frente al estándar Trolox. Se evaluaron los resultados en base seca, obteniendo una reducción significativa ( $p < 0,05$ ) por efecto del secado convectivo a 50 y 60°C en el contenido nutricional.

García et al. (2018) aplicaron nuevas tecnologías, como los campos eléctricos pulsados de intensidad moderada (MIPEF) lo aplicaron a la calabaza entera para aumentar el contenido de compuestos bioactivos y/o los tratamientos térmicos de alta presión (HPT) lo aplicaron para conservar los purés, mejorando la calidad de la calabaza procesada. Se comparó el tratamiento térmico tradicional (TT) de pasteurización y esterilización con los tratamientos HPT equivalentes. Se evaluó el efecto del procesado (TT vs. HPT) en purés elaborados con calabaza pretratada con MIPEF. Analizaron los recuentos microbiológicos, la inactivación enzimática (polifenol oxidasa, PPO) y el contenido de compuestos bioactivos (carotenoides, compuestos fenólicos y actividad antioxidante) en todos los purés procesados. En cuanto al pretratamiento de la calabaza, la aplicación de MIPEF aumentó el contenido de algunos compuestos bioactivos de interés, como los carotenoides. El tratamiento HPT equivalente a la esterilización preservó los altos

niveles de compuestos de caroteno y la actividad antioxidante del puré de calabaza, aunque este tratamiento modificó de forma importante el color original del puré.

Costa et al. (2018) aplicaron el calentamiento óhmico (OH) para el procesamiento de suero dulce. Las muestras de suero se sometieron a diferentes parámetros de OH (2, 4, 5, 7 y 9 V·cm<sup>-1</sup> a 60 Hz) y procesamiento convencional (72–75 °C/15 s). Se realizaron análisis fisicoquímicos (pH), mediciones de color (L\*, a\*, b\*), propiedades reológicas (curvas de flujo y distribución granulométrica), microestructura (microscopía óptica), compuestos bioactivos (ECA y capacidad antioxidante), caracterización microbiológica (bacterias mesófilas, coliformes totales y coliformes termotolerantes), movilidad del agua (dominio TD-resonancia magnética) y evaluación sensorial (análisis descriptivo). Concluyeron que los efectos de OH sobre las características del suero dulce dependieron de la intensidad del campo eléctrico aplicado. Se observó una mayor saturación, mayor variación de color ( $\Delta E^*$ ) y mayor luminosidad (L\*) en campos eléctricos bajos. Para los compuestos bioactivos, el aumento del campo eléctrico afectó negativamente la preservación de la capacidad antioxidante y la actividad inhibidora de la ECA de los péptidos bioactivos.

Guevara (2017) evaluó el efecto del tratamiento por pulsos luminosos sobre la Concentración de Vitamina “C” y recuento de mohos y levaduras en zumo de Aguaymanto (*Physalis peruviana*). Comparó la aplicación de pulsos lumínicos y pasteurizado convencional en zumo de aguaymanto, las muestras fueron sometidas mediante pasteurizado convencional (85°C/15 min) y por pulsos lumínicos (tratamiento control: 0 J/cm<sup>2</sup>, T<sub>1</sub>: 0,0028 J/ cm<sup>2</sup>, T<sub>2</sub>: 0,0046 J/ cm<sup>2</sup>, T<sub>3</sub>: 0,0090 J/ cm<sup>2</sup> y T<sub>4</sub>: 0,0104 J/ cm<sup>2</sup>) como resultado obtuvieron que la degradación de la vitamina C fue mínima comparado con su control (0,276 mg/mL), teniendo en el pasteurizado: 0,098 mg/mL y por los pulsos lumínicos obtuvieron en T<sub>1</sub>: 0,274 mg/mL, T<sub>2</sub>: 0,269 mg/mL, T<sub>3</sub>: 0,269 mg/mL y T<sub>4</sub>: 0,265 mg/mL. La variación de pH fue mínima, teniendo en el tratamiento control: 3,56, pasteurizado: 3,61 y T<sub>1</sub>: 3,38, T<sub>2</sub>: 3,36, T<sub>3</sub>: 3,33 y T<sub>4</sub>: 3,34. Tuvieron una diferencia significativa en los parámetros microbiológicos analizados, teniendo en su tratamiento control: 1093.33±32.33 UFC/g y en su T<sub>4</sub>: 358.67±24.34 UFC/g.

Macias & Mora (2017) evaluaron el efecto del calentamiento óhmico sobre la inactivación microbiana y las propiedades físico-químico del extracto de Guayusa (*Ilex guayusa*), a diferentes tiempos (50, 110 y 140 segundos) y voltajes (15, 25 y 40 V). Se determinaron que, a 40 V y 140 segundos, es notable la reducción de carga microbiana (coliformes, mesófilos, mohos y levaduras). Por otro lado, los análisis muestran que sus propiedades físicas (densidad y conductividad eléctrica) y químicas (pH y acidez) se reducen de manera no significativa ( $p>0,05$ ). También, analizaron su aceptación organoléptica mediante la prueba de Tukey al 0,05% de probabilidad, demostraron que presenta diferencia significativa ( $p<0,05$ ) entre los demás tratamientos.

Cachay (2016) evaluó el efecto del tiempo de cocción por hervido sobre capacidad antioxidante y contenido de polifenoles totales en Arracacia xanthorrhiza (arracacha) con y sin cáscara. La muestra biológica fue un extracto acuoso de la arracacha. Utilizó el método de reducción del radical libre estable 2,2 difenil - 1 - picrilhidrazil (DPPH) y reactivo de Folin y Ciocalteu. Resultados: La arracacha con cáscara tuvo un porcentaje de disminución de DPPH de 72% en crudo y 38% pasado los 20 minutos de cocción, mientras que la arracacha sin cáscara disminuyó desde un 63% a un 33% después de los 20 minutos de cocción. El contenido de polifenoles totales fue mayor en crudo, siendo el valor más elevado para la muestra con cáscara ( $13,3\pm 0,4$  mg EAG/g) y el menor valor para la muestra de postcocción por hervido de 20 minutos en la arracacha sin cáscara ( $4,74\pm 0,2$  mg EAG/g). Conclusiones: El tiempo de cocción por hervido disminuye la capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles totales en Arracacia xanthorrhiza con y sin cáscara. Cuando el valor de  $IC_{50}$  es menor, mayor es el contenido de polifenoles totales presentes en la arracacha en crudo y cocido con y sin cáscara.

Jaeschke et al. (2016) evaluaron los efectos no térmicos de la electricidad sobre el ácido ascórbico y la degradación de carotenoides en la pulpa de acerola durante el calentamiento óhmico, su objetivo fue evaluar la degradación de los compuestos bioactivos y la variación de color. Compararon el uso de un pasteurizado convencional con la aplicación del calentamiento óhmico. Los experimentos se llevaron a cabo a 80, 85, 90 y 95 °C durante 0, 10, 20, 30, 40, 50 y 60 min utilizando 30 V (60 Hz de frecuencia). Los resultados que obtuvieron de

ambas operaciones con respecto al contenido de vitamina C, fue que con la aplicación del calentamiento óhmico tuvo incremento, el contenido de carotenos no se vio afectado y con respecto a la variación de color ( $\Delta E^*$ ) para ambos tratamientos investigados no mostraron diferencia significativa ( $p > 0,05$ ).

Allaica & Teneda (2015) realizaron un estudio comparativo de conservación de néctar de uvilla (*Physalis peruviana*), mediante pasteurización térmica y pulsos eléctricos de alta intensidad de campo (PEAICE). Se utilizó un diseño experimental de tres factores ABC, siendo el Factor A: porcentaje de pulpa (a0:15 % y a1:30 %), Factor B: Frecuencia (b0:50, b1:150 y b2:250 Hz), Factor C: Tiempo (c0:15 min, c1:30 min y c2:45 min). Los resultados estadísticos, con Tukey ( $p \leq 0,05$ ) y sus respectivo DMS fueron, con respecto al pH, el tratamiento a1b1c2 con un valor de 4,12, para Vitamina C, (a1b0c0), con un valor de 8,29667 (mg Ácido Ascórbico/100 mL de néctar), después del control 2 (9,29667 mg), la pérdida de Vitamina C fue 62,5 % con tratamiento térmico y 18,75 % con pulsos eléctricos, estos en relación al 15 % de la pulpa utilizada, en cuanto a las demás variables de estudios no hubo gran variación teniendo en promedio 12,96 °Brix, acidez titulable a1b2c2 (30 % pulpa - 250 Hz – 45 min) con un valor 0,49 mg de ácido cítrico/100 mL de néctar.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Materia prima

Los frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), debe encontrarse organolépticamente maduro, obtenido del mercado de abastos de la provincia de Huánuco. Luego fue trasladado en bolsas de polietileno hacia el laboratorio de procesos agroindustriales alimentario de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA) de la Facultad de Ciencia Agrarias (FCA) de la Universidad Hermilio Valdizán (UNHEVAL).

#### 3.2 Procesos

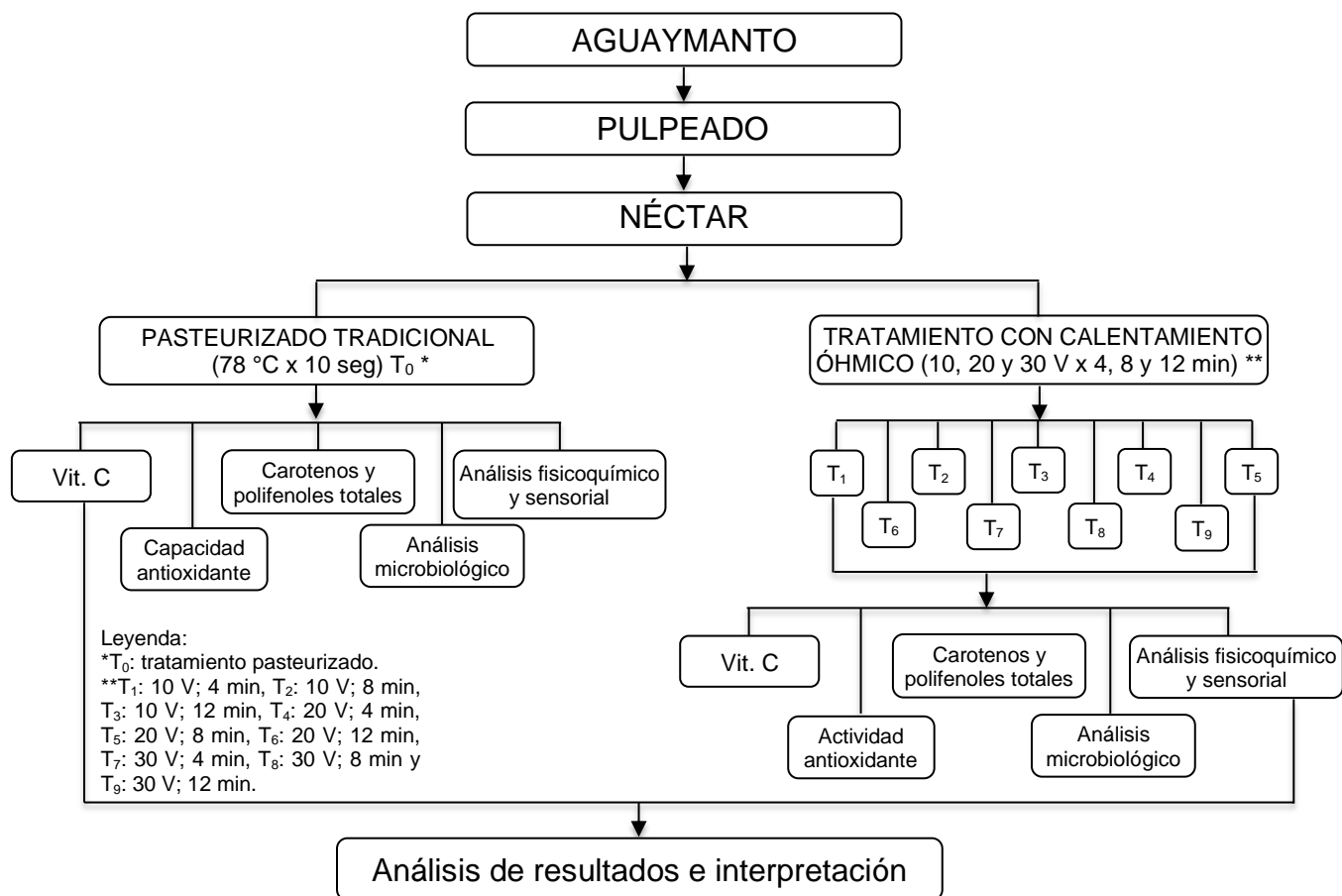
Se utilizó el prototipo de calentamiento desarrollado por un grupo de investigación en la EPIA de la FCA de la UNHEVAL mediante Fondos Concursables Resolución N° 0125-2018-UNHEVAL-VRI.

Las muestras de néctar de aguaymanto se colocaron en botellas de vidrio de 300 mL y se sometieron a tratamientos con el calentamiento óhmico a 10, 20 y 30 Voltios durante 4, 8 y 12 minutos; como control se utilizó una botella de 300 mL de néctar de aguaymanto sometido a tratamiento térmico de acuerdo al tiempo y temperatura considerado en la investigación. Entre los parámetros constantes se consideró el flujo eléctrico el volumen y temperatura del agua. Posteriormente, a las muestras tratadas y no tratadas con calentamiento óhmico se realizaron análisis microbiológico, vitamina C, carotenos totales, polifenoles totales, fisicoquímico, sensorial y capacidad antioxidante. Se muestra la secuencia de experimentos realizados al néctar de aguaymanto en la **Figura 4**.

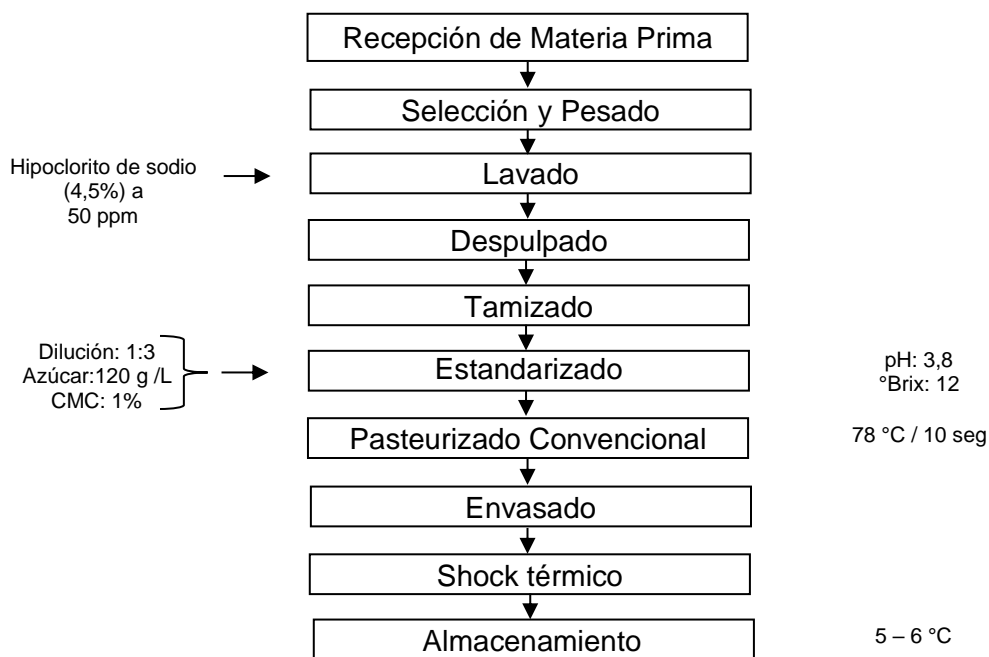
#### 3.3 Productos

##### 3.3.1 Elaboración de néctar por pasteurizado convencional

Se elaboró el flujograma para la elaboración del néctar de aguaymanto por pasteurizado convencional, lo cual se muestra en la **Figura 5**.



**Figura 4.** Diagrama del proceso de la investigación.



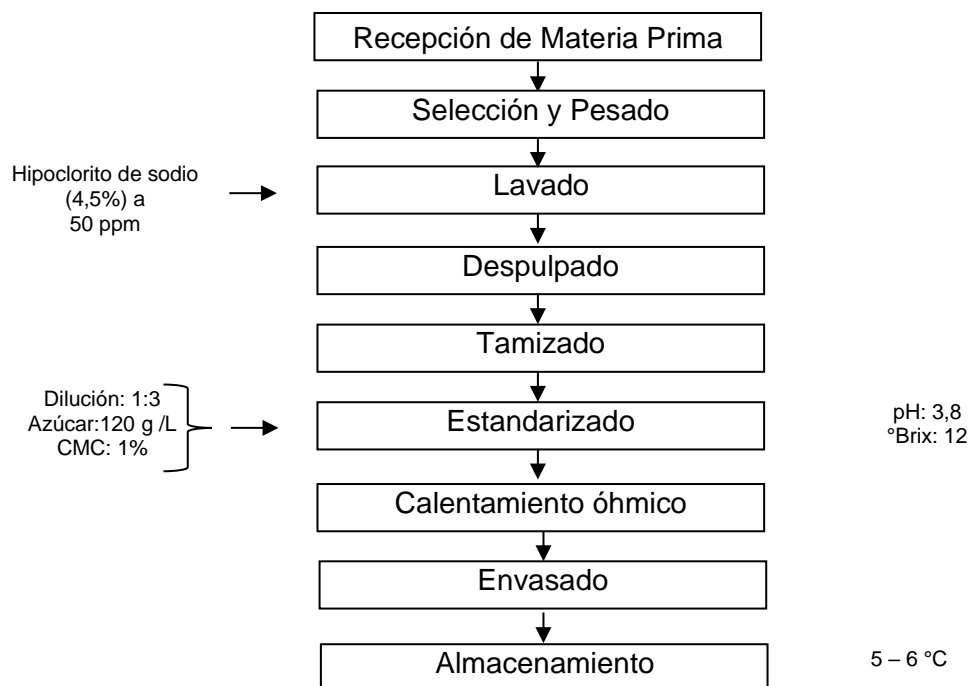
**Figura 5.** Flujograma de la elaboración del néctar pasteurizado.



- **Recepción de materia prima:** se obtuvo el aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) del mercado de abastos de la provincia de Huánuco.
- **Selección y pesado:** Se seleccionó la fruta organolépticamente madura, tomando en cuenta la coloración del fruto luego se pesó (SJX, Series Carat & Gold - OHAUS).
- **Lavado:** La fruta se lavó y se desinfectó con hipoclorito de sodio (4,5%) a 50 ppm (marca Clorox).
- **Despulpado:** La operación se realizó con una pulpeadora (volumen máx. de 10 L, 1 HP, Perú), para separar con facilidad la pulpa o zumo de la cáscara.
- **Tamizado:** Esta operación facilitó para obtener la pulpa homogénea, sin semillas y cáscara.
- **Estandarización:** Se procedió a definir la fórmula del néctar y pesar los diferentes ingredientes. El néctar llegó a medir 12,47° Brix (MA871 Refractometer – MILwaukee) y un pH de 3,8 (Metrohm, 827 pH lab, rango -8.000 a +22.000 pH, resolución 0.0, Suiza). Un litro de pulpa se diluyó en tres litros de agua, se adicionó 120 g de azúcar (marca “Tottus”) por litro y CMC al 1% (Carboximetilcelulosa – “Kelmy”); seguidamente se añadió los ingredientes mencionados.
- **Pasteurizado:** Se sometió al néctar a 78 °C durante 10 segundos.
- **Envasado:** El llenado del néctar se realizó completo, porque de esa manera se evitó la formación de espuma.
- **Shock térmico:** Los envases de néctar selladas se sumergieron en un tanque con agua limpia fría, durante 3-5 minutos.
- **Almacenamiento:** Se llevó a refrigeración a una temperatura de 5 – 6 °C aproximadamente.

### 3.3.2 Pasteurización de néctar de aguaymanto por calentamiento óhmico

Se elaboró el flujograma para elaborar el néctar de aguaymanto, lo cual se muestra en la **Figura 6:**



**Figura 6.** Flujograma de la elaboración del néctar por calentamiento óhmico.

- **Recepción de materia prima:** se obtuvo el aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) del mercado de abastos de la provincia de Huánuco.
- **Selección y pesado:** Se seleccionó la fruta organolépticamente madura, tomando en cuenta la coloración del fruto luego se pesó (SJX, Series Carat & Gold - OHAUS).
- **Lavado:** La fruta se lavó y se desinfectó con hipoclorito de sodio (4,5%) a 50 ppm (marca Clorox).
- **Despulpado:** La operación se realizó con una pulpeadora (volumen máx. de 10 L, 1 HP, Perú), para separar con facilidad la pulpa o zumo de la cáscara.
- **Tamizado:** Esta operación facilitó para obtener la pulpa homogénea, sin semillas y cáscara.
- **Estandarización:** Se procedió a definir la fórmula del néctar y pesar los diferentes ingredientes. El néctar llegó a medir 12,47 °Brix (MA871 Refractometer – MILwaukee) y un pH de 3,8 (Metrohm, 827 pH lab, rango -8.000 a +22.000 pH, resolución 0.0, Suiza). Un litro de pulpa se diluyó en tres litros de agua, se adicionó 120 g de azúcar (marca “Tottus”) por litro y CMC al 1 % (Carboximetilcelulosa – “Kelmy”); seguidamente se añadió los ingredientes mencionados.

- **Calentamiento óhmico:** Se introdujo el néctar en la tina del prototipo de calentamiento óhmico, luego se aplicó los voltajes y los tiempos investigados (10, 20 y 30 V durante 4, 8 y 12 min).
- **Envasado:** El llenado del néctar se realizó completo, porque de esa manera se evitó la formación de espuma.
- **Almacenamiento:** Se llevó a refrigeración a una temperatura de 5 – 6 °C aproximadamente.

### **3.4 Métodos de análisis**

#### **3.4.1 Contenido de hongos (mohos y levaduras) y bacterias mesófilas aerobias (BMA)**

Las muestras de néctar de aguaymanto que fueron sometidos a diferentes tiempos y voltajes de calentamiento óhmico se sometieron a cultivo microbiano de Hongos (mohos y levaduras) y BMA (aerobios mesófilos). Previamente se debe realizar una revisión de los materiales a utilizar. Todos los materiales y medios de cultivo se esterilizaron en autoclave (JpSelecta) a 121 °C por 15 min. La cuantificación de hongos y BMA en las muestras de néctar de aguaymanto, se realizó por triplicado; se utilizó la técnica reportada en la NOM-111-SSA1 (1994) y NOM-092-SSA (1994). Para ello se preparó caldo peptonado (Himedia) al 1%, 90 mL en matraz Erlenmeyer y 9 mL en tubo de ensayo, papa dextrosa agar (PDA - "Himedia") y plate count agar (PCA – "Himedia"), luego de sacar de la autoclave se dejó enfriar hasta 45 °C para realizar la siembra de vaciado en placa; previamente las muestras fueron diluidas en caldo peptonado. Se esperó que el caldo peptonado se enfríe a 35 °C. Después con la inocuidad completa se empezó añadir 10 mL de néctar de aguaymanto con la pipeta al matraz Erlenmeyer con 90 mL de peptona, se movió varias veces para mezclar bien. Seguidamente del matraz Erlenmeyer se pipeteo 1 mL de dilución a los tubos con 9 mL de peptona; así se realizó todas las diluciones sucesivas ( $10^{-1}$  a  $10^{-5}$ ). Después de culminar las diluciones sucesivas; se realizó la siembra profunda que consiste en que la última dilución se pipeteó 1 mL y se añadió a las placas Petri debidamente rotulados; se trasvasó 15 mL de PDA y PCA, se movió para la derecha e izquierda lentamente. Se esperó a que se coagulara el medio para ponerlos film para que no suceda la contaminación. Las placas Petri se incubaron (ECOCELL 50) a 20 °C/120 h (cultivo de mohos), 35 °C/48

h para cultivo de levaduras y a 35 °C/ 24 h para cultivo de aerobios mesófilos, posteriormente se contaron las colonias y se reportó en Log UFC/mL.

### 3.4.2 Contenido de coliformes

Se realizó mediante la técnica NOM-112-SSA1 (1994), previamente se realizó una revisión de los materiales que se utilizó. Se preparó caldo peptonado 90 mL en matraz Erlenmeyer y 9 mL en tubo de ensayo. Todos los materiales y medios de cultivo se esterilizaron en autoclave a 121 °C por 15 min. En 90 mL de caldo peptona al 1% se diluyó 10 mL de muestra de néctar de aguaymanto, luego se realizaron diluciones sucesivas de  $10^{-1}$  hasta  $10^{-3}$ , de cada dilución se tomó 1 mL y se sembró en caldo lauril.

**Prueba presuntiva:** esta prueba consistió en preparar el caldo lauril según las especificaciones del frasco, se pipeteó 10 mL de caldo en tubos de ensayo, se añadió tubos Durand, se observó que no contengan burbujas y se tapó bien; por cada tratamiento se utilizó 9 tubos de ensayo. Luego se sembró 1 mL de muestra de las diferentes diluciones, se incubó a 37 °C/24 horas.

**Prueba confirmativa:** Se preparo el medio verde Brilliant Green Bile Broth 2% según las especificaciones del frasco, se pipeteó 10 mL de medio en los tubos de ensayo con sus tubos Durand, se observó que no contengan burbujas y se tapó bien. Se esterilizó, se enfrió y de los tubos positivos de la prueba presuntiva (tubos que presentaron variación en el color del caldo y burbujas) se tomó un pequeño volumen tipo gota con el asa de siembra y se sembró en los tubos que contienen caldo verde brillante, se incubó a 37°C/24 horas. La presencia de gas y turbidez indica positivo. De los tubos positivos se tomó un asa estéril y se hizo la siembra en estría en agar EMB (Eosina Azul de Metileno), se incubó a 37°C/24 horas. El desarrollo de colonias color metálico (plateados) indica la presencia de *Eschericha coli*.

### 3.4.3 Cuantificación de vitamina C

Se realizó mediante el método reportado por Pertuzatti et al. (2015) se utilizó el equipo de HPLC (KNAUER Germany) con detector de arreglo de diodos (DAD), columna C18 Promosil (5 µm 100 Å 4,6x250 mm). Las muestras tratadas con pasteurizado convencional y calentamiento óhmico se colocaron en microtubos de 1,5 mL y se centrifugó (Centrífuga Ependorf Modelo CM98) a 10,000 rpm por 5 min

a 4°C, se filtró (filtro de nylon de 0,22 µm) y se colocaron en viales color ámbar de HPLC y se registró a 254 nm. La fase móvil consistió en agua ultrapura con 0,1 % de ácido acético, flujo de 0,8 mL/min por 10 min, el ácido ascórbico se mostraba en el cromatograma a los 5 min de tiempo de análisis. Los datos fueron registrados y procesados utilizando el software Clarity Chrom. Los resultados se expresaron en µg AA/g de muestra.

#### **3.4.4 Determinación espectrofotométrica UV-VIS de clorofilas (a y b) y carotenoides totales.**

Se pipeteó 500 µL de muestra en los tubos de ensayo, luego se añadió 1500 µL de acetona, se agitó para que se pueda diluir, posteriormente se dejó reposar durante 1 hora para la extracción; se centrifugó (Eppendorf 5417R Refrigerated Centrifuge) a 10000 rpm durante 10 min, seguidamente se trasvasó a las cubetas de espectrofotométrica transparente UV (Thermo Scientific™ Espectrofotómetros Vis/UV-Vis GENESYS™ 140/150). De esta manera, el extracto de origen se diluyó para obtener los valores de absorbancia máxima 1,00 unidades de absorbancia (AU). Para cada muestra se realizó tres repeticiones. Para la cuantificación de carotenos totales se utilizaron las siguientes **Ecuaciones**:

$$Ca = 11.24 * A662 - 2.04 * A645 [\mu\text{g}/\text{mL}] \quad (1)$$

$$Cb = 20.13 * A645 - 4.19 * A662 [\mu\text{g}/\text{mL}] \quad (2)$$

$$Cx + c = (1000 * A470 - 1.90 * Ca - 63.14 * Cb) / 214 [\mu\text{g}/\text{mL}] \quad (3)$$

Donde Ca y Cb son la clorofila a y b y Cx + c son los carotenoides totales.

La densidad óptica, la absorbancia, se midió en un espectrofotómetro a 662 nm para clorofila a, a 645 nm para clorofila b, a 470 nm para carotenoides totales. Finalmente, los resultados se reportaron por µg/mL (Hynstova et al., 2018).

#### **3.4.5 Cuantificación de polifenoles**

Método azul de prussia: Consistió en adicionar 400 µL de sol. A (0,5 mM FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O en 0,01 N HCl) en 400 µL de solución estándar (ácido gálico en metanol, 1 – 20 µg/mL) o muestra, se dejó reaccionar por 2 minutos, luego se

adicionó 400 µL de sol. B (0,5 mM  $K_3Fe(CN)_6$  en  $H_2O$  destilada). Se agitó y se mantuvo en un lugar oscuro durante 15 minutos, se trasvasó a las cubetas de espectrofotométrica transparente UV y se determinó la absorbancia a 725 nm. Se usó agua ultra pura como blanco; la concentración se expresó en µg de AGE/mL (Margraf et al., 2015).

### **3.4.6 Cuantificación de capacidad antioxidante**

#### **- Método del radical libre 2,2-diphenil-1-picrilhidrazil (DPPH)**

Brand et al. (1995) mencionan que para determinar la capacidad antioxidante se debe preparar la siguiente solución de trabajo con 100 mL de 2,2-diphenyl-1-picrilhydrazyl (100 µM) en metanol. Soluciones de trabajo de ácido ascórbico a concentraciones de 2,5 – 20,0 mg/100 mL. Soluciones de trabajo de Trolox 0 – 20 µM. La solución de trabajo de DPPH, se disolvió el stock en etanol 96% (se ajustó la Abs= 0,9-1,2 a 517 nm). La curva estándar se hizo reaccionar 100 µL de solución de trabajo o muestra con 900 µL de DPPH (100 µM) por 30 minutos en oscuridad, la absorbancia se registró a 517 nm. Mediante ARLn de las Abs Vs Concentración de ácido ascórbico, se obtuvo la ecuación de la curva de calibración. Se determinó la actividad antioxidante de la muestra, obteniendo una solución de 400 uL (muestra centrifugada diluida en metanol), posterior se tomó 50uL de esta solución y se mezcló con 950 uL de solución DPPH, se dejó reaccionar en oscuridad por 30 minutos; luego se determinó su absorbancia a 517 nm. Para el blanco, se determinó la absorbancia de la solución DPPH diluida, que se encuentra en un rango de 0,900 a 1,100; la concentración se expresará en µg de TE/mL.

#### **- Método del catión ácido 2,2-azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico) (ABTS<sup>+</sup>)**

Stock de ABTS<sup>+</sup>; se mezcló 5 mL de agua con ABTS<sup>+</sup> 7 mM más 88 uL de persulfato de potasio 140 mM en agua; se dejó a temperatura ambiente por 12 – 16 horas antes de usar (protegiendo de la luz. La solución de trabajo de ABTS<sup>+</sup>, se disolvió en stock en etanol 95°~1:40 (se ajustó la Abs= 0,9 - 1,2 a 734 nm). Así mismo se preparó las soluciones de trabajo de ácido gálico a concentraciones de 0 – 20,0 mg/100 mL. Las soluciones de trabajo de Trolox 0 – 20 uM. Para la curva estándar, se hizo reaccionar 100 µL de solución de trabajo o muestra con 900 µL de ABTS<sup>+</sup> (diluido) por 10 minutos en oscuridad, la absorbancia se registró a 734

nm. Se determinó la actividad antioxidante de la muestra, obteniendo una solución de 400 uL (muestra centrifugada diluida en etanol), posterior se tomó 50 uL de esta solución y se mezcló con 950uL de solución ABTS<sup>+</sup> (diluido), se dejó reaccionar en oscuridad por 10 minutos; luego se determinó su absorbancia a 734 nm. Para el blanco, se determinó la absorbancia de la solución ABTS<sup>+</sup> diluida, que se encuentra en un rango de 0,900 a 1,100; la concentración se expresó en µg de TE/mL (Faller et al., 2012).

### 3.4.7 Análisis fisicoquímico

#### - **Medición de °Brix**

Se utilizó el método de la AOAC 932.12 (1980), se puso 1 mL de néctar en el refractómetro digital (MA871 Refractometer - Milwaukee) y por último se reportó el resultado a temperatura ambiente (25 °C).

#### - **Medición de pH**

Se utilizó el método de la AOAC 981.12 (1982), se midió 25 mL de néctar en un vaso de precipitado, se introdujo el electrodo del pHmetro (Metrohm, 827 pH lab), se esperó a que se atempere y se reportó el resultado.

#### - **Medición de acidez**

Se utilizó el método de la AOAC 942.15 (1965), se midió 5 mL de néctar en un vaso de precipitado de 100 mL, luego se añadió 10 mL de agua destilada, se añadió de 3 a 4 gotas de fenolftaleína (indicador), seguidamente se tituló con NaOH al 0,1N, finalmente se reportó el gasto obtenido. Para obtener el porcentaje de acidez titulable se utilizó la siguiente **Ecuación 4**:

$$\% \text{ de acidez titulable} = \left( \frac{VG \times N \times \text{Peq ac cítrico}}{M (ml)} \right) \times 100 \quad (4)$$

Donde VG es el volumen gastado de NaOH 0,1N, N es la Normalidad de la soda (NaOH 0,1N), Peq es el peso equivalente del ácido cítrico y M es el peso de la muestra. Los pesos equivalentes de ácidos más comunes de los jugos y pulpas de frutas es el ácido cítrico (0,06404).

#### - **Medición de color**

Los análisis de color se realizaron utilizando un colorímetro (Colorímetro Konica Minolta, CR-400 Color Reader, Japón). Para cada muestra, se midieron los parámetros luminosidad ( $L^*$ ) y cromaticidad ( $a^*$  y  $b^*$ ). El modo incluido de reflectancia especular se usó con la fuente de luz D65 y un ángulo de observación de  $10^\circ$ . Por cada tratamiento se realizó seis lecturas. Para poder determinar la diferencia total del color ( $\Delta E^*$ ) se utilizó la **Ecuación 5** de Hunter-Scottfield 168 (Francis & Clydesdale, 1975):

$$\Delta E = (\Delta a^{*2} + \Delta b^{*2} + \Delta L^{*2})^{1/2} \quad (5)$$

Donde:  $\Delta a^* = a^* - a_0^*$ ,  $\Delta b^* = b^* - b_0^*$  y  $\Delta L^* = L^* - L_0^*$ ; el subíndice "0" representa el color en tiempo cero o control.

#### **3.4.8 Análisis sensorial**

Se realizó por panelistas degustadores de público constituido por 20 personas semi entrenados de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán; evaluaron diferentes atributos como olor, color y sabor del néctar de aguaymanto con tratamiento convencional y pasados por el prototipo de calentamiento óhmico. La escala hedónica se muestra en la **Tabla 5**.

**Tabla 5.** Escala hedónica para la evaluación sensorial.

Valor	Calificación
1	Me gusta mucho
2	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me disgusta moderadamente
5	Me disgusta mucho

Fuente: Izquierdo et al. (2007).

#### **3.5 Diseño experimental y análisis estadístico**

El diseño utilizado para la evaluación de los tratamientos de calentamiento óhmico a diferentes voltajes y tiempos, fue someter los resultados obtenidos al modelo matemático de Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial de  $3 \times 3$  para determinar la diferencia estadística entre los tratamientos.



Factor A: representa los voltajes de tratamiento de calentamiento óhmico (10 V, 20 V y 30 V).

Factor B: representa los tiempos de tratamiento de calentamiento óhmico (4, 8 y 12 minutos).

Para la clasificación de los tratamientos, según preferencia, se aplicó la prueba de comparación de Tukey con  $\alpha = 5\%$ .

El ANVA correspondiente a un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial 3x3. Si en el ANVA general resulta la interacción AxB significativa, se hará un examen de los efectos simples, ya que se los ha declarado heterogéneos. Es decir, se puede comparar entre si los niveles de un factor dentro de cada nivel del otro factor, lo cual es especialmente útil para interpretar el efecto de la interacción. El modelo matemático esta expresado mediante la siguiente ecuación lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha \beta)_{ij} + \epsilon_{ij} \quad (6)$$

Donde:

$Y_{ij}$  : Respuesta obtenida en la unidad experimental, de la  $i$  – ésima voltaje del tratamiento de calentamiento óhmico y el  $j$  – ésimo tiempo del tratamiento de calentamiento óhmico

$\mu$ : Efecto de la media general.

$\alpha_i$ : Efecto de la  $i$ -ésima voltaje del tratamiento de calentamiento óhmico

$\beta_j$ : Efecto del  $j$ -ésimo tiempo del tratamiento de calentamiento óhmico

$(\alpha \beta)_{ij}$  : Efecto de la interacción de los factores  $\alpha$  y  $\beta$

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error de dicha unidad experimental.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Evaluación del voltaje y tiempo de aplicación del calentamiento óhmico en el contenido de microorganismos (Bacterias mesófilas aerobias (BMA), mohos, levaduras y coliformes)

Los resultados del análisis de varianza con respecto a la reducción de carga microbiana del néctar de aguaymanto, presentó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) a nivel de los factores de los tratamientos A x B (Voltaje x Tiempo).

Con respecto al contenido de microorganismos (BMA, mohos, levaduras y coliformes) los tratamientos que redujeron más a los agentes microbianos en estudio presentes en el néctar fueron: el T<sub>7</sub>, T<sub>8</sub> y T<sub>9</sub>, siendo igual que el tratamiento T<sub>0</sub> (78 °C, 10 s) reportando  $1,00 \pm 0,00$  Log UFC/mL de BMA, mohos, levaduras y coliformes; a diferencia de los demás tratamientos que reportaron mayor contenido de microorganismos, como el T<sub>4</sub> reportó  $3,81 \pm 0,40$  Log UFC/mL de BMA,  $3,81 \pm 0,19$  Log UFC/mL de mohos y  $4,15 \pm 0,48$  Log UFC/mL de levadura y los tratamientos T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub> reportaron  $2,01 \pm 0,06$  NMP de coliformes; según Luquillas (2022), a mayor voltaje y tiempo de aplicación fue notable la reducción de la levadura reduciendo de  $8,20 \pm 0,02$  Log UFC/mL (T<sub>0</sub>) a  $6,58 \pm 0,06$  Log UFC/mL (T<sub>9</sub> = 30 v; 120 s); de la misma forma Macias & Mora (2017) determinaron que a 40 V y 140 segundos de aplicación del calentamiento óhmico, redujeron considerablemente la carga de los siguiente agentes microbianos coliformes, mesófilos, mohos y levaduras, Lázaro y Villanueva (2021) reportaron la reducción de carga microbiana a mayor potencia y tiempo de aplicación del ultrasonido. Los resultados obtenidos en la investigación están dentro de los criterios microbiológicos según MINSa - DIGESA (2008).

#### 4.1.1 Efecto de los factores A (Voltaje) y B (tiempo) y la interacción de los factores (AxB) del calentamiento óhmico en la reducción de carga microbiana

El resultado del efecto del factor A (Voltaje) y el factor B (Tiempo), en la prueba de clasificación de Tukey y con ellos la interacción de los factores, como se muestra en la **Tabla 6**, los datos estadísticos se encuentran en el **Anexo 2**. Señala que la reducción de carga microbiana (BMA, mohos, levaduras y coliformes) con la aplicación del calentamiento óhmico con los siguientes voltajes a<sub>1</sub> (10 V), a<sub>2</sub> (20 V) y a<sub>3</sub> (30 V) y los siguientes tiempos b<sub>1</sub> (4 min), b<sub>2</sub> (8 min) y b<sub>3</sub> (12 min), presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 6.** Efecto e interacción del factor voltaje y tiempo de aplicación del prototipo de calentamiento óhmico en la reducción de carga microbiana en el néctar de aguaymanto.

Factores de estudio	Grupos de microorganismos evaluados mediante pasteurización con el prototipo de calentamiento Óhmico			
	BMA Log (UFC/mL)	Mohos Log (UFC /mL)	Levadura Log (UFC /mL)	Coliformes NMP
<b>A = Voltaje</b>				
10 V	1,67±0,77 <sup>a</sup>	1,44±0,77 <sup>a</sup>	1,50±0,44 <sup>a</sup>	1,52±0,04 <sup>ab</sup>
20 V	3,71±0,77 <sup>b</sup>	4,20±0,17 <sup>b</sup>	3,93±0,40 <sup>b</sup>	1,92±0,06 <sup>b</sup>
30 V	1,00±0,00 <sup>a</sup>	1,00±0,00 <sup>a</sup>	1,00±0,00 <sup>a</sup>	1,38±0,00 <sup>a</sup>
<b>B = Tiempo</b>				
4 min	2,38±0,52 <sup>a</sup>	2,23±0,45 <sup>a</sup>	2,55±0,60 <sup>a</sup>	1,65±0,04 <sup>a</sup>
8 min	2,15±0,44 <sup>a</sup>	2,04±0,06 <sup>a</sup>	1,83±0,20 <sup>a</sup>	1,59±0,03 <sup>a</sup>
12 min	1,84±0,07 <sup>a</sup>	2,38±0,43 <sup>a</sup>	2,05±0,04 <sup>a</sup>	1,59±0,03 <sup>a</sup>
<b>A x B</b>				
T <sub>0</sub> = Testigo	1,00±0,00 <sup>a</sup>	1,00±0,00 <sup>a</sup>	1,00±0,00 <sup>a</sup>	1,00±0,00 <sup>a</sup>
T <sub>1</sub> = 10 V, 4 min	2,33±1,15 <sup>b</sup>	2,33±1,15 <sup>ab</sup>	2,49±1,31 <sup>b</sup>	1,93±0,06 <sup>c</sup>
T <sub>2</sub> = 10 V, 8 min	1,67±1,15 <sup>a</sup>	1,67±0,00 <sup>a</sup>	1,00±0,00 <sup>a</sup>	1,61±0,03 <sup>b</sup>
T <sub>3</sub> = 10 V, 12 min	1,00±0,00 <sup>a</sup>	1,00±1,15 <sup>a</sup>	1,00±0,00 <sup>a</sup>	1,61±0,03 <sup>b</sup>
T <sub>4</sub> = 20 V, 4 min	3,81±0,40 <sup>b</sup>	3,81±0,19 <sup>b</sup>	4,15±0,48 <sup>c</sup>	2,01±0,06 <sup>c</sup>
T <sub>5</sub> = 20 V, 8 min	3,78±0,16 <sup>b</sup>	3,78±0,19 <sup>b</sup>	3,48±0,59 <sup>bc</sup>	2,15±0,06 <sup>d</sup>
T <sub>6</sub> = 20 V, 12 min	3,53±0,21 <sup>b</sup>	3,53±0,14 <sup>b</sup>	4,15±0,13 <sup>c</sup>	2,15±0,06 <sup>d</sup>
T <sub>7</sub> = 30 V, 4 min	1,00±0,00 <sup>a</sup>	1,00±0,00 <sup>a</sup>	1,00±0,00 <sup>a</sup>	1,00±0,00 <sup>a</sup>
T <sub>8</sub> = 30 V, 8 min	1,00±0,00 <sup>a</sup>	1,00±0,00 <sup>a</sup>	1,00±0,00 <sup>a</sup>	1,00±0,00 <sup>a</sup>
T <sub>9</sub> = 30 V, 12 min	1,00±0,00 <sup>a</sup>	1,00±0,00 <sup>a</sup>	1,00±0,00 <sup>a</sup>	1,00±0,00 <sup>a</sup>

Resultados expresados como promedio  $\pm$  SD,  $p < 0,05$ . Método del Número Mas Probable (NMP),  $p < 0,05$ . Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p < 0,05$ ). Letras iguales indican que no presentan diferencia significativa ( $p > 0,05$ ).

#### 4.2 Evaluación del voltaje y tiempo de aplicación del calentamiento óhmico en el contenido de compuestos bioactivos (vitamina C, carotenos totales y polifenoles y capacidad antioxidante (ABTS Y DPPH))

Los resultados del análisis de varianza con respecto al contenido de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante del néctar de aguaymanto, presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) a nivel de los factores de los tratamientos A x B (Voltaje x Tiempo).

Con respecto a la estabilidad de la vitamina C, los mejores tratamientos con mayor contenido fueron los siguientes: T<sub>2</sub> con 1,23±0,01  $\mu$ g/mL, T<sub>3</sub> con 1,24±0,03  $\mu$ g/mL y T<sub>9</sub> con 1,22±0,00  $\mu$ g/mL en comparación al T<sub>0</sub> con 1,19±0,03  $\mu$ g/mL. La liberación de la vitamina C aplicado con el calentamiento óhmico estaría relacionado con el fenómeno de la electroporación, ya que dicho fenómeno provocaría que las moléculas del néctar se abriesen y liberaría ácido ascórbico.

Según Díaz (2018) el efecto del escaldado sobre la degradación de vitamina C, reportó que a 80 °C y 9 min la degradación de la vitamina C es rápida. Según Guevara (2017) a 85 °C durante 15 minutos, la reducción de vitamina C fue mínima al aplicar pulsos lumínicos. Allaica & Teneda (2015) a 50 Hz y 15 min, reportaron mayor retención de vitamina C. Por otra parte Jaeschke et al. (2016) reportaron degradación de la vitamina C al someter a un pasteurizado convencional, al aplicar el calentamiento óhmico hubo incremento de vitamina C. Lázaro & Villanueva (2021) al aplicar el termosonicado el tratamiento de pulpa de tumbo serrano mostró un incremento de vitamina C. Se puede deducir que a mayor temperatura y tiempo de pasteurizado y al aplicar el calentamiento óhmico influyo en la liberación y deterioro de la vitamina C.

El aumento del contenido de carotenos estaría relacionado con el fenómeno de la electroporación como el caso de la vitamina C, siendo los mejores tratamientos con mayor contenido, el T<sub>4</sub> con 0,96±0,03 µg/mL, T<sub>8</sub> con 0,87±0,05 µg/mL y T<sub>9</sub> con 0,87±0,06 µg/mL en comparación al T<sub>0</sub> con 0,71±0,05 µg/mL. Según Jaeschke et al. (2016) evaluaron los efectos no térmicos de la electricidad aplicando calentamiento óhmico, en el contenido de carotenos, donde estadísticamente no hubo diferencias (p>0,05). Por otro lado García et al. (2018) al aplicar campos eléctricos pulsados de intensidad moderada (MIPEF) como pretratamiento a la calabaza entera reportaron que hubo aumento del contenido de los carotenoides. Se deduce que el voltaje y tiempo de aplicación afecta estadísticamente el contenido de carotenos.

Con respecto al contenido de polifenoles se aprecia cierta disminución, siendo los mejores tratamientos los siguientes: T<sub>1</sub> con 23,91±0,36 µg AGE/mL, T<sub>2</sub> con 18,05±0,20 µg AGE/mL y T<sub>4</sub> con 19,93±0,05 µg AGE/mL en comparación al T<sub>0</sub> con 16,02±0,37 µg AGE/mL (p<0,05). Dicha disminución podría ser afectada por la carga eléctrica aplicada. Fernández y Suyón (2018), evaluaron el efecto del secado convectivo en el cushuro, concluyeron que a mayor temperatura hubo mayor pérdida de polifenoles. Según Cachay (2016) la degradación del contenido de polifenoles de la arracacha se debe a mayor tiempo de cocción a diferencia de la muestra en crudo. Se deduce que, a mayor voltaje y tiempo de aplicación del calentamiento óhmico, se ve afectada el contenido de polifenoles.

Con respecto al contenido de capacidad antioxidante por la técnica del reactivo ABTS, los mejores tratamientos con mayor capacidad antioxidante fueron los siguientes: T<sub>1</sub> con 86,06±3,42 µg TE/mL, T<sub>4</sub> con 70,87±1,91 µg TE/mL y T<sub>5</sub> con 68,00±1,95 µg TE/mL en comparación al T<sub>0</sub> con 86,06±3,42 µg TE/mL y por la técnica del reactivo DPPH, los mejores tratamientos con mayor capacidad antioxidante fueron los siguientes: T<sub>1</sub> con 16,90±0,60 µg TE/mL y T<sub>4</sub> con 18,00±0,89 µg TE/mL en comparación al T<sub>0</sub> con 23,57±0,80 µg TE/mL que presentó mayor capacidad antioxidante. Hardinasinta et al. (2021), en la evaluación que realizaron aplicando calentamiento óhmico reportaron que a mayor tiempo los compuestos bioactivos se ven afectados y la actividad antioxidante tuvo un aumento significativo. Según Costa et al. (2018) la capacidad antioxidante se ve afectada negativamente por el aumento del campo eléctrico. Se deduce que cuanto a mayor voltaje de aplicación se ve afecta la capacidad antioxidante.

#### **4.2.1 Efecto de los factores A (Voltaje) y B (tiempo) y la interacción de los factores (AxB) del calentamiento óhmico en el contenido de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante**

El resultado del efecto del factor A (Voltaje) y el factor B (Tiempo), en la prueba de clasificación de Tukey y con ellos la interacción de los factores, como se muestra en la **Tabla 7**, los datos estadísticos se encuentran en el **Anexo 3**. Señala que el contenido de vitamina C, carotenos totales, polifenoles y actividad antioxidante (ABTS Y DPPH) con la aplicación del calentamiento óhmico con los siguientes voltajes a<sub>1</sub> (10 V), a<sub>2</sub> (20 V) y a<sub>3</sub> (30 V) y los siguientes tiempos b<sub>1</sub> (4 min), b<sub>2</sub> (8 min) y b<sub>3</sub> (12 min), presentaron diferencias significativas (p<0,05).

**Tabla 7.** Efecto del factor voltaje y tiempo de aplicación del prototipo de calentamiento óhmico en el contenido de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante.

Factores de estudio	Grupos de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante evaluados mediante pasteurización con el prototipo de calentamiento Óhmico				
	Compuestos Bioactivos			Capacidad Antioxidante	
A = Voltaje	Vitamina C (µg/mL)	Carotenos (µg/mL)	Polifenoles (µg AGE/mL)	ABTS (µg TE/mL)	DPPH (µg TE/mL)
10 V	1,23±0,02 <sup>a</sup>	0,85±0,02 <sup>a</sup>	19,57±0,33 <sup>a</sup>	60,83±2,46 <sup>b</sup>	15,50±0,35 <sup>ab</sup>
20 V	1,22±0,02 <sup>ab</sup>	0,87±0,04 <sup>a</sup>	17,11±0,33 <sup>a</sup>	68,12±2,23 <sup>a</sup>	16,02±1,92 <sup>a</sup>
30 V	1,19±0,01 <sup>b</sup>	0,87±0,04 <sup>a</sup>	7,82±0,32 <sup>b</sup>	56,14±1,19 <sup>c</sup>	13,26±0,35 <sup>b</sup>
B = Tiempo					
4 min	1,22±0,01 <sup>a</sup>	0,89±0,03 <sup>a</sup>	17,97±0,19 <sup>a</sup>	64,47±2,21 <sup>a</sup>	16,19±0,54 <sup>a</sup>
8 min	1,21±0,02 <sup>a</sup>	0,85±0,05 <sup>a</sup>	14,43±0,34 <sup>a</sup>	61,23±1,86 <sup>a</sup>	15,31±0,25 <sup>ab</sup>
12 min	1,22±0,02 <sup>a</sup>	0,85±0,03 <sup>a</sup>	12,10±0,46 <sup>a</sup>	59,38±1,81 <sup>a</sup>	13,27±1,83 <sup>b</sup>
A x B					
T <sub>0</sub> = Testigo	1,19±0,03 <sup>b</sup>	0,71±0,05 <sup>c</sup>	16,02±0,37 <sup>d</sup>	86,06±3,42 <sup>a</sup>	23,57±0,80 <sup>a</sup>
T <sub>1</sub> = 10 V, 4 min	1,23±0,02 <sup>ab</sup>	0,85±0,04 <sup>ab</sup>	23,91±0,36 <sup>a</sup>	62,47±3,88 <sup>cde</sup>	16,90±0,60 <sup>bc</sup>
T <sub>2</sub> = 10 V, 8 min	1,23±0,01 <sup>ab</sup>	0,85±0,02 <sup>ab</sup>	18,05±0,20 <sup>c</sup>	59,31±1,37 <sup>de</sup>	15,81±0,06 <sup>bc</sup>
T <sub>3</sub> = 10 V, 12 min	1,24±0,03 <sup>a</sup>	0,86±0,00 <sup>ab</sup>	16,75±0,44 <sup>d</sup>	60,71±2,13 <sup>de</sup>	13,77±0,39 <sup>bc</sup>
T <sub>4</sub> = 20 V, 4 min	1,23±0,01 <sup>ab</sup>	0,96±0,03 <sup>a</sup>	19,93±0,05 <sup>b</sup>	70,87±1,91 <sup>b</sup>	18,00±0,89 <sup>b</sup>
T <sub>5</sub> = 20 V, 8 min	1,22±0,02 <sup>ab</sup>	0,82±0,07 <sup>bc</sup>	17,90±0,42 <sup>c</sup>	68,00±1,95 <sup>bc</sup>	16,89±0,34 <sup>bc</sup>
T <sub>6</sub> = 20 V, 12 min	1,19±0,02 <sup>ab</sup>	0,82±0,02 <sup>bc</sup>	13,49±0,52 <sup>e</sup>	65,48±2,82 <sup>bcd</sup>	13,17±4,53 <sup>c</sup>
T <sub>7</sub> = 30 V, 4 min	1,18±0,01 <sup>b</sup>	0,86±0,01 <sup>ab</sup>	10,07±0,15 <sup>f</sup>	60,08±0,84 <sup>de</sup>	13,68±0,13 <sup>bc</sup>
T <sub>8</sub> = 30 V, 8 min	1,18±0,02 <sup>b</sup>	0,87±0,05 <sup>ab</sup>	7,33±0,39 <sup>g</sup>	56,37±2,25 <sup>ef</sup>	13,22±0,34 <sup>c</sup>
T <sub>9</sub> = 30 V, 12 min	1,22±0,00 <sup>ab</sup>	0,87±0,06 <sup>ab</sup>	6,07±0,44 <sup>h</sup>	51,96±0,49 <sup>f</sup>	12,88±0,58 <sup>c</sup>

Resultados expresados como promedio ± SD,  $p < 0,05$ . Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p < 0,05$ ). Letras iguales indican que no presentan diferencia significativa ( $p > 0,05$ ).

#### 4.3 Evaluación del voltaje y tiempo de aplicación del calentamiento óhmico en las características fisicoquímicas (pH, °Brix y % acidez)

Los resultados del análisis de varianza con respecto a las características fisicoquímicas del néctar de aguaymanto, presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) a nivel de los factores de los tratamientos A x B (Voltaje x Tiempo).

Con respecto al pH presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), siendo los mejores tratamientos los siguientes: T<sub>1</sub> con 3,81±0,02, seguido T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> con 3,82±0,01 en comparación al T<sub>0</sub> con 3,83±0,01. Según Allaica y Teneda (2015) con la aplicación de pulsos lumínicos obtuvo una variación mínima del pH, teniendo en su tratamiento 1: 3,38 y según lo establece la NTP 203.110:2009 el rango del pH debe ser  $3,5 \leq 4,5$ . Según Guevara (2017) comparó un pasteurizado convencional y con la aplicación de pulsos lumínicos en zumo de aguaymanto, reportó una variación mínima de pH: 3,61, utilizando una temperatura de 85 °C/115 min. Esto quiere decir que la aplicación del calentamiento óhmico, en cuanto mayor es el

tiempo de aplicación influye en la variación del pH manteniéndose en el rango según lo establece la NTP 203.110:2009.

Con respecto a los °Brix también presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), siendo el mejor tratamiento el T<sub>1</sub> con  $12,07 \pm 0,06$ , en comparación al T<sub>0</sub> con  $12,47 \pm 0,06$ . Según Allaica y Teneda (2015) con la aplicación de pulsos lumínicos obtuvo una variación mínima de los °Brix y según lo establece la NTP 203.110:2009 el rango de los °Brix debe estar desde 12 hasta 20. Esto quiere decir que la aplicación del calentamiento influye en la variación de los °Brix.

Con respecto a la acidez no presentaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ), siendo el mejor tratamiento el T<sub>1</sub> con  $0,6088 \pm 0,001$ , en comparación al T<sub>0</sub> con  $0,6148 \pm 0,017$ . Según Allaica y Teneda (2015) con la aplicación de pulsos lumínicos obtuvo una variación mínima de la acidez y según lo establece la NTP 203.110:2009 la acidez debe estar en un rango de 0,4 a 0,6. Esto quiere decir que la aplicación del calentamiento óhmico, cuanto mayor es el tiempo de aplicación no influye significativamente en la variación de la acidez, sin embargo se mantuvo en el rango según lo establece la NTP 203.110:2009.

#### **4.3.1 Efecto de los factores A (Voltaje) y B (tiempo) y la interacción de los factores (Ax B) del calentamiento óhmico en las características fisicoquímicas**

El resultado del efecto del factor A (Voltaje) y el factor B (Tiempo), en la prueba de clasificación de Tukey y con ellos la interacción de los factores, como se muestra en la **Tabla 8**, los datos estadísticos se encuentran en el **Anexo 4**. Señala que el pH, °Brix y % acidez con la aplicación del calentamiento óhmico con los siguientes voltajes a<sub>1</sub> (10 V), a<sub>2</sub> (20 V) y a<sub>3</sub> (30 V) y los siguientes tiempos b<sub>1</sub> (4 min), b<sub>2</sub> (8 min) y b<sub>3</sub> (12 min), con respecto al pH y a los °Brix presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), mientras en acidez no hubo diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 8.** Efecto del factor voltaje y tiempo de aplicación del prototipo de calentamiento óhmico en las características fisicoquímicas.

Factores de estudio	Características fisicoquímicas evaluados mediante pasteurización con el prototipo de calentamiento Óhmico		
	A = Voltaje*	pH	° Brix
10 V	3,82±0,01 <sup>a</sup>	12,03±0,04 <sup>a</sup>	0,6088±0,001 <sup>a</sup>
20 V	3,83±0,00 <sup>b</sup>	12,00±0,00 <sup>a</sup>	0,6169±0,002 <sup>b</sup>
30 V	3,83±0,00 <sup>b</sup>	12,00±0,00 <sup>a</sup>	0,6149±0,000 <sup>b</sup>
<b>B = Tiempo***</b>			
4 min	3,82±0,01 <sup>a</sup>	12,02±0,02 <sup>a</sup>	0,6135±0,001 <sup>a</sup>
8 min	3,83±0,00 <sup>a</sup>	12,01±0,02 <sup>a</sup>	0,6128±0,000 <sup>a</sup>
12 min	3,83±0,00 <sup>a</sup>	12,00±0,00 <sup>a</sup>	0,6144±0,002 <sup>a</sup>
<b>A x B****</b>			
T <sub>0</sub> = Testigo	3,83±0,01 <sup>b</sup>	12,47±0,06 <sup>a</sup>	0,6148±0,017 <sup>a</sup>
T <sub>1</sub> = 10 V, 4 min	3,81±0,02 <sup>a</sup>	12,07±0,06 <sup>b</sup>	0,6088±0,001 <sup>a</sup>
T <sub>2</sub> = 10 V, 8 min	3,82±0,01 <sup>ab</sup>	12,03±0,06 <sup>b</sup>	0,6088±0,001 <sup>a</sup>
T <sub>3</sub> = 10 V, 12 min	3,82±0,01 <sup>ab</sup>	12,00±0,00 <sup>b</sup>	0,6088±0,001 <sup>a</sup>
T <sub>4</sub> = 20 V, 4 min	3,83±0,00 <sup>b</sup>	12,00±0,00 <sup>b</sup>	0,6169±0,004 <sup>a</sup>
T <sub>5</sub> = 20 V, 8 min	3,83±0,01 <sup>b</sup>	12,00±0,00 <sup>b</sup>	0,6148±0,000 <sup>a</sup>
T <sub>6</sub> = 20 V, 12 min	3,83±0,00 <sup>b</sup>	12,00±0,00 <sup>b</sup>	0,6191±0,004 <sup>a</sup>
T <sub>7</sub> = 30 V, 4 min	3,83±0,01 <sup>b</sup>	12,00±0,00 <sup>b</sup>	0,6148±0,000 <sup>a</sup>
T <sub>8</sub> = 30 V, 8 min	3,83±0,00 <sup>b</sup>	12,00±0,00 <sup>b</sup>	0,6148±0,000 <sup>a</sup>
T <sub>9</sub> = 30 V, 12 min	3,83±0,00 <sup>b</sup>	12,00±0,00 <sup>b</sup>	0,6152±0,001 <sup>a</sup>

Resultados expresados como promedio  $\pm$  SD,  $p < 0,05$ . Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p < 0,05$ ). Letras iguales indican que no presentan diferencia significativa ( $p > 0,05$ ).

#### 4.4 Evaluación del voltaje y tiempo de aplicación del calentamiento óhmico en el color (L\*, a\*, b\* y $\Delta E$ )

Los resultados del análisis de varianza con respecto al color del néctar de aguaymanto, presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) a nivel de los factores de los tratamientos A x B (Voltaje x Tiempo).

Con respecto a la variación del color ( $\Delta E^*$ ) presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), siendo los mejores tratamientos los siguientes: T<sub>1</sub> con 0,49±0,02 y T<sub>8</sub> con 0,56±0,09, en comparación al T<sub>0</sub> con 1,51±0,2. Según Jaeschke et al. (2016) evaluaron los efectos no térmicos de la electricidad aplicando calentamiento óhmico, sobre la variación de color, donde estadísticamente no hubo diferencias ( $p > 0,05$ ). Por otro lado Costa et al. (2018) observaron mayor variación de color ( $\Delta E^*$ ) y mayor luminosidad (L\*) en campos eléctricos bajos. Según Diaz (2018) el escaldado no muestra diferencia significativa estadística sobre la luminosidad, si la temperatura y el tiempo aumentan, los valores de luminosidad disminuyen, tienden a ponerse más oscuras. Esto quiere decir que el pasteurizado



convencional y la aplicación del calentamiento óhmico al aumentar la carga eléctrica afecta en la variación de color ( $\Delta E^*$ ).

#### 4.4.1 Efecto de los factores A (Voltaje) y B (tiempo) y la interacción de los factores (Ax B) del calentamiento óhmico en el color

El resultado del efecto del factor A (Voltaje) y el factor B (Tiempo), en la prueba de clasificación de Tukey y con ellos la interacción de los factores, como se muestra en la **Tabla 9**, los datos estadísticos se encuentran en el **Anexo 4**. Señala que  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  y  $\Delta E$  con la aplicación del calentamiento óhmico con los siguientes voltajes  $a_1$  (10 V),  $a_2$  (20 V) y  $a_3$  (30 V) y los siguientes tiempos  $b_1$  (4 min),  $b_2$  (8 min) y  $b_3$  (12 min), con respecto a  $L^*$ ,  $a^*$  y  $\Delta E^*$  presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), mientras para  $b^*$  no hubo diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 9.** Efecto del factor voltaje y tiempo de aplicación del prototipo de calentamiento óhmico en el color.

Factores de estudio	Características de color evaluados mediante pasteurización con el prototipo de calentamiento Óhmico			
	A = Voltaje*	$L^*$	$a^*$	$b^*$
10 V	$3,82 \pm 0,01^a$	$12,03 \pm 0,04^a$	$0,6088 \pm 0,001^a$	$1,06 \pm 0,59^b$
20 V	$3,83 \pm 0,00^b$	$12,00 \pm 0,00^a$	$0,6169 \pm 0,002^b$	$0,67 \pm 0,04^a$
30 V	$3,83 \pm 0,00^b$	$12,00 \pm 0,00^a$	$0,6149 \pm 0,000^b$	$0,83 \pm 0,23^{ab}$
<b>B = Tiempo***</b>				
4 min	$3,82 \pm 0,01^a$	$12,02 \pm 0,02^a$	$0,6135 \pm 0,001^a$	$1,17 \pm 0,52^c$
8 min	$3,83 \pm 0,00^a$	$12,01 \pm 0,02^a$	$0,6128 \pm 0,000^a$	$0,57 \pm 0,09^a$
12 min	$3,83 \pm 0,00^a$	$12,00 \pm 0,00^a$	$0,6144 \pm 0,002^a$	$0,83 \pm 0,13^b$
<b>A x B****</b>				
$T_0 =$ Testigo	$3,83 \pm 0,01^b$	$12,47 \pm 0,06^a$	$0,6148 \pm 0,017^a$	$1,51 \pm 0,2^e$
$T_1 =$ 10 V, 4 min	$3,81 \pm 0,02^a$	$12,07 \pm 0,06^b$	$0,6088 \pm 0,001^a$	$1,84 \pm 0,04^f$
$T_2 =$ 10 V, 8 min	$3,82 \pm 0,01^{ab}$	$12,03 \pm 0,06^b$	$0,6088 \pm 0,001^a$	$0,49 \pm 0,02^a$
$T_3 =$ 10 V, 12 min	$3,82 \pm 0,01^{ab}$	$12,00 \pm 0,00^b$	$0,6088 \pm 0,001^a$	$0,86 \pm 0,06^{cd}$
$T_4 =$ 20 V, 4 min	$3,83 \pm 0,00^b$	$12,00 \pm 0,00^b$	$0,6169 \pm 0,004^a$	$0,67 \pm 0,04^{abc}$
$T_5 =$ 20 V, 8 min	$3,83 \pm 0,01^b$	$12,00 \pm 0,00^b$	$0,6148 \pm 0,000^a$	$0,66 \pm 0,02^{abc}$
$T_6 =$ 20 V, 12 min	$3,83 \pm 0,00^b$	$12,00 \pm 0,00^b$	$0,6191 \pm 0,004^a$	$0,69 \pm 0,04^{bc}$
$T_7 =$ 30 V, 4 min	$3,83 \pm 0,01^b$	$12,00 \pm 0,00^b$	$0,6148 \pm 0,000^a$	$1,00 \pm 0,19^d$
$T_8 =$ 30 V, 8 min	$3,83 \pm 0,00^b$	$12,00 \pm 0,00^b$	$0,6148 \pm 0,000^a$	$0,56 \pm 0,09^{ab}$
$T_9 =$ 30 V, 12 min	$3,83 \pm 0,00^b$	$12,00 \pm 0,00^b$	$0,6152 \pm 0,001^a$	$0,94 \pm 0,11^d$

Resultados expresados como promedio  $\pm$  SD,  $p < 0,05$ . Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p < 0,05$ ). Letras iguales indican que no presentan diferencia significativa ( $p > 0,05$ ).

#### 4.5 Evaluación del voltaje y tiempo de aplicación del calentamiento óhmico en las características sensoriales del néctar de aguaymanto.

El voltaje y el tiempo de aplicación del calentamiento óhmico influye en las características sensoriales del néctar de aguaymanto, en la investigación se

evaluaron los siguientes atributos: olor, color y sabor. En el **Anexo 5**, se presentan los resultados completos del procesamiento estadístico de la evaluación sensorial. Señala que las características sensoriales (olor, color y sabor) por el calentamiento óhmico con los siguientes voltajes  $a_1$  (10 V),  $a_2$  (20 V) y  $a_3$  (30 V) y los siguientes tiempos  $b_1$  (4 min),  $b_2$  (8 min) y  $b_3$  (12 min), existen diferencias significativas para los 3 atributos, ya que la prueba de Friedman muestra el  $p < 0,05$ , como se muestra en la **Tabla 10**.

Para el atributo de olor del néctar de aguaymanto sometido a tratamiento convencional y calentamiento óhmico, muestran diferencias significativas entre los tratamientos, quien presentó mayor puntuación fue el  $T_1$  con 2,00 y seguido el  $T_5$  con 2,15, que de acuerdo a la escala hedónica que se utilizó corresponde a “me gusta moderadamente”, en comparación al  $T_0$  con 1,70 ubicándose en primer lugar, que de acuerdo a la escala hedónica corresponde a “me gusta mucho”. Finalmente, los tratamientos  $T_8$  y  $T_9$  con 2,45, ambos ocupan los últimos lugares.

Con respecto al atributo de color del néctar de aguaymanto sometido a tratamiento convencional y calentamiento óhmico, muestran diferencias significativas entre los tratamientos, quien presentó mayor puntuación fue el  $T_2$  con 1,90 y seguido el  $T_1$  con 1,95, que de acuerdo a la escala hedónica que se utilizó corresponde a “me gusta mucho” y el tratamiento  $T_0$  con 1,85 ubicándose en primer lugar. Finalmente, el tratamiento  $T_4$  con 2,50 ocupa el último lugar, con el cualitativo “me gusta moderadamente”.

Con respecto al atributo de sabor del néctar de aguaymanto sometido a tratamiento convencional y calentamiento óhmico, muestran diferencias significativas entre los tratamientos, quien presentó mayor puntuación fue el  $T_6$  con 2,60 que de acuerdo a la escala hedónica que se utilizó corresponde a “me gusta moderadamente” y el tratamiento  $T_0$  con 2,05 ubicándose en primer lugar. Finalmente, el tratamiento  $T_7$  con 2,55 ocupa el último lugar.

**Tabla 10.** Efecto del factor voltaje y tiempo de aplicación del prototipo de calentamiento óhmico en las características sensoriales.

<b>Tratamiento</b>	<b>Olor</b>	<b>Color</b>	<b>Sabor</b>
T <sub>0</sub> = Testigo	1,70 <sup>a</sup>	1,85 <sup>a</sup>	2,05 <sup>a</sup>
T <sub>1</sub> = 10 V, 4 min	2,00 <sup>ab</sup>	1,95 <sup>abc</sup>	2,35 <sup>ab</sup>
T <sub>2</sub> = 10 V, 8 min	2,10 <sup>abc</sup>	1,90 <sup>ab</sup>	2,25 <sup>ab</sup>
T <sub>3</sub> = 10 V, 12 min	2,25 <sup>bc</sup>	2,20 <sup>abcd</sup>	2,15 <sup>ab</sup>
T <sub>4</sub> = 20 V, 4 min	2,35 <sup>bc</sup>	2,50 <sup>d</sup>	2,50 <sup>ab</sup>
T <sub>5</sub> = 20 V, 8 min	2,15 <sup>abc</sup>	2,25 <sup>bcd</sup>	2,30 <sup>ab</sup>
T <sub>6</sub> = 20 V, 12 min	2,40 <sup>bc</sup>	2,15 <sup>abcd</sup>	2,60 <sup>b</sup>
T <sub>7</sub> = 30 V, 4 min	2,30 <sup>bc</sup>	2,10 <sup>abcd</sup>	2,55 <sup>ab</sup>
T <sub>8</sub> = 30 V, 8 min	2,45 <sup>c</sup>	2,10 <sup>abcd</sup>	2,20 <sup>ab</sup>
T <sub>9</sub> = 30 V, 12 min	2,45 <sup>c</sup>	2,25 <sup>abcd</sup>	2,20 <sup>ab</sup>

Resultados expresados como promedio de 20 panelistas,  $p < 0,05$ . Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p < 0,05$ ).

## V. CONCLUSIONES

Luego de realizar la investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

El tratamiento con calentamiento óhmico a 30 V y con tiempos de 4, 8 y 12 min en el néctar de aguaymanto influyó positivamente en la reducción de la carga microbiana (Bacterias mesófilas aerobias, mohos, levaduras y coliformes) frente al pasteurizado convencional. Con respecto al contenido de vitamina C y carotenos totales el calentamiento óhmico (30 V por 12 min), liberó estos principios activos, debido al fenómeno de electroporación, sin embargo, afectó de forma negativa en el contenido de polifenoles totales y la actividad antioxidante al aplicar el calentamiento óhmico; el incremento de voltaje y tiempo de tratamiento, ejercieron efectos en las muestras de néctar de aguaymanto.

En cuanto a las características fisicoquímicas el pH, °Brix y color el calentamiento óhmico afectó sus características de manera mínima, sin embargo, en la acidez sufrieron mínimos efectos significativos. Referente a las características sensoriales al aplicar el calentamiento óhmico causó un efecto positivo obteniendo un calificativo de “me gusta moderadamente”.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda cambiar el regulador de voltaje que está en rango de 10 V a 30 V, por un regulador con mayores voltajes para mejorar su eficiencia.

Realizar análisis de vida en almacenamiento de bebidas tipo néctar tratados con el prototipo de calentamiento óhmico desarrollado en la Escuela Profesional de ingeniería Agroindustrial de la UNHEVAL.

Realizar experimentos para la reducción de esporas microbianas para validar la efectividad el prototipo de calentamiento óhmico desarrollado en la Escuela Profesional de ingeniería Agroindustrial de la UNHEVAL.

Desarrollar experimentos, simulando lavados de frutas con agua sometidos a calentamiento óhmico.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achir, N., Dhuique, C., Hadjal, T., Madani, K., Pain, J., & Dornier, M. (2016). Pasteurization of citrus juices with ohmic heating to preserve the carotenoid profile. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 33, 397-404. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2015.11.002>
- Alkhafaji, S., & Farid, M. (2007). An investigation on pulsed electric fields technology using new treatment chamber design. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 8(2), 205-212. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2006.11.001>
- Allaica, J., & Teneda, W. (2015). *Estudio comparativo de conservación de néctar de uvilla (Physalis peruviana L), mediante pasteurización térmica y pulsos eléctricos de alta intensidad de campo (PEAIC)*. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/12377>
- AOAC 932.12. (1980). *AOAC Método Oficial 932.12 Sólidos (Solubles) en Frutas y Productos Frutales-Métodos de AOAC-International-Food Laws & Regulations-Documents-Global* FoodMate. [http://files.foodmate.com/2013/files\\_2968.html](http://files.foodmate.com/2013/files_2968.html)
- AOAC 942.15. (1965). *AOAC 942.15-1965 Acid ity (Titratable) of Fruit Prod ucts*. [http://www.aocofficialmethod.org/index.php?main\\_page=product\\_info&cPath=1&products\\_id=3055](http://www.aocofficialmethod.org/index.php?main_page=product_info&cPath=1&products_id=3055)
- AOAC 981.12. (1982). *AOAC 981.12-1982, PH of acidified foods*. [http://www.aocofficialmethod.org/index.php?main\\_page=product\\_info&products\\_id=1159](http://www.aocofficialmethod.org/index.php?main_page=product_info&products_id=1159)
- Balaguera, H., Ramírez, L., & Herrera, A. (2014). Fisiología y bioquímica del fruto de uchuva (*Physalis peruviana L.*) durante la maduración y poscosecha. (*Physalis Peruviana L.*) *Fruta Andina Para El Mundo*, 113-131.
- Barba, F. J., Zhu, Z., Koubaa, M., Sant'Ana, A. S., & Orlie, V. (2016). Green alternative methods for the extraction of antioxidant bioactive compounds from winery wastes and by-products: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 49, undefined-undefined. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.01.006>
- Barba, F., Parniakov, O., Pereira, S., Wiktor, A., Grimi, N., Boussetta, N., Saraiva, J., Raso, J., Martin, O., Witrowa, D., Lebovka, N., & Vorobiev, E. (2015). Current applications and new opportunities for the use of pulsed electric fields

- in food science and industry. *Food Research International*, 77, 773-798. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.09.015>
- Barragan, M., & Aro, J. (2017). Determinación del efecto de procesos de cocción en papas nativas pigmentadas (*Solanum tuberosum* spp. Andígena) sobre sus compuestos bioactivos. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 19(1), 47-52. <https://doi.org/10.18271/ria.2017.254>
- Beltrán, B., Estévez, R., Cuadrado, C., Jiménez, S., & Alonso, B. (2012). Base de datos de carotenoides para valoración de la ingesta dietética de carotenos, xantofilas y de vitamina a; utilización en un estudio comparativo del estado nutricional en vitamina a de adultos jóvenes. *Nutricion Hospitalaria*, 27(4), Art. 4. <https://doi.org/10.3305/nh.2012.27.4.5886>
- Bhattacharjee, A., & Chakraborty, S. (2022). Design of a batch Ohmic heater and evaluating the influence of different treatment conditions on quality attributes of kinnow (*Citrus nobilis* × *Citrus deliciosa*) juice. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 82, 103186. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.103186>
- Brand, W., Cuvelier, M., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), Art. 1. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Cachay, E. (2016). Efecto del tiempo de cocción por hervido sobre capacidad antioxidante y contenido de polifenoles totales en *Arracacia xanthorrhiza* (arracacha) con y sin cáscara. *Repositorio de Tesis - UNMSM*. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/4895>
- Castro, N., & Quispe, A. (2011). Osmodeshidratación del Aguaymanto *Physalis peruviana*. *Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo*. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2313>
- Chipana, R. (2014). Determinación de la estabilidad del ácido ascórbico en el zumo de aguaymanto (*physalis peruviana* L.). *Universidad Nacional del Altiplano*. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3275046>
- Choudhary, R., & Bandla, S. (2012). Ultraviolet Pasteurization for Food Industry. *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*, 2(1), Art. 1. <https://doi.org/10.5923/j.food.20120201.03>
- Coronado, N., & Rodríguez, C. (2017). Diseño de producto, proceso y planta para la producción industrial sostenible de néctar de aguaymanto. *Universidad de*

- Piura*. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2746>
- Cortés, M., & Chiralt, A. (2008). Cinética de los cambios de color en manzana deshidratada por aire fortificada con vitamin E. *Vitae (Medellín)*, 8-16.
- Costa, N., Cappato, L., Ferreira, M., Pires, R., Moraes, J., Esmerino, E., Silva, R., Neto, R., Tavares, M., Freitas, M., Silveira, R., Rodrigues, F., Bisaggio, R., Cavalcanti, R., Raices, R., Silva, M., & Cruz, A. (2018). Ohmic Heating: A potential technology for sweet whey processing. *Food Research International*, 106, 771-779. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.01.046>
- Cvejić, J., Krstonošić, M., Bursác, M., & Miljić, U. (2017). Polyphenols. *Nutraceutical and Functional Food Components: Effects of Innovative Processing Techniques*, 203-258. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805257-0.00007-7>
- CYTED. (2015). *Libro: Physalis peruviana L: fruta andina para el mundo | CYTED. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo*. <https://www.cytel.org/es/noticias/libro-physalis-peruviana-l-fruta-andina-para-el-mundo>
- Díaz, M. (2021). *Estudio comparativo de los métodos DPPH y ABTS para la determinación de la actividad antioxidante de la pulpa de maracuyá (Passiflora edulis)* [Thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/58435>
- Díaz, S. (2018). Efecto del escaldado en el color y cinética de degradación térmica de la vitamina C del jugo de camu-camu ( *Myrciaria dubia* ). *Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga Facultad De Ingeniería Química Y Metalurgia*, undefined-undefined.
- Etzbach, L., Meinert, M., Faber, T., Klein, C., Schieber, A., & Weber, F. (2020). Effects of carrier agents on powder properties, stability of carotenoids, and encapsulation efficiency of goldenberry (*Physalis peruviana* L.) powder produced by co-current spray drying. *Current Research in Food Science*, 3, 73-81. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2020.03.002>
- Faller, A., Fialho, E., & Liu, R. (2012). Cellular antioxidant activity of Feijoadá whole meal coupled with an in vitro digestion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(19), Art. 19. <https://doi.org/10.1021/jf300602w>
- Fernández, W., & Suyón, S. (2018). Efecto del secado convectivo en el valor nutricional, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante in vitro del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault “cushuro” procedente de



- Recuay. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*.  
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/9833>
- Ferreira, M., Cappato, L., Silva, R., Rocha, R., Guimarães, J. T., Balthazar, C., Esmerino, E., Freitas, M., Rodrigues, F., Granato, D., Neto, R., Tavares, M., Silva, P., Raices, R., Silva, M., & Cruz, A. (2019). Ohmic heating for processing of whey-raspberry flavored beverage. *Food Chemistry*, 297, 125018. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125018>
- Francis, F. J., & Clydesdale, F. M. (1975). *Food colorimetry: Theory and applications*. AVI Publishing Co. Inc.  
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19760423502>
- Gámez, J. (2020). Avances en la determinación de compuestos bioactivos en alimentos. *Revista Cienc. Tecnol. Agrollanía*, 19, undefined-undefined.
- García, J., González-Cebrino, F., Delgado-Adámez, J., Cava, R., Martín, O., Elez, P., & Ramírez, R. (2018). Application of innovative technologies, moderate-intensity pulsed electric fields and high-pressure thermal treatment, to preserve and/or improve the bioactive compounds content of pumpkin. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 45, 53-61. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.09.022>
- Gómez, V. M., Pataro, G., Tiwari, B., Gozzi, M., Meireles, M., Wang, S., Guamis, B., Pan, Z., Ramaswamy, H., Sastry, S., Kuntz, F., Cullen, P. J., Vidyarthi, S. K., Ling, B., Quevedo, J. M., Strasser, A., Vignali, G., Veggi, P. C., Gervilla, R., ... Morata, A. (2021). Guidelines on reporting treatment conditions for emerging technologies in food processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, undefined-undefined. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1895058>
- Guevara, J. (2017). Efecto del tratamiento por pulsos luminosos sobre La Concentración de Vitamina "C" y recuento de mohos y levaduras en zumo de AguaymantoO (*Physalis peruviana* L). *Universidad César Vallejo*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/8979>
- Hardinasinta, G., Mursalim, M., Muhidong, J., & Salengke, S. (2021). Degradation kinetics of anthocyanin, flavonoid, and total phenol in bignay (*Antidesma bunius*) fruit juice during ohmic heating. *Food Science and Technology*, 42. <https://doi.org/10.1590/fst.64020>
- Huang, D., Yang, P., Tang, X., Luo, L., & Sunden, B. (2021). Application of infrared

- radiation in the drying of food products. *Trends in Food Science and Technology*, 110, 765-777. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.039>
- Hynstova, V., Sterbova, D., Klejdus, B., Hedbavny, J., Huska, D., & Adam, V. (2018). Separation, identification and quantification of carotenoids and chlorophylls in dietary supplements containing *Chlorella vulgaris* and *Spirulina platensis* using High Performance Thin Layer Chromatography. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 148, 108-118. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2017.09.018>
- Ibarz, A., & Barbosa, G. (2014). *Introduction to Food Process Engineering*. CRC Press.
- Indiarto, R., & Rezaharsanto, B. (2020). A Review On Ohmic Heating And Its Use In Food. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 9, 485-490.
- Izmirlioglu, G., Ouyang, B., & Demirci, A. (2020). Utilization of pulsed UV light for inactivation of *Salmonella Enteritidis* on shelled walnuts. *LWT*, 134, undefined-undefined. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110023>
- Izquierdo, P., García, A., Allara, M., Rojas, E., Torres, G., & González, P. (2007). Análisis Proximal, Microbiológico y Evaluación Sensorial de Salchichas Elaboradas a Base de Cachama Negra (*Colossoma macropomum*). *Revista Científica*, 17(3), 294-300.
- Jaeschke, D., Marczak, L., & Mercali, G. (2016). Evaluation of non-thermal effects of electricity on ascorbic acid and carotenoid degradation in acerola pulp during ohmic heating. *Food Chemistry*, 199, 128-134. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.117>
- Jan, B., Shams, R., Rizvi, Q. E. H., & Manzoor, A. (2021). Ohmic heating technology for food processing: A review of recent developments. *Journal of Postharvest Technology*, 9(1), Art. 1.
- Kletschkus, K., Haralambiev, L., Mustea, A., Bekeschus, S., & Stope, M. (2020). Review of Innovative Physical Therapy Methods: Introduction to the Principles of Cold Physical Plasma. *In Vivo*, 34(6), Art. 6. <https://doi.org/10.21873/invivo.12143>
- Lázaro, D., & Villanueva, L. (2021). Efecto del termosonicado en la vida útil de la pulpa de granadilla (*Passiflora ligularis*) y tumbo serrano (*Passiflora mollissima*). <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/7114>

- Lešková, E., Kubíková, J., Kováčiková, E., Košická, M., Porubská, J., & Holčíková, K. (2006). Vitamin losses: Retention during heat treatment and continual changes expressed by mathematical models. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(4), 252-276. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2005.04.014>
- Lobillo, P. (2015). El calentamiento óhmico: Una nueva forma de conservar alimentos. *MoleQla: revista de Ciencias de la Universidad Pablo de Olavide*, 17, 9-3.
- López, N. (2019). *Efectos del ácido ascórbico y tocoferol sobre la fotodegradación de atorvastatina*. <http://repositoriobibliotecas.uv.cl/handle/uvsc1/4319>
- Luquillas, E. (2022). *Diseño, construcción y validación de un prototipo de calentamiento óhmico para la reducción de carga microbiana en líquidos*. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/7177>
- Macias, K., & Mora, K. (2017). *Efecto del calentamiento Óhmico sobre la inactivación microbiana y las propiedades físico-químico del extracto de Guayusa (Ilex guayusa)*. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/22125>
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2004). Polyphenols: Food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), Art. 5. <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.5.727>
- Margraf, T., Karnopp, A., Rosso, N., & Granato, D. (2015). Comparison between Folin-Ciocalteu and Prussian Blue Assays to Estimate The Total Phenolic Content of Juices and Teas Using 96-Well Microplates. *Journal of Food Science*, 80(11), C2397-C2403. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13077>
- Martin, D. (2018). Los compuestos fenólicos: Un acercamiento a su biosíntesis, síntesis y actividad biológica. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental.*, 9(1), Art. 1.
- MINSA - DIGESA. (2008). *Resolución Ministerial N° 591-2008-MINSA. "Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano"*. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/247682-591-2008-minsa>
- Mongpraneet, S., Abe, T., & Tsurusaki, T. (2004). Kinematic model for a far infrared vacuum dryer. *Drying Technology*, 22(7), Art. 7. <https://doi.org/10.1081/DRT-200025628>
- Montero, V., Ribes, C., Montell, M., & Crespo, R. (2022). Corticoides y resucitación

- metabólica (hidrocortisona, ácido ascórbico y tiamina) en la sepsis y el shock séptico. *Medicina Intensiva*, 46, 49-59. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2022.03.005>
- Müller, W., Marczak, L., & Sarkis, J. (2020). Microbial inactivation by ohmic heating: Literature review and influence of different process variables. *Trends in Food Science and Technology*, 99, 650-659. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.021>
- NOM-092-SSA1. (1994). *Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa*. [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4886029&fecha=12/12/1995#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4886029&fecha=12/12/1995#gsc.tab=0)
- NOM-111-SSA1. (1994). *Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994. Bienes y servicios. Métodos para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos*. 8.
- NOM-112-SSA1. (1994). *Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994. Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes mediante la técnica del número más probable*. | FAOLEX. <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC013545/>
- Oldham, K., & Bowen, P. (1998). Oxidative stress in critical care: Is antioxidant supplementation beneficial? *Journal of the American Dietetic Association*, 98(9), Art. 9. [https://doi.org/10.1016/S0002-8223\(98\)00230-2](https://doi.org/10.1016/S0002-8223(98)00230-2)
- Pertuzatti, P., Sganzerla, M., Jacques, A., Barcia, M., & Zambiasi, R. (2015). Carotenoids, tocopherols and ascorbic acid content in yellow passion fruit (*Passiflora edulis*) grown under different cultivation systems. *LWT - Food Science and Technology*, 64(1), 259-263. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.05.031>
- Phillips, K., Tarragó, M., Gebhardt, S., Exler, J., Patterson, K., Haytowitz, D., Pehrsson, P., & Holden, J. (2010). Stability of vitamin C in frozen raw fruit and vegetable homogenates. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23(3), 253-259. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2009.08.018>
- Puértolas, E., & Barba, F. (2016). Electrotechnologies applied to valorization of by-products from food industry: Main findings, energy and economic cost of their industrialization. *Food and Bioprocess Processing*, 100, 172-184. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2016.06.020>
- Ramaswamy, H. S., Marcotte, M., Sastry, S., & Abdelrahim, K. (2014). *Ohmic*

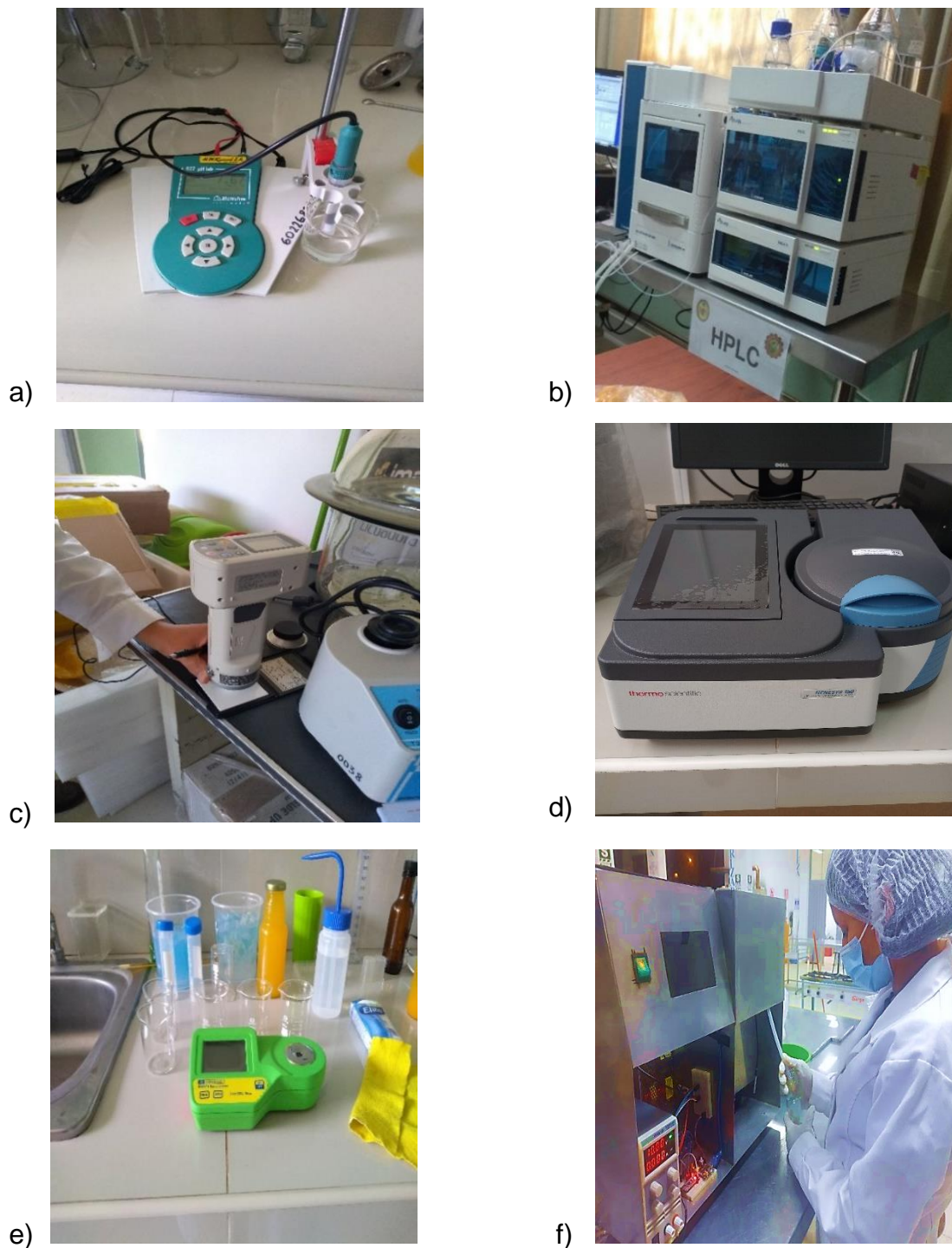
*Heating in Food Processing*. CRC Press.

- Ramirez, M., Silupu, W., & Cruz, J. (2010). Turbidity influence in the antimicrobial effect of the ultraviolet light and luminous pulses of white light in orange nectar (citrus sinensis). *Scientia Agropecuaria*, 139-145. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2010.02.04>
- Reyna, J. (2019). Evaluación de las concentraciones del aguaymanto (*Physalis peruviana*) y stevia (*Stevia rebaudiana*) liofilizada en la aceptabilidad de una bebida instantánea. *Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza - UNTRM*. <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/2112>
- Robinson, R. A., & Stokes, R. H. (2002). *Electrolyte Solutions: Second Revised Edition*. Courier Corporation.
- Roohinejad, S., Everett, D., & Oey, I. (2014). Effect of pulsed electric field processing on carotenoid extractability of carrot purée. *International Journal of Food Science and Technology*, 49(9), Art. 9. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12510>
- Roohinejad, S., Parniakov, O., Nikmaram, N., Greiner, R., & Koubaa, M. (2018). Energy Saving Food Processing. *Sustainable Food Systems from Agriculture to Industry*, 191-243. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811935-8.00006-8>
- Sabanci, S. (2021). A study on electrical conductivity and performance evaluation of ohmic evaporation process of grape juice. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(5), Art. 5. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15487>
- Shaju, G. (2021). Ohmic Heating Technology—A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 10(12), Art. 12. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2021.1012.020>
- Tapia, C., Muñoz, M., & Fukalova, F. (2019). Efecto del sistema de deshidratación sobre el contenido de carotenoides extraídos de dos variedades del fruto de *Carica papaya*. *InfoANALÍTICA*, 7(1), Art. 1. <https://doi.org/10.26807/ia.v7i1.94>
- Thompson, D., & Kharb, S. (2007). Aspects of Infant Food Formulation. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 6(4), 79-102. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2007.00020.x>
- Ticsihua, J., Leon, R., Aguirre, L., & Ore, F. (2021). Aceptabilidad, determinación de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de una bebida funcional a partir aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) y mashua (*Tropaeolum*

- tuberosum Ruíz & Pav.). *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, 6(12), 53.
- Vacca, R., Valenti, D., Caccamese, S., Daglia, M., Braidy, N., & Nabavi, S. (2016). Plant polyphenols as natural drugs for the management of Down syndrome and related disorders. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 71, 865-877. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.10.023>
- Velasquez, E., & Velasquez, K. (2017). Evaluación de las características fisicoquímicas del aguaymanto (*physalis peruviana* L. ) de la zona andina y selva en diferentes estados de madurez. *Universidad Nacional del Centro del Perú*. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1593>
- Vera, F., López, S., Guerrero, I., Mota, D., Bautista, Y., & Cruz, R. (2022). Degradabilidad de carotenoides totales en alfalfa (*Medicago sativa* L) en cultivo in vitro con líquido ruminal. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 8(II), Art. II. <https://doi.org/10.19136/era.a8nii.2929>
- Warne, G., Williams, P., Pho, H., Tran, N., Hessel, V., & Fisk, I. (2021). Impact of cold plasma on the biomolecules and organoleptic properties of foods: A review. *Journal of Food Science*, 86(9), Art. 9.
- Yusaf, T., & Al-Juboori, R. (2014). Alternative methods of microorganism disruption for agricultural applications. *Applied Energy*, 114, 909-923. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.08.085>
- Zocca, R. O., Gaspar, P., da Silva, P., Nunes, J., & de Andrade, L. (2018). Introduction to Sustainable Food Production. En C. M. Galanakis (Ed.), *Sustainable Food Systems from Agriculture to Industry* (pp. 3-46). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811935-8.00001-9>

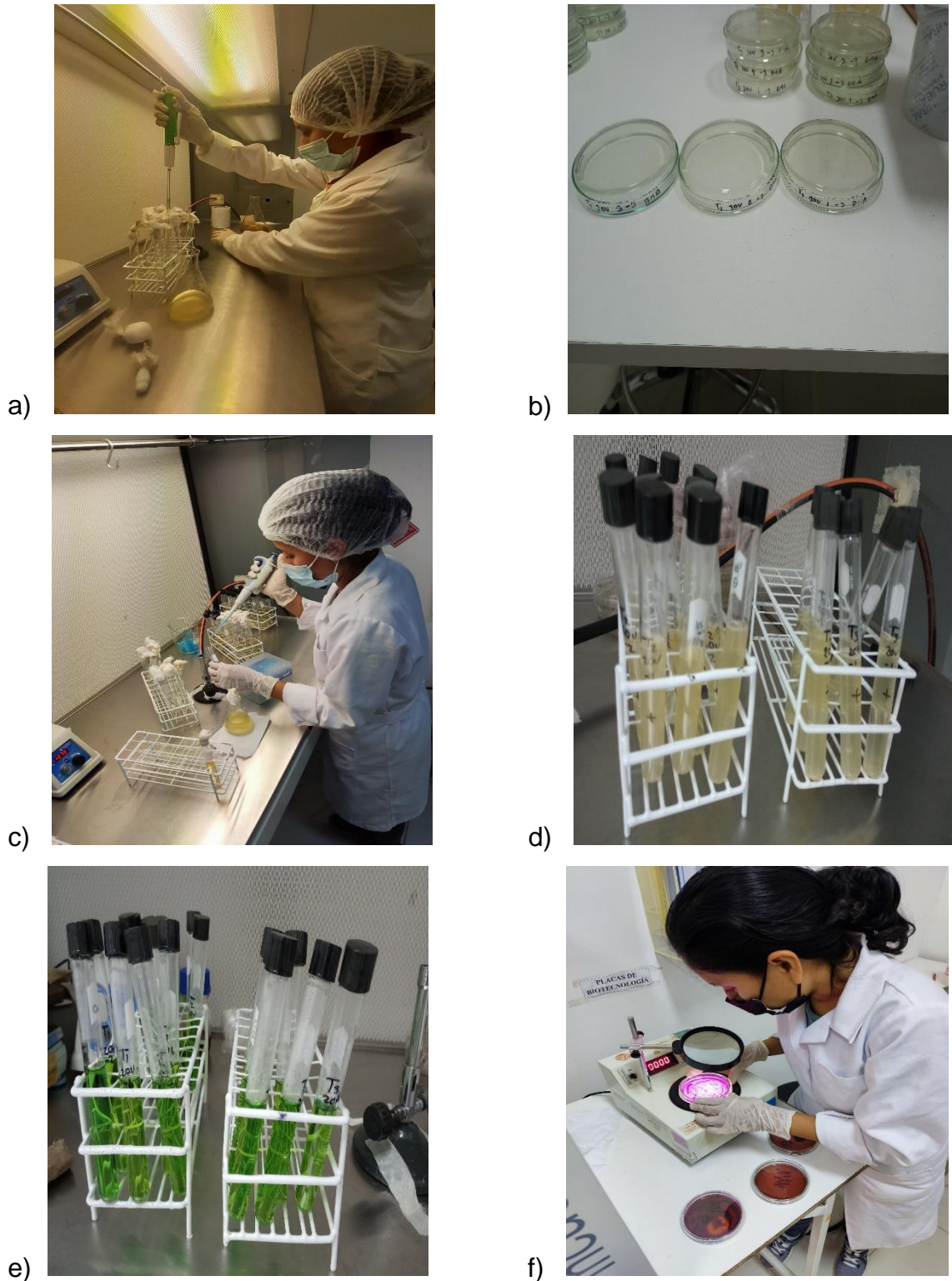
# ANEXOS

## ANEXO 1 – Panel fotográfico



**Figura 7.** Equipos de laboratorio que se utilizó, a) pHmetro, b) HPLC, c) colorímetro, d) espectrofotómetro, e) refractómetro digital, f) prototipo de calentamiento óhmico.



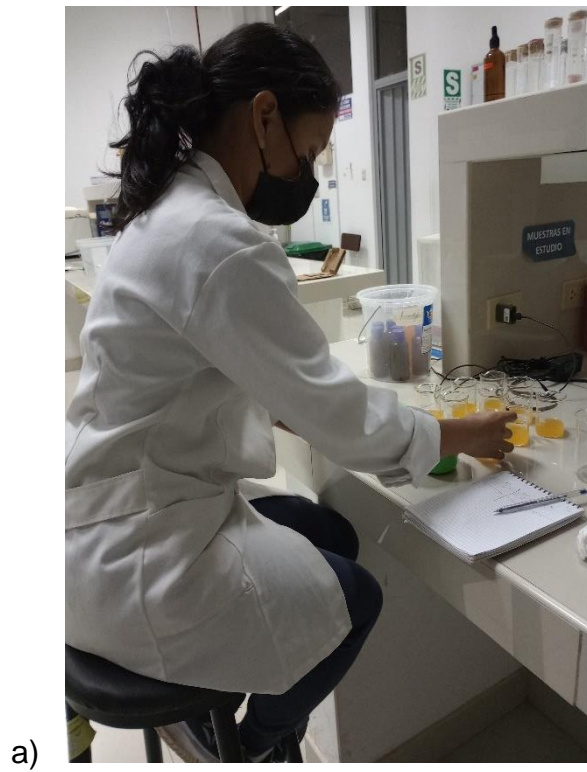


**Figura 8.** Análisis microbiológico, a) dilución para siembra de mohos, levaduras y BMA, b) recuento de mohos, levaduras y BMA, c) dilución para siembra de coliformes, d) presencia de gas y turbidez (prueba presuntiva), e) prueba confirmativa, f) presencia de coliformes.



**Figura 9.** Análisis de los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante, a) preparación de muestras para vitamina C, b) centrifugado de las muestras, c) preparación de muestras para carotenos, d) preparación de muestras para polifenoles, e) preparación de muestras para la actividad antioxidante (ABTS y DPPH), f) lectura de los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante.





**Figura 10.** Análisis fisicoquímico y sensorial, a) medición de °Brix, b) medición del pH, c) medición de la acidez, d) evaluación.

## ANEXO 2 – Datos primarios y estadísticos del análisis microbiológico

**Tabla 11.** Datos primarios y análisis de varianza del efecto del calentamiento óhmico sobre las BMA.

Tratamientos	UFC/ mL	Log de UFC/ mL	Prom Log	SD
	0	1,00		
TP (Tratamiento Pasteurizado)	0	1,00	1,00	0,00
	0	1,00		
	1000	3,00		
T1 (10V; 4min)	1000	3,00	2,33	1,15
	0	1,00		
	0	1,00		
T2 (10V; 8min)	0	1,00	1,67	1,15
	1000	3,00		
	0	1,00		
T3 (10V; 12min)	0	1,00	1,00	0,00
	0	1,00		
	3000	3,48		
T4 (20V; 4min)	18000	4,26	3,81	0,40
	5000	3,70		
	4000	3,60		
T5 (20V; 8min)	8000	3,90	3,78	0,16
	7000	3,85		
	4000	3,60		
T6 (20V; 12min)	2000	3,30	3,53	0,21
	5000	3,70		
	0	1,00		
T7 (30V; 4min)	0	1,00	1,00	0,00
	0	1,00		
	0	1,00		
T8 (30V; 8min)	0	1,00	1,00	0,00
	0	1,00		
	0	1,00		
T9 (30V; 12min)	0	1,00	1,00	0,00
	0	1,00		

Variable dependiente: BMA Log (UFC/mL)						
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Intersección	95,679	1	95,679	330,203	0,000	
FactorA	35,891	2	17,946	61,933	0,000	
FactorB	1,309	2	0,655	2,260	0,130	
FactorA * FactorB	1,499	4	0,375	1,293	0,306	
Error	5,795	20	0,290			
Total	169,481	30				

ANOVA						
BMA Log (UFC/mL)	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Entre grupos	42,120	9	4,680	16,152	0,000	
Dentro de grupos	5,795	20	0,290			
Total	47,915	29				

BMA Log (UFC/mL)		
HSD Tukey <sup>a</sup>		
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1                      2
T0 = Testigo	3	1,0000
T3 (a1b3)	3	1,0000
T7 (a3b1)	3	1,0000
T8 (a3b2)	3	1,0000
T9 (a3b3)	3	1,0000
T2 (a1b2)	3	1,6667
T1 (a1b1)	3	2,3333
T6 (a2b3)	3	3,5333
T5 (a2b2)	3	3,7833
T4 (a2b1)	3	3,8133
Sig.		0,134                      0,071

**Tabla 12.** Datos primarios y análisis de varianza del efecto del calentamiento óhmico sobre los mohos.

Tratamientos	UFC	Log	Prom Log	SD
TP (Tratamiento Pasteurizado)	0	1		
	0	1,0	1,00	0,00
	0	1		
	1000	3,00		
T1 (10V; 4min)	0	1,00	1,67	1,15
	0	1,00		
	0	1,00		
T2 (10V; 8min)	0	1,00	1,00	0,00
	0	1,00		
	1000	3,00		
T3 (10V; 12min)	0	1,00	1,67	1,15
	0	1,00		
	9000	3,95		
T4 (20V; 4min)	18000	4,26	4,04	0,19
	8000	3,90		
	10000	4,00		
T5 (20V; 8min)	21000	4,32	4,11	0,19
	10000	4,00		
	22000	4,34		
T6 (20V; 12min)	41000	4,61	4,47	0,14
	29000	4,46		
	0	1,00		
T7 (30V; 4min)	0	1,00	1,00	0,00
	0	1,00		
	0	1,00		
T8 (30V; 8min)	0	1,00	1,00	0,00
	0	1,00		
	0	1,00		
T9 (30V; 12min)	0	1,00	1,00	0,00
	0	1,00		

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: MOHOS Log (UFC/mL)

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	137,868	1	137,868	307,242	0,000
FactorA	54,251	2	27,125	60,450	0,000
FactorB	0,535	2	0,267	0,596	0,560
FactorA * FactorB	0,679	4	0,170	0,378	0,822
Error	8,975	20	0,449		
Total	215,712	30			

**ANOVA**

MOHOS Log (UFC/mL)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	42,120	9	4,680	16,152	0,000
Dentro de grupos	5,795	20	0,290		
Total	47,915	29			

**MOHOS (Log (UFC/mL))**

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T0 = Testigo	3	1,0000	
T3 (a1b3)	3	1,0000	
T7 (a3b1)	3	1,0000	
T8 (a3b2)	3	1,0000	
T9 (a3b3)	3	1,0000	
T2 (a1b2)	3	1,6667	
T1 (a1b1)	3	2,3333	2,3333
T6 (a2b3)	3		3,5333
T5 (a2b2)	3		3,7833
T4 (a2b1)	3		3,8133
Sig.		0,134	0,071

**Tabla 13.** Datos primarios y análisis de varianza de las levaduras del efecto del calentamiento óhmico.

Tratamientos	UFC	Log	Prom Log	SD
TP (Tratamiento Pasteurizado)	0	1	1	0
T1 (10V; 4min)	3000	3,48	2,49	1,31
T2 (10V; 8min)	1000	3,00	1,00	0,00
T3 (10V; 12min)	0	1,00	1,00	0,00
T4 (20V; 4min)	7000	3,85	4,15	0,48
T5 (20V; 8min)	8000	3,90	3,48	0,59
T6 (20V; 12min)	50000	4,70	4,15	0,13
T7 (30V; 4min)	1000	3,00	1,00	0,00
T8 (30V; 8min)	14000	4,15	1,00	0,00
T9 (30V; 12min)	2000	3,30	1,00	0,00
	11000	4,04		
	20000	4,30		
	13000	4,11		
	0	1,00		
	0	1,00		
	0	1,00		
	0	1,00		
	0	1,00		
	0	1,00		
	0	1,00		
	0	1,00		

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Levadura Log (UFC/mL)					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	96,991	1	96,991	415,989	0,000
FactorA	44,174	2	22,087	94,730	0,000
FactorB	2,447	2	1,223	5,247	0,015
FactorA * FactorB	2,902	4	0,726	3,112	0,038
Error	4,663	20	0,233		
Total	181,049	30			

ANOVA					
Levadura Log (UFC/mL)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	53,043	9	5,894	25,278	0,000
Dentro de grupos	4,663	20	0,233		
Total	57,706	29			

Levadura Log (UFC/mL)					
HSD Tukey <sup>a</sup>					
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			Sig.
		1	2	3	
T0 = Testigo	3	1,0000			
T2 (a1b2)	3	1,0000			
T3 (a1b3)	3	1,0000			
T7 (a3b1)	3	1,0000			
T8 (a3b2)	3	1,0000			
T9 (a3b3)	3	1,0000			
T1 (a1b1)	3		2,4933		
T5 (a2b2)	3		3,4833	3,4833	
T4 (a2b1)	3			4,1500	
T6 (a2b3)	3			4,1500	
Sig.		1,000	0,320		0,788

**Tabla 14.** Datos primarios y análisis de varianza del efecto del calentamiento óhmico sobre los coliformes.

Tratamientos	10*1	10*2	10*3	NMP	Log	Prom Log	SD
TP (Tratamiento Pasteurizado)	0	0	0	1	1	1,00	0,00
	0	0	0	1	1,0		
	0	0	0	1	1		
	3	2	0	93	1,97		
T1 (10V; 4min)	3	1	1	73	1,86	1,93	0,06
	3	2	0	93	1,97		
	3	1	0	43	1,63		
T2 (10V; 8min)	3	0	1	38	1,58	1,62	0,03
	3	1	0	43	1,63		
	3	0	1	38	1,58		
T3 (10V; 12min)	3	1	0	43	1,63	1,62	0,03
	3	1	0	43	1,63		
	3	2	0	93	1,97		
T4 (20V; 4min)	3	1	2	120	2,08	2,01	0,06
	3	2	0	93	1,97		
	3	2	1	150	2,18		
T5 (20V; 8min)	3	1	2	120	2,08	2,14	0,06
	3	2	1	150	2,18		
	3	1	2	120	2,08		
T6 (20V; 12min)	3	2	1	150	2,18	2,14	0,06
	3	2	1	150	2,18		
	0	0	0	1	1,00		
T7 (30V; 4min)	0	0	0	1	1,00	1,00	0,00
	0	0	0	1	1,00		
	0	0	0	1	1,00		
T8 (30V; 8min)	0	0	0	1	1,00	1,00	0,00
	0	0	0	1	1,00		
	0	0	0	1	1,00		
T9 (30V; 12min)	0	0	0	1	1,00	1,00	0,00
	0	0	0	1	1,00		

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente:

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	58,573	1	58,573	35714,977	0,000
FactorA	5,618	2	2,809	1712,927	0,000
FactorB	0,022	2	0,011	6,585	0,006
FactorA * FactorB	0,222	4	0,056	33,902	0,000
Error	0,033	20	0,002		
Total	78,592	30			

**ANOVA**

Log (UFC/mL)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6,856	9	0,762	464,507	0,000
Dentro de grupos	0,033	20	0,002		
Total	6,889	29			

**Log (UFC/mL)**

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			Sig.
		1	2	3	
T0 = Testigo	3	1,0000			4
T7 (a3b1)	3	1,0000			
T8 (a3b2)	3	1,0000			
T9 (a3b3)	3	1,0000			
T2 (a1b2)	3		1,6133		
T3 (a1b3)	3		1,6133		
T1 (a1b1)	3			1,9333	
T4 (a2b1)	3			2,0067	
T5 (a2b2)	3				2,1467
T6 (a2b3)	3				2,1467
Sig.		1,000	1,000	0,477	1,000

### ANEXO 3 – Datos primarios y estadísticos de los compuestos bioactivos y actividad antioxidante

**Tabla 15.** Datos primarios y análisis de varianza del efecto del calentamiento óhmico sobre la vitamina C.

Tratamientos	CANTIDAD (µg/mL)	Promedio	DS
TP (Tratamiento Pasteurizado)	1,155	1,19	0,03
	1,212		
	1,198		
T1 (10V; 4min)	1,212	1,23	0,02
	1,231		
	1,255		
T2 (10V; 8min)	1,223	1,23	0,01
	1,232		
	1,243		
T3 (10V; 12min)	1,222	1,24	0,03
	1,237		
	1,273		
T4 (20V; 4min)	1,241	1,23	0,01
	1,231		
	1,226		
T5 (20V; 8min)	1,246	1,22	0,02
	1,222		
	1,199		
T6 (20V; 12min)	1,223	1,19	0,02
	1,182		
	1,178		
T7 (30V; 4min)	1,195	1,18	0,01
	1,178		
	1,180		
T8 (30V; 8min)	1,185	1,18	0,02
	1,199		
	1,167		
T9 (30V; 12min)	1,220	1,22	0,00
	1,217		
	1,214		

<b>Pruebas de efectos inter-sujetos</b>						
Variable dependiente:						
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Intersección	39,058	1	39,058	117173,049	0,000	
FactorA	0,007	2	0,004	10,844	0,001	
FactorB	0,000	2	7,037E-05	0,211	0,811	
FactorA * FactorB	0,005	4	0,001	3,778	0,019	
Error	0,007	20	0,000			
Total	44,138	30				

<b>ANOVA</b>						
µg/mL						
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Entre grupos	0,014	9	0,002	4,707	0,002	
Dentro de grupos	0,007	20	0,000			
Total	0,021	29				

<b>µg/mL</b>						
HSD Tukey <sup>a</sup>						
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2			
T7 (a3b1)	3	1,1833				
T8 (a3b2)	3	1,1833				
T0 = Testigo	3	1,1900				
T6 (a2b3)	3	1,1933	1,1933			
T9 (a3b3)	3	1,2167	1,2167			
T5 (a2b2)	3	1,2233	1,2233			
T1 (a1b1)	3	1,2300	1,2300			
T2 (a1b2)	3	1,2300	1,2300			
T4 (a2b1)	3	1,2333	1,2333			
T3 (a1b3)	3	1,2433	1,2433			
Sig.		0,073	0,073			



**Tabla 16.** Datos primarios y análisis de varianza del efecto del calentamiento óhmico sobre los carotenos.

Tratamientos	662 nm	645 nm	470 nm	Ca (µg/mL)	Cb (µg/mL)	Cx + c (µg/mL)	PROMEDIO	DS
TP	0,001	0,001	0,141	0,00916	0,01594	0,6541		
(Tratamiento Pasteurizado)	0,001	0,002	0,156	0,00712	0,03607	0,7183	0,7098	0,05
	0,001	0,001	0,163	0,00916	0,01594	0,7569		
T1 (10V; 4min)	0,002	0,002	0,189	0,01832	0,03188	0,8736		
	0,002	0,002	0,174	0,01832	0,03188	0,8035	0,8502	0,04
	0,002	0,002	0,189	0,01832	0,03188	0,8736		
T2 (10V; 8min)	0,007	0,007	0,184	0,06412	0,11158	0,8263		
	0,001	0,001	0,188	0,00916	0,01594	0,8737	0,8501	0,02
	0,002	0,002	0,184	0,01832	0,03188	0,8502		
T3 (10V; 12min)	0,002	0,002	0,184	0,01832	0,03188	0,8502		
	0,002	0,002	0,186	0,01832	0,03188	0,8596	0,8550	0,00
	0,001	0,001	0,184	0,00916	0,01594	0,8550		
T4 (20V; 4min)	0,001	0,001	0,212	0,00916	0,01594	0,9859		
	0,001	0,001	0,205	0,00916	0,01594	0,9532	0,9563	0,03
	0,001	0,001	0,200	0,00916	0,01594	0,9298		
T5 (20V; 8min)	0,001	0,001	0,195	0,00916	0,01594	0,9064		
	0,001	0,001	0,170	0,00916	0,01594	0,7896	0,8223	0,07
	0,001	0,001	0,166	0,00916	0,01594	0,7709		
T6 (20V; 12min)	0,001	0,001	0,172	0,00916	0,01594	0,7990		
	0,001	0,001	0,178	0,00916	0,01594	0,8270	0,8223	0,02
	0,001	0,001	0,181	0,00916	0,01594	0,8410		
T7 (30V; 4min)	0,001	0,001	0,186	0,00916	0,01594	0,8644		
	0,003	0,003	0,187	0,02748	0,04782	0,8595	0,8584	0,01
	0,003	0,002	0,184	0,02952	0,02769	0,8514		
T8 (30V; 8min)	0,003	0,003	0,187	0,02748	0,04782	0,8595		
	0,002	0,002	0,178	0,01832	0,03188	0,8222	0,8704	0,05
	0,003	0,003	0,202	0,02748	0,04782	0,9296		
T9 (30V; 12min)	0,001	0,001	0,176	0,00916	0,01594	0,8176		
	0,003	0,003	0,187	0,02748	0,04782	0,8595	0,8705	0,06
	0,002	0,002	0,202	0,01832	0,03188	0,9344		

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente:

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	18,391	1	18,391	9940,95	0,000
FactorA	0,001	2	0,001	0,398	0,677
FactorB	0,009	2	0,004	2,320	0,124
FactorA *					
FactorB	0,027	4	0,007	3,714	0,020
Error	0,037	20	0,002		
Total	21,625	30			

**ANOVA**

µg/mL

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,099	9	0,011	5,976	0,000
Dentro de grupos	0,037	20	0,002		
Total	0,136	29			

µg/mL

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T0 = Testigo	3	0,7100		
T6 (a2b3)	3	0,8233	0,8233	
T5 (a2b2)	3	0,8233	0,8233	
T1 (a1b1)	3		0,8467	0,8467
T2 (a1b2)	3		0,8500	0,8500
T3 (a1b3)	3		0,8567	0,8567
T7 (a3b1)	3		0,8567	0,8567
T8 (a3b2)	3		0,8700	0,8700
T9 (a3b3)	3		0,8700	0,8700
T4 (a2b1)	3			0,9567
Sig.		0,093	0,935	0,111

**Tabla 17.** Datos primarios y análisis de varianza del efecto del calentamiento óhmico sobre los polifenoles.

Tratamientos	725 nm	Factor Dilución	ug AGE/mL	PROMEDIO	DE
TP (Tratamiento Pasteurizado)	0,180	5	15,90	16,02	0,37
	0,186	5	16,43		
	0,178	5	15,72		
	0,270	5	23,85		
T1 (10V; 4min)	0,275	5	24,29	23,91	0,36
	0,267	5	23,59		
	0,203	5	17,93		
T2 (10V; 8min)	0,203	5	17,93	18,05	0,20
	0,207	5	18,29		
	0,184	5	16,25		
T3 (10V; 12min)	0,192	5	16,96	16,76	0,44
	0,193	5	17,05		
	0,226	5	19,96		
T4 (20V; 4min)	0,226	5	19,96	19,94	0,05
	0,225	5	19,88		
	0,199	5	17,58		
T5 (20V; 8min)	0,208	5	18,37	17,90	0,42
	0,201	5	17,76		
	0,146	5	12,90		
T6 (20V; 12min)	0,157	5	13,87	13,49	0,52
	0,155	5	13,69		
	0,112	5	9,89		
T7 (30V; 4min)	0,115	5	10,16	10,07	0,15
	0,115	5	10,16		
	0,078	5	6,89		
T8 (30V; 8min)	0,085	5	7,51	7,33	0,39
	0,086	5	7,60		
	0,063	5	5,57		
T9 (30V; 12min)	0,071	5	6,27	6,07	0,44
	0,072	5	6,36		

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente:

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	6064,531	1	6064,531	46749,733	0,000
FactorA	690,838	2	345,419	2662,735	0,000
FactorB	157,214	2	78,607	605,958	0,000
FactorA * FactorB	20,333	4	5,083	39,185	0,000
Error	2,594	20	0,130		
Total	7581,923	30			

**ANOVA**

ug AGE/mL

	Suma cuadrados	de gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	872,160	9	96,907	747,026	0,000
Dentro de grupos	2,594	20	0,130		
Total	874,755	29			

**ug AGE/mL**

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamiento N	Subconjunto para alfa = 0.05							
	1	2	3	4	5	6	7	8
T9 (a3b3) 3	6,0667							
T8 (a3b2) 3		7,3333						
T7 (a3b1) 3			10,0700					
T6 (a2b3) 3				13,4867				
T0 = Testigo3					16,0167			
T3 (a1b3) 3					16,7533			
T5 (a2b2) 3						17,9033		
T2 (a1b2) 3						18,0500		
T4 (a2b1) 3							19,9333	
T1 (a1b1) 3								23,9100
Sig.	1,000	1,000	1,000	1,000	0,322	1,000	1,000	1,000

**Tabla 18.** Datos primarios y análisis de varianza del efecto del calentamiento óhmico sobre la actividad antioxidante (ABTS).

Tratamientos	734 nm	Control	Factor Dilución	Δ ABTS	ug TE/mL	mg TE/100 mL muestra	μmol TE/mL muestra	μmol TE/100 mL	DS
TP	0,520	0,917	5	0,397	83,40	8,34	0,3	33,3	
(Tratamiento Pasteurizado)	0,513	0,917	5	0,404	84,87	8,49	0,3	33,9	3,42
	0,489	0,917	5	0,428	89,92	8,99	0,4	35,9	
T1 (10V; 4min)	0,609	0,917	5	0,308	64,71	6,47	0,3	25,8	
	0,609	0,917	5	0,308	64,71	6,47	0,3	25,8	3,88
	0,641	0,917	5	0,276	57,98	5,80	0,2	23,1	
T2 (10V; 8min)	0,641	0,917	5	0,276	57,98	5,80	0,2	23,1	
	0,628	0,917	5	0,289	60,71	6,07	0,2	24,2	1,37
	0,635	0,917	5	0,282	59,24	5,92	0,2	23,6	
T3 (10V; 12min)	0,617	0,917	5	0,300	63,03	6,30	0,3	25,1	
	0,630	0,917	5	0,287	60,29	6,03	0,2	24,1	2,13
	0,637	0,917	5	0,280	58,82	5,88	0,2	23,5	
T4 (10V; 4min)	0,590	0,917	5	0,327	68,70	6,87	0,3	27,4	
	0,576	0,917	5	0,341	71,64	7,16	0,3	28,6	1,91
	0,573	0,917	5	0,344	72,27	7,23	0,3	28,8	
T5 (20V; 8min)	0,604	0,917	5	0,313	65,76	6,58	0,3	26,2	
	0,587	0,917	5	0,330	69,33	6,93	0,3	27,7	1,95
	0,589	0,917	5	0,328	68,91	6,89	0,3	27,5	
T6 (20V; 12min)	0,615	0,917	5	0,302	63,45	6,34	0,3	25,3	
	0,611	0,917	5	0,306	64,29	6,43	0,3	25,7	2,82
	0,590	0,917	5	0,327	68,70	6,87	0,3	27,4	
T7 (30V; 4min)	0,635	0,917	5	0,282	59,24	5,92	0,2	23,6	
	0,627	0,917	5	0,290	60,92	6,09	0,2	24,3	0,84
	0,631	0,917	5	0,286	60,08	6,01	0,2	24,0	
T8 (30V; 8min)	0,658	0,917	5	0,259	54,41	5,44	0,2	21,7	
	0,651	0,917	5	0,266	55,88	5,59	0,2	22,3	2,25
	0,637	0,917	5	0,280	58,82	5,88	0,2	23,5	
T9 (30V; 12min)	0,667	0,917	5	0,250	52,52	5,25	0,2	21,0	
	0,671	0,917	5	0,246	51,68	5,17	0,2	20,6	0,49
	0,671	0,917	5	0,246	51,68	5,17	0,2	20,6	

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente:

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	118723,869	1	118723,869	21744,537	0,000
FactorA	655,930	2	327,965	60,067	0,000
FactorB	119,439	2	59,719	10,938	0,001
FactorA * FactorB	38,355	4	9,589	1,756	0,177
Error	109,199	20	5,460		
Total	125911,136	30			

**ANOVA**

ug TE/mL

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2417,099	9	268,567	49,189	0,000
Dentro de grupos	109,199	20	5,460		
Total	2526,298	29			

**ug TE/mL**

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
T9 (a3b3)	3	51,9600					
T8 (a3b2)	3	56,3700	56,3700				
T2 (a1b2)	3		59,3100	59,3100			
T7 (a3b1)	3		60,0800	60,0800			
T3 (a1b3)	3		60,7133	60,7133			
T1 (a1b1)	3		62,4667	62,4667	62,4667		
T6 (a2b3)	3			65,4800	65,4800	65,4800	
T5 (a2b2)	3				68,0000	68,0000	
T4 (a2b1)	3					70,8700	
T0 = Testigo	3						86,0633
Sig.		0,423	0,099	0,092	0,170	0,193	1,000

**Tabla 19.** Datos primarios y análisis de varianza del efecto del calentamiento óhmico sobre la actividad antioxidante (DPPH).

Tratamientos	517 nm	control	$\Delta$ DPPH	ug TE/mL	mg TE/100 mL muestra	$\mu$ mol TE/mL muestra	$\mu$ mol TE/100 mL	DS
TP	0,502	1,056	0,554	22,8	2,28	0,5	53,8	
(Tratamiento Pasteurizado)	0,485	1,056	0,571	23,5	2,35	0,6	55,4	0,80
	0,463	1,056	0,593	24,4	2,44	0,6	57,5	
T1 (10V; 4min)	0,630	1,056	0,426	17,5	1,75	0,4	41,3	
	0,647	1,056	0,409	16,8	1,68	0,4	39,7	0,60
	0,659	1,056	0,397	16,3	1,63	0,4	38,5	
T2 (10V; 8min)	0,672	1,056	0,384	15,8	1,58	0,4	37,3	
	0,670	1,056	0,386	15,9	1,59	0,4	37,5	0,06
	0,673	1,056	0,383	15,8	1,58	0,4	37,2	
T3 (10V; 12min)	0,721	1,056	0,335	13,8	1,38	0,3	32,5	
	0,712	1,056	0,344	14,2	1,42	0,3	33,4	0,39
	0,731	1,056	0,325	13,4	1,34	0,3	31,5	
T4 (20V; 4min)	0,611	1,056	0,445	18,3	1,83	0,4	43,2	
	0,602	1,056	0,454	18,7	1,87	0,4	44,1	0,89
	0,643	1,056	0,413	17,0	1,70	0,4	40,1	
T5 (20V; 8min)	0,643	1,056	0,413	17,0	1,70	0,4	40,1	
	0,639	1,056	0,417	17,2	1,72	0,4	40,5	0,34
	0,655	1,056	0,401	16,5	1,65	0,4	38,9	
T6 (20V; 12min)	0,863	1,056	0,193	7,9	0,79	0,2	18,7	
	0,669	1,056	0,387	15,9	1,59	0,4	37,6	4,53
	0,676	1,056	0,380	15,6	1,56	0,4	36,9	
T7 (30V; 4min)	0,723	1,056	0,333	13,7	1,37	0,3	32,3	
	0,721	1,056	0,335	13,8	1,38	0,3	32,5	0,13
	0,727	1,056	0,329	13,5	1,35	0,3	31,9	
T8 (30V; 8min)	0,728	1,056	0,328	13,5	1,35	0,3	31,8	
	0,732	1,056	0,324	13,3	1,33	0,3	31,4	0,34
	0,744	1,056	0,312	12,8	1,28	0,3	30,3	
T9 (30V; 12min)	0,759	1,056	0,297	12,2	1,22	0,3	28,8	
	0,738	1,056	0,318	13,1	1,31	0,3	30,9	0,58
	0,732	1,056	0,324	13,3	1,33	0,3	31,4	

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente:

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	7443,247	1	7443,247	3226,510	0,000
FactorA	38,627	2	19,314	8,372	0,002
FactorB	40,265	2	20,133	8,727	0,002
FactorA * FactorB	14,154	4	3,538	1,534	0,231
Error	46,138	20	2,307		
Total	7819,302	30			

**ANOVA**

ug TE/mL

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	294,704	9	32,745	14,194	0,000
Dentro de grupos	46,138	20	2,307		
Total	340,842	29			

ug TE/mL

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T9 (a3b3)	3	12,8800		
T6 (a2b3)	3	13,1700		
T8 (a3b2)	3	13,2233		
T7 (a3b1)	3	13,6767	13,6767	
T3 (a1b3)	3	13,7733	13,7733	
T2 (a1b2)	3	15,8133	15,8133	
T5 (a2b2)	3	16,8867	16,8867	
T1 (a1b1)	3	16,9000	16,9000	
T4 (a2b1)	3		17,9967	
T0 = Testigo	3			23,5667
Sig.		0,090	0,056	1,000

## ANEXO 4 – Datos primarios y estadísticos de las características fisicoquímicas

**Tabla 20.** Datos primarios del efecto del calentamiento óhmico sobre las características fisicoquímicas y análisis de varianza del pH.

Tratamientos	pH	°Brix	%ACIDEZ	
			Volumen gastado	%acidez
TP	3,84	12,5	4,65	0,5956
(Tratamiento Pasteurizado)	3,83	12,5	4,85	0,6212
	3,83	12,4	4,90	0,6276
	3,79	12,0	4,75	0,6084
T1 (10V; 4min)	3,81	12,1	4,75	0,6084
	3,82	12,1	4,76	0,6097
	3,82	12,1	4,75	0,6084
T2 (10V; 8min)	3,82	12,0	4,76	0,6097
	3,83	12,0	4,75	0,6084
	3,82	12,0	4,76	0,6097
T3 (10V; 12min)	3,82	12,0	4,75	0,6084
	3,83	12,0	4,75	0,6084
	3,83	12,0	4,80	0,6148
T4 (20V; 4min)	3,83	12,0	4,85	0,6212
	3,83	12,0	4,80	0,6148
	3,83	12,0	4,80	0,6148
T5 (20V; 8min)	3,83	12,0	4,80	0,6148
	3,84	12,0	4,80	0,6148
	3,83	12,0	4,80	0,6148
T6 (20V; 12min)	3,83	12,0	4,85	0,6212
	3,83	12,0	4,85	0,6212
	3,83	12,0	4,80	0,6148
T7 (30V; 4min)	3,83	12,0	4,80	0,6148
	3,82	12,0	4,80	0,6148
	3,83	12,0	4,80	0,6148
T8 (30V; 8min)	3,83	12,0	4,80	0,6148
	3,83	12,0	4,80	0,6148
	3,83	12,0	4,80	0,6148
T9 (30V; 12min)	3,83	12,0	4,80	0,6148
	3,83	12,0	4,81	0,6161

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente:					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	390,800	1	390,800	9770010,256	0,000
FactorA	0,001	2	0,000	11,481	0,000
FactorB	0,000	2	0,000	3,981	0,035
FactorA * FactorB	0,000	4	7,037E-05	1,759	0,177
Error	0,001	20	4,000E-05		
Total	439,304	30			

ANOVA					
pH					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,002	9	0,000	4,630	0,002
Dentro de grupos	0,001	20	0,000		
Total	0,002	29			

pH					
HSD Tukey <sup>a</sup>					
Subconjunto para alfa = 0.05					
Tratamiento	N	1	2		
T1 (a1b1)	3	3,8067			
T2 (a1b2)	3	3,8233	3,8233		
T3 (a1b3)	3	3,8233	3,8233		
T7 (a3b1)	3		3,8267		
T4 (a2b1)	3		3,8300		
T6 (a2b3)	3		3,8300		
T8 (a3b2)	3		3,8300		
T9 (a3b3)	3		3,8300		
T0 = Testigo	3		3,8333		
T5 (a2b2)	3		3,8333		
Sig.		0,093	0,647		

**Tabla 21.** Análisis de varianza del efecto del calentamiento óhmico sobre los °Brix y la acidez.

<b>Pruebas de efectos inter-sujetos</b>					
Variable dependiente:					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	3908,934	1	3908,934	3908933,564	0,000
FactorA	0,007	2	0,003	3,333	0,056
FactorB	0,002	2	0,001	1,111	0,349
FactorA * FactorB	0,004	4	0,001	1,111	0,379
Error	0,020	20	0,001		
Total	4361,490	30			

**ANOVA**

<b>°Brix</b>					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,574	9	0,064	63,741	0,000
Dentro de grupos	0,020	20	0,001		
Total	0,594	29			

**°Brix**

HSD Tukey<sup>a</sup>

Subconjunto para alfa = 0.05		
Tratamiento	N	
		1
T3 (a1b3)	3	12,0000
T4 (a2b1)	3	12,0000
T5 (a2b2)	3	12,0000
T6 (a2b3)	3	12,0000
T7 (a3b1)	3	12,0000
T8 (a3b2)	3	12,0000
T9 (a3b3)	3	12,0000
T2 (a1b2)	3	12,0333
T1 (a1b1)	3	12,0667
T0 = Testigo	3	12,4667
Sig.		1,000

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente:

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	10,051	1	10,051	317797,935	0,000
FactorA	0,000	2	0,000	5,070	0,017
FactorB	1,108E-05	2	5,538E-06	0,175	0,841
FactorA * FactorB	1,661E-05	4	4,151E-06	0,131	0,969
Error	0,001	20	3,163E-05		
Total	11,300	30			

**ANOVA**

<b>Acidez (%)</b>					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,000	9	0,000	1,238	0,327
Dentro de grupos	0,001	20	0,000		
Total	0,001	29			

**Acidez (%)**

HSD Tukey<sup>a</sup>

Subconjunto para alfa = 0.05		
Tratamiento	N	
		1
T1 (a1b1)	3	0,608833
T2 (a1b2)	3	0,608833
T3 (a1b3)	3	0,608833
T5 (a2b2)	3	0,614800
T7 (a3b1)	3	0,614800
T8 (a3b2)	3	0,614800
T0 = Testigo	3	0,614800
T9 (a3b3)	3	0,615233
T4 (a2b1)	3	0,616933
T6 (a2b3)	3	0,619067
Sig.		0,470

**Tabla 22.** Datos primarios del efecto del calentamiento óhmico sobre el color.

Tratamientos	L*	a*	b*	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E$
	39,445	2,418	23,263	0,811	-0,908	0,206	1,234
<b>TP</b>	39,023	2,426	23,896	0,388	-0,899	0,838	1,289
<b>(Tratamiento</b>	38,917	2,531	24,365	0,283	-0,795	1,308	1,556
<b>Pasteurizado</b>	38,886	2,487	24,408	0,252	-0,839	1,350	1,609
<b>)</b>	38,962	2,471	24,484	0,327	-0,854	1,426	1,694
	38,966	2,449	24,430	0,331	-0,876	1,373	1,662
	37,717	3,330	21,439	-0,918	0,005	-1,619	1,861
	37,765	3,305	21,514	-0,870	-0,020	-1,544	1,772
<b>T1 (10V;</b>	37,758	3,351	21,475	-0,877	0,026	-1,583	1,810
<b>4min)</b>	37,733	3,345	21,422	-0,902	0,019	-1,635	1,868
	37,738	3,283	21,454	-0,897	-0,042	-1,604	1,838
	37,695	3,346	21,428	-0,940	0,021	-1,629	1,881
	38,874	3,486	22,668	0,240	0,161	-0,389	0,484
	38,895	3,434	22,682	0,260	0,109	-0,375	0,469
<b>T2 (10V;</b>	38,750	3,484	22,654	0,115	0,159	-0,403	0,448
<b>8min)</b>	38,725	3,478	22,582	0,090	0,153	-0,476	0,508
	38,694	3,509	22,607	0,059	0,184	-0,451	0,490
	38,692	3,509	22,586	0,057	0,184	-0,471	0,509
	38,824	3,252	22,244	0,189	-0,074	-0,814	0,839
	38,783	3,224	22,103	0,148	-0,102	-0,955	0,971
<b>T3 (10V;</b>	38,748	3,262	22,259	0,113	-0,063	-0,798	0,809
<b>12min)</b>	38,715	3,293	22,198	0,080	-0,033	-0,860	0,864
	38,722	3,218	22,262	0,087	-0,107	-0,796	0,807
	38,687	3,264	22,206	0,052	-0,061	-0,851	0,855
	38,492	3,943	23,291	-0,143	0,618	0,233	0,676
	38,596	3,929	23,282	-0,038	0,604	0,225	0,646
<b>T4 (20V;</b>	38,563	3,931	23,378	-0,072	0,606	0,321	0,689
<b>4min)</b>	38,549	3,969	23,304	-0,086	0,644	0,247	0,695
	38,645	3,919	23,035	0,010	0,594	-0,022	0,594
	38,495	3,973	23,279	-0,140	0,647	0,221	0,698
	38,630	3,965	23,294	-0,005	0,639	0,237	0,682
	38,609	3,951	23,335	-0,026	0,626	0,277	0,685
<b>T5 (20V;</b>	38,602	3,907	23,287	-0,033	0,582	0,229	0,626
<b>8min)</b>	38,600	3,937	23,329	-0,035	0,611	0,271	0,670
	38,687	3,917	23,340	0,052	0,591	0,282	0,657
	38,596	3,952	23,264	-0,038	0,626	0,207	0,661
	38,521	3,487	22,467	-0,114	0,161	-0,590	0,622
	38,474	3,504	22,448	-0,161	0,178	-0,610	0,656
<b>T6 (20V;</b>	38,548	3,515	22,420	-0,087	0,190	-0,637	0,671
<b>12min)</b>	38,551	3,537	22,391	-0,084	0,212	-0,667	0,704
	38,535	3,531	22,368	-0,100	0,205	-0,689	0,726
	38,441	3,565	22,395	-0,194	0,240	-0,663	0,731
	38,497	3,420	22,302	-0,138	0,095	-0,756	0,774
	38,370	3,410	22,212	-0,264	0,085	-0,846	0,890
<b>T7 (30V;</b>	38,356	3,381	22,161	-0,279	0,056	-0,897	0,941
<b>4min)</b>	38,310	3,435	22,174	-0,324	0,110	-0,883	0,947
	38,053	3,461	21,962	-0,581	0,136	-1,096	1,248
	38,014	3,448	22,032	-0,621	0,123	-1,025	1,205
	38,513	3,591	22,589	-0,122	0,266	-0,468	0,552
	38,493	3,570	22,622	-0,142	0,245	-0,435	0,519
<b>T8 (30V;</b>	38,527	3,568	22,666	-0,108	0,243	-0,391	0,473
<b>8min)</b>	38,527	3,568	22,644	-0,108	0,243	-0,413	0,492
	38,470	3,586	22,464	-0,164	0,261	-0,594	0,669
	38,376	3,575	22,477	-0,259	0,250	-0,580	0,683
	39,542	3,560	23,611	0,907	0,235	0,553	1,088
	39,479	3,577	23,629	0,844	0,252	0,571	1,050
<b>T9 (30V;</b>	39,252	3,631	23,516	0,617	0,305	0,458	0,827
<b>12min)</b>	39,291	3,585	23,579	0,656	0,260	0,522	0,878
	39,359	3,626	23,482	0,724	0,300	0,425	0,892
	39,288	3,622	23,565	0,653	0,297	0,507	0,878

**Tabla 23.** Análisis de varianza del efecto del calentamiento óhmico sobre L\* y a\*.

<b>Pruebas de efectos inter-sujetos</b>						
Variable dependiente:						
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Intersección	79741,817	1	79741,817	6848906,38	0,000	
FactorA	0,754	2	0,377	32,382	0,000	
FactorB	4,373	2	2,187	187,802	0,000	
FactorA *	3,938	4	0,984	84,549	0,000	
FactorB	0,582	50	0,012			
Error	0,582	50	0,012			
Total	89454,006	60				

<b>ANOVA</b>						
Color L*						
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Entre grupos	10,270	9	1,141	98,008	0,000	
Dentro de grupos	0,582	50	0,012			
Total	10,852	59				

<b>Color L*</b>								
HSD Tukeya								
Subconjunto para alfa = 0.05								
Tratamiento	N	1	2	3	4	5	6	7
T1 (a1b1)	6	37,7350						
T7 (a3b1)	6		38,2667					
T8 (a3b2)	6			38,4850				
T6 (a2b3)	6			38,5117				
T4 (a2b1)	6			38,5583	38,5583			
T5 (a2b2)	6			38,6217	38,6217	38,6217		
T3 (a1b3)	6				38,7450	38,7450		
T2 (a1b2)	6					38,7717		
T0 = Testigo	6						39,0350	
T9 (a3b3)	6							39,3683
Sig.		1,000	1,000	0,474	0,107	0,343	1,000	1,000

<b>Pruebas de efectos inter-sujetos</b>						
Variable dependiente:						
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Intersección	594,199	1	594,199	801166,852	0,000	
FactorA	1,834	2	0,917	1236,637	0,000	
FactorB	0,391	2	0,195	263,393	0,000	
FactorA *	0,585	4	0,146	197,266	0,000	
FactorB	0,037	50	0,001			
Error	0,037	50	0,001			
Total	724,961	60				

<b>ANOVA</b>						
Color a*						
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Entre grupos	9,324	9	1,036	1396,926	0,000	
Dentro de grupos	0,037	50	0,001			
Total	9,362	59				

<b>Color a*</b>								
HSD Tukeya								
Subconjunto para alfa = 0.05								
Tratamiento	N	1	2	3	4	5	6	7
T0 = Testigo	6	2,4650						
T3 (a1b3)	6		3,2500					
T1 (a1b1)	6			3,3250				
T7 (a3b1)	6				3,4267			
T2 (a1b2)	6					3,4833		
T6 (a2b3)	6					3,5233		
T8 (a3b2)	6						3,5783	
T9 (a3b3)	6						3,6017	
T5 (a2b2)	6							3,9383
T4 (a2b1)	6							3,9433
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	0,271	0,892	1,000



**Tabla 24.** Análisis de varianza del efecto del calentamiento óhmico sobre b\* y ΔE.

<b>Pruebas de efectos inter-sujetos</b>						
Variable dependiente:						
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Intersección	28055,645	1	28055,645	1003265,300	0,000	
FactorA	7,772	2	3,886	138,960	0,000	
FactorB	3,098	2	1,549	55,390	0,000	
FactorA * FactorB	10,592	4	2,648	94,690	0,000	
Error	1,398	50	0,028			
Total	31143,325	60				

<b>ANOVA</b>						
Color b*						
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Entre grupos	34,008	9	3,779	135,123	0,000	
Dentro de grupos	1,398	50	0,028			
Total	35,406	59				

<b>Color b*</b>						
HSD Tukeya						
Subconjunto para alfa = 0.05						
Tratamiento	N	1	2	3	4	5
T1 (a1b1)	6	21,4533				
T7 (a3b1)	6		22,1383			
T3 (a1b3)	6		22,2117			
T6 (a2b3)	6		22,4150	22,4150		
T8 (a3b2)	6			22,5767		
T2 (a1b2)	6			22,6300		
T4 (a2b1)	6				23,2617	
T5 (a2b2)	6				23,3067	
T9 (a3b3)	6				23,5633	
T0 = Testigo	6					24,1417
Sig.		1,000	0,143	0,453	0,079	1,000

<b>Pruebas de efectos inter-sujetos</b>						
Variable dependiente:						
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Intersección	52,204	1	52,204	5080,362	0,000	
FactorA	1,370	2	0,685	66,657	0,000	
FactorB	3,239	2	1,619	157,585	0,000	
FactorA * FactorB	3,298	4	0,824	80,234	0,000	
Error	0,514	50	0,010			
Total	61,516	60				

<b>ANOVA</b>						
ΔE						
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Entre grupos	10,200	9	1,133	110,288	0,000	
Dentro de grupos	0,514	50	0,010			
Total	10,713	59				

<b>ΔE</b>						
HSD Tukeya						
Subconjunto para alfa = 0.05						
Tratamientos	N	a	B	c	d	e
T2 (a1b2)	6	0,4850				
T8 (a3b2)	6	0,5633	0,5633			
T5 (a2b2)	6	0,6633	0,6633	0,6633		
T4 (a2b1)	6	0,6667	0,6667	0,6667		
T6 (a2b3)	6		0,6850	0,6850		
T3 (a1b3)	6			0,8567	0,8567	
T9 (a3b3)	6				0,9367	
T7 (a3b1)	6				1,0000	
T0 = Testigo	6					1,5067
T1 (a1b1)	6					
Sig.		0,083	0,550	0,051	0,320	1,000

**ANEXO 5 – Datos primarios y estadísticos de las características sensoriales**

**Tabla 25.** Datos primarios y la prueba no paramétrica de Friedman del efecto del calentamiento óhmico sobre las características sensoriales.

	OLOR										COLOR										SABOR									
	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	3	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	1	2	1	2	4	2	2	2	2	3	2	1	1	1	
3	1	2	3	3	2	3	2	2	3	3	2	1	3	3	3	2	2	1	1	2	1	3	3	1	3	2	1	1	3	
4	1	3	3	2	4	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	4	4	3	3	1	4	3	2	3	3	4	4	4	
5	1	2	2	2	2	2	2	3	2	2	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	1	2	3	3	2	3	3	2	2	
6	1	1	1	2	1	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	3	3	4	2	3	3	1	1	1	3	2	3	4	1	
7	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	3	3	3	3	
8	1	2	3	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	4	2	2	2	3	4	1	3	2	2	1	2	2	3	1	
9	2	3	1	1	1	2	2	1	1	1	3	3	3	2	2	3	1	2	2	2	4	3	3	3	4	3	2	3	1	
10	3	2	1	1	3	1	2	3	3	3	3	2	1	2	3	2	3	2	3	4	2	1	2	3	2	2	2	2	3	
11	1	2	2	3	2	1	3	3	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	3	2	1	3	3	2	
12	3	1	2	4	3	2	3	2	2	1	3	2	1	3	3	4	4	1	3	2	4	3	1	2	3	2	3	2	1	
13	1	1	2	2	1	1	1	3	3	2	1	1	1	2	2	1	1	3	2	1	1	3	3	2	2	4	4	3	3	
14	2	3	4	3	5	5	2	2	4	4	3	3	3	4	5	4	3	3	2	3	5	4	3	3	2	5	5	5	2	
15	2	2	3	3	2	3	4	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	3	4	4	4	
16	2	2	2	3	3	2	3	3	2	3	2	2	1	2	3	2	3	2	3	1	1	2	2	3	2	3	4	3	2	
17	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	1	2	2	2	3	2	2	2	2	
18	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	3	2	2	2	1	2	2	2	3	3	2	2	2	2	1	1	1	
19	2	2	3	3	3	2	4	2	2	4	1	2	3	2	2	2	3	2	1	1	1	1	3	2	2	1	2	2	1	
20	2	2	1	2	2	1	2	1	2	2	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	3	3	2	3	1	2	3	2	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T <sup>2</sup>	p																		
	3.80	4.68	5.08	5.63	5.98	5.15	6.18	5.80	6.33	6.40	2.23	0.0223																		
	Tratamiento		Suma(Ranks)		Media(Ranks)		n																							
T1	76.00		3.80		20		A																							
T2	93.50		4.68		20		A B																							
T3	101.50		5.08		20		A B C																							
T6	103.00		5.15		20		A B C																							
T4	112.50		5.63		20		B C																							
T8	116.00		5.80		20		B C																							
T5	119.50		5.98		20		B C																							
T7	123.50		6.18		20		B C																							
T9	126.50		6.33		20		C																							
T10	128.00		6.40		20		C																							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T <sup>2</sup>	p																		
	4.40	5.00	4.90	5.88	6.90	5.98	5.40	5.35	5.53	5.68	1.49	0.1540																		
	Tratamiento		Suma(Ranks)		Media(Ranks)		n																							
T1	88.00		4.40		20		A																							
T3	98.00		4.90		20		A B																							
T2	100.00		5.00		20		A B C																							
T8	107.00		5.35		20		A B C D																							
T7	108.00		5.40		20		A B C D																							
T9	110.50		5.53		20		A B C D																							
T10	113.50		5.68		20		A B C D																							
T4	117.50		5.88		20		A B C D																							
T6	119.50		5.98		20		B C D																							
T5	138.00		6.90		20		D																							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T <sup>2</sup>	p																		
	4.55	5.60	5.48	5.20	6.18	5.30	6.30	6.05	5.33	5.03	0.79	0.6304																		
	Tratamiento		Suma(Ranks)		Media(Ranks)		n																							
T1	91.00		4.55		20		A																							
T10	100.50		5.03		20		A B																							
T4	104.00		5.20		20		A B																							
T6	106.00		5.30		20		A B																							
T9	106.50		5.33		20		A B																							
T3	109.50		5.48		20		A B																							
T2	112.00		5.60		20		A B																							
T8	121.00		6.05		20		A B																							
T5	123.50		6.18		20		A B																							
T7	126.00		6.30		20		B																							

## ANEXO 6 – Ficha de evaluación sensorial



**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**E.A.P. INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



### Ficha de evaluación sensorial

**Nombres:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Producto:** Néctar de Aguaymanto.

#### INSTRUCCIONES PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL

Por favor, prueba la muestra e indique su nivel de agrado, marcando con un check "✓" o una "X" que corresponda, la reacción que mejor defina su aceptación para cada uno de los atributos evaluados.

	Olor									Color									Sabor												
	T <sub>P</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>P</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>P</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	
Me gusta mucho																															
Me gusta moderadamente																															
No me gusta ni me disgusta																															
Me disgusta moderadamente																															
Me disgusta mucho																															

Comentarios y sugerencias:

---



---

¡Muchas gracias por su colaboración!

**Figura 11.** Ficha hedónica para la evaluación sensorial.

## ANEXO 7 – Resolución del concurso ganado de Proyectos de Investigación con Fondos Concursables de la UNHEVAL - 2019



**UNHEVAL**  
UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

*"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"*

### RESOLUCIÓN N° 0125-2019-UNHEVAL-VR

Huánuco, 26 de marzo del 2019

**VISTO:** el Oficio N° 252-2019-UNHEVAL-DIU de fecha 26/03/2019, Reg. 0259, en (05) folios.

**CONSIDERANDO:**

Que, la Ley Universitaria 30220 en su Capítulo VI "INVESTIGACIÓN", Artículo 48°, establece que: *La investigación constituye una función esencial y obligatoria de la universidad, que la fomenta y realiza, respondiendo a través de la producción de conocimiento y desarrollo de tecnologías a las necesidades de la sociedad, con especial énfasis en la realidad nacional. Los docentes, estudiantes y graduados participan en la actividad investigadora en su propia institución o en redes de investigación nacional o internacional, creadas por las instituciones universitarias públicas o privadas;*

Que, con Resolución de Consejo Universitario N° 4452-2018-UNHEVAL de fecha 17/12/2018, se ratifica la Resolución N° 071-2018-UNHEVAL-VR del 05/12/2018 que aprueba el Reglamento General de Investigación de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán;

Que, con resolución de Consejo Universitario N° 0721-2019-UNHEVAL de fecha 19/02/2019 se ratifica la Resolución N° 0069-2019-UNHEVAL-VR del 06/02/2019, que aprueba el Reglamento del Concurso de Proyectos de Investigación con Fondos Concursables de la UNHEVAL – 2019;

Que, con Resolución N° 0106-2019-UNHEVAL-VR de fecha 06/03/2019, se designa a los Jurados Evaluadores Externos para el Concurso de Proyectos de Investigación con Financiamiento de Fondos Concursables 2019;

Que, con Oficio N° 0252-2019-UNHEVAL-DIU de fecha 26/03/2019, la Directora de Investigación Universitaria, remite la relación de ganadores del Concurso de Proyectos de Investigación con Fondos Concursables de la UNHEVAL-2019, los cuales han sido evaluados y aprobados por el Jurado Evaluador Externo; solicitando la emisión de la Resolución correspondiente, precisando que las mismas deben ser emitidas por cada grupo de investigación de acuerdo al listado que anexa;

Estando a las atribuciones conferidas al Vicerrector de Investigación por la Ley Universitaria N° 30220, por el Estatuto de la UNHEVAL, la Resolución N° 050-2016-UNHEVAL-CEU, del 26.AGO.2016, del Comité Electoral Universitario, que proclamó y acreditó, a partir del 02.SET.2016 hasta el 01.SET.2021, a los representantes de la Alta Dirección; y por la Resolución N° 2780-2016-SUNEDU-02-15.02, del 14.OCT.2016, que resolvió proceder a la inscripción de la firma del Vicerrector de Investigación de la UNHEVAL en el Registro de Firma de Autoridades Universitarias, Instituciones y Escuelas de Educación Superior de la SUNEDU;

**SE RESUELVE:**

1° **DECLARAR** como Ganador del Concurso de Proyectos de Investigación con Fondos Concursables de la UNHEVAL-2019, el siguiente proyecto de investigación, por lo expuesto en los considerandos precedentes:

COD. DEL PROY.	TÍTULO DEL PROYECTO	FACULTAD	PARTICIPANTES	CONDICIÓN	PRESUPUESTO
AG06	DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y VALIDACIÓN DE UN PROTOTIPO DE CALENTAMIENTO ÓHMICO PARA PASTEURIZAR BEBIDAS.	CIENCIAS AGRARIAS	VILLANUEVA TIBURCIO, JUAN EDSON	INVESTIGADOR PRINCIPAL	S/. 40,000.00
			CONDEZO HOYOS, LUIS ALBERTO	CO-INVESTIGADOR	
			ESCOBAL GARCÍA, IMMER MATEO	CO-INVESTIGADOR	
			GAVINO NIETO, ELSA LOREN	TESISTA	
			LUQUILLAS SÁNCHEZ, EMERATRIZ	TESISTA	
			VILLANUEVA AROSTEGUI, INCIDENCIA	TESISTA	

2° **OTORGAR** al investigador principal el financiamiento con Fondos Concursables 2019 la suma de S/. 40,000.00, bajo las condiciones señaladas en el Reglamento del Concurso de Proyectos de Investigación con Fondos Concursables de la UNHEVAL-2019 y la Directiva N° 001-2018-UNHEVAL-DIGA-UC, Directiva de viáticos, pasajes y asignaciones económicas de la UNHEVAL; siendo su responsabilidad la ejecución total de la investigación con la asignación otorgada.

3° **DISPONER**, en caso de incumplimiento de las responsabilidades asumidas por los integrantes de proyecto, la aplicación de lo establecido en el mencionado Reglamento, ítem 6. *De las sanciones a los investigadores;* asimismo se dejará constancia en el legajo del docente para ser tomado en cuenta en su solicitud de ratificación **y/o promoción**.

4° **ELEVAR** al Consejo Universitario para su ratificación.

5° **DAR A CONOCER** a los interesados y a los órganos correspondientes.

Regístrese, comuníquese y archívese.



Dr. Javier Gonzalo López y Morales  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL  
HERMILIO VALDIZÁN - HUÁNUCO  
JEFATURA DEPARTAMENTO ACADÉMICO  
CIENCIAS AGRARIAS

27 MAR 2019

**RECIBIDO  
SECRETARIA**

Distribución: Rector/VR Acad./DIU/DTI/FCA/DE FCA/Interesados/archivo  
ASB/Sec.

Av. Universitaria 601-607 Cayhuayna – Apartado 278 – Teléfono (062) 591060 Anexo 0301  
vicerrector@unheval.edu.pe

CONSTANCIA DE TURNITIN N° 071 - 2022- UNHEVAL- FCA

## CONSTANCIA DEL PROGRAMA

### TURNITIN PARA BORRADOR DE TESIS

LA DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

Hace constar que el Título:

**EFFECTO DEL CALENTAMIENTO ÓHMICO SOBRE LAS PROPIEDADES ANTIOXIDANTES Y CALIDAD MICROBIOLÓGICA EN NÉCTAR DE AGUAYMANTO (*Physalis peruviana L.*).**

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

**GAVINO NIETO ELSA LOREN;**

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

La TESIS; para Revisión.pdf; con Fecha: 07 de noviembre 2022

Resultado: **23 % de similitud general**, rango considerado: **Apto**, por disposición de la Facultad.

Para lo cual firmo el presente para los fines correspondientes.

Atentamente.

071

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





**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN  
HUANUCO - PERÚ  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



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

En la ciudad de Huánuco a los 7 días del mes de diciembre del año 2022, siendo las 12:00 horas de acuerdo al Reglamento de Grado Académico y Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias, se reunieron en el salón de usos múltiples de la Facultad de Ciencias Agrarias los miembros integrantes del Jurado de tesis designados con Resolución N° 619-2022-UNHEVAL-FCA-D, del 01 de diciembre del 2022, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada: **“EFECTO DEL CALENTAMIENTO ÓHMICO SOBRE LAS PROPIEDADES ANTIOXIDANTES Y CALIDAD MICROBIOLÓGICA EN NÉCTAR DE AGUAYMANTO (*Physalis peruviana L.*)”**, presentada por el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial: **ELSA LOREN GAVINO NIETO**, bajo el asesoramiento por el **DR. JUAN EDSON VILLANUEVA TIBURCIO**.

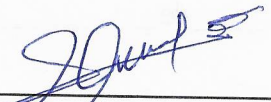
El Jurado de tesis está integrado por los siguientes docentes:


<b>Dr. Ángel David Natividad Bardales</b>	<b>Presidente</b>
<b>Dr. Sergio Grimaldo Muñoz Garay</b>	<b>Secretario</b>
<b>Dr. Rubén Max Rojas Portal</b>	<b>Vocal</b>
<b>Dr. Roger Estacio Laguna</b>	<b>Accesitario 01</b>
<b>Mg. Josué Zevallos García</b>	<b>Accesitario 02</b>

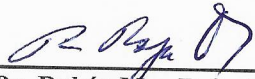
Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: APROBADO por UNANIMIDAD con el cuantitativo de 17 y cualitativo de MUY BUENO, quedando el sustentante APTO para que se le expida el **TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 13:30 horas.

Huánuco, 07 de diciembre del 2022

  
 \_\_\_\_\_  
**Dr. Ángel David Natividad Bardales**  
 Presidente del Jurado de Tesis  
 Resolución N° 619-2022-UNHEVAL/FCA-D

  
 \_\_\_\_\_  
**Dr. Sergio Grimaldo Muñoz Garay**  
 Secretario del Jurado de Tesis  
 Resolución N° 619-2022-UNHEVAL/FCA-D

  
 \_\_\_\_\_  
**Dr. Rubén Max Rojas Portal**  
 Vocal del Jurado de Tesis  
 Resolución N° 619-2022-UNHEVAL/FCA-D

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

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

### 1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	<input checked="" type="checkbox"/>	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado	
----------	-------------------------------------	----------------------	--	-----------	----------	--	-----------	--

Pregrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	CIENCIAS AGRARIAS
Escuela Profesional	INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
Carrera Profesional	INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
Grado que otorga	-----
Título que otorga	INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Segunda especialidad (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	-----
Nombre del programa	-----
Título que Otorga	-----

Posgrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Nombre del Programa de estudio	-----
Grado que otorga	-----

### 2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Apellidos y Nombres:	GAVINO NIETO ELSA LOREN							
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	998077849
Nro. de Documento:	72105564					Correo Electrónico:	<a href="mailto:gavi.dgnl@gmail.com">gavi.dgnl@gmail.com</a>	

Apellidos y Nombres:								
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	
Nro. de Documento:						Correo Electrónico:		

Apellidos y Nombres:								
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	
Nro. de Documento:						Correo Electrónico:		

### 3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los datos requeridos completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
Apellidos y Nombres:	VILLANUEVA TIBURCIO JUAN EDSON			
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	
			C.E.	
ORCID ID:	<a href="https://orcid.org/0000-0002-1541-7525">https://orcid.org/0000-0002-1541-7525</a>			
Nro. de documento:	40040333			

### 4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los Apellidos y Nombres completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	NATIVIDAD BARDALES ANGEL DAVID
Secretario:	MUÑOZ GARAY SERGIO GRIMALDO
Vocal:	ROJAS PORTAL RUBEN MAX
Vocal:	
Vocal:	
Accesitario	ESTACIO LAGUNA ROGER



**5. Declaración Jurada:** (Ingrese todos los datos requeridos completos)

<b>a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado:</b> (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)
EFFECTO DEL CALENTAMIENTO ÓHMICO SOBRE LAS PROPIEDADES ANTIOXIDANTES Y CALIDAD MICROBIOLÓGICA EN NÉCTAR DE AGUAYMANTO ( <i>Physalis peruviana L.</i> ).
<b>b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de:</b> (tal y como está registrado en SUNEDU)
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento correspondiente a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

**6. Datos del Documento Digital a Publicar:** (Ingrese todos los datos requeridos completos)



Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)			2022
<b>Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional:</b> (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	X	Tesis Formato Artículo
	Trabajo de Investigación		Trabajo de Suficiencia Profesional
	Trabajo Académico		Otros (especifique modalidad)
<b>Palabras Clave:</b> (solo se requieren 3 palabras)	COMPUESTOS BIOACTIVOS	HPLC	CAMPO ELÉCTRICO
<b>Tipo de Acceso:</b> (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto		Condición Cerrada (*) X
	Con Periodo de Embargo (*)		Fecha de Fin de Embargo: 19/12/2025
¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiera, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):			SI X NO
<b>Información de la Agencia Patrocinadora:</b>	PROYECTO FINANCIADO POR FONDOS CONCURSABLES DE LA UNHEVAL CON RESOLUCION N° 0125-2019-UNHEVAL-VRI		

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.



### 7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por 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. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma: 		
Apellidos y Nombres:	GAVINO NIETO ELSA LOREN	Huella Digital
DNI:	72105564	
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Fecha: 19/12/2022		

### Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.