

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



**“APLICACIÓN DE ULTRASONIDO Y ÁCIDO ASCÓRBICO
EN LA OBTENCIÓN DE CREMA A PARTIR DE LA PALTA
(*Persea americana*)”**

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

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

**TESISTA:
AVALOS VILLEGAS, JOSIAS MANOLO**

**ASESOR:
Dr. ESTACIO LAGUNA ROGER**

**HUÁNUCO – PERÚ
2022**

DEDICATORIA

Dedico esta Tesis a Dios sobre todas las cosas y a mi familia. Para mis padres Alejandro y Mery, por su ayuda, comprensión y soporte en todo momento. Que me enseñaron a afrontar las adversidades. Me educaron mediante principios, valores formando en mi un ser perseverante y empeñoso,

AGRADECIMENTOS

Agradezco a Dios, a mis padres y hermanas, por el apoyo incondicional que me brindaron en todo momento, a los docentes de la carrera profesional de Ingeniería Agroindustrial por la dedicación y los conocimientos brindados durante toda mi estadía universitaria.

RESUMEN

AVALOS VILLEGAS, Josías Manolo. “**APLICACIÓN DE ULTRASONIDO Y ÁCIDO ASCÓRBICO EN EL PROCESO DE OBTENCIÓN DE CREMA A PARTIR DE LA PALTA (*Persea americana*)**”. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco-Perú. **2022**.

El pardeamiento enzimático producido por la polifenoloxidasas en la elaboración de crema de palta (*Persea americana*) es un problema difícil de controlar, es por ello que las experiencias del uso del ultrasonido sobre la polifenoloxidasas, han demostrado que en combinación con los ácidos pueden tener buenos efectos. Es así, que la investigación planteó la evaluación del efecto del ultrasonido y ácido ascórbico en la conservación de la crema de palta (*Persea americana*), en combinaciones de potencia de 700 W, 1050 W y 1500 W a una frecuencia de 40 kHz y concentraciones de ácido ascórbico de 0,1 % y 0,15 %, que fueron analizados con un total de 6 tratamientos más un tratamiento testigo, con un diseño completo al azar (DCA). El resultado determinó que las características de color en la crema de palta (*Persea americana*) durante su almacenamiento fueron todos de mayor valor en ΔE y diferentes con relación al tratamiento testigo con un ΔE de $21,64 \pm 0,01$ frente a al tratamiento mayor T_4 que alcanzó $45,34 \pm 0,00$ en el día 14. Sobre las características fisicoquímicas durante su almacenamiento los cambios fueron más notorios en el día 14 con relación al aumento del pH y disminución de la acidez, debido a la aplicación de ultrasonido y adición del ácido ascórbico. En cuanto a las características microbiológicas la cantidad de UFC de mohos y levaduras fueron inferiores con respecto al tratamiento testigo, echo que se atribuye a la aplicación de ultrasonido; y en relación a las características sensoriales se obtuvieron un puntaje muy cercano en relación al tratamiento testigo T_0 (que fue considerado una palta fresca), aunque los tratamientos T_1 y T_2 , fueron los más cercanos al tratamiento testigo, que alcanzó mejores resultados en la consistencia, sabor, color y aroma con el cualitativo de muy bueno.

Palabras clave: Puré, aguacate, vitamina C, sonicación.

ABSTRACT

AVALOS VILLEGAS, Josías Manolo. “**APPLICATION OF ULTRASOUND AND ASCORBIC ACID IN THE PROCESS OF OBTAINING CREAM FROM AVOCADO (*Persea americana*)**”. Thesis to opt for the title of Agroindustrial Engineer, Professional School of Agroindustrial Engineering, Hermilio Valdizán National University, Huánuco-Perú. **2022**.

The enzymatic browning produced by polyphenoloxidase in the elaboration of avocado cream (*Persea americana*) is a difficult problem to control, that is why the experiences of the use of ultrasound on polyphenoloxidase, have shown that in combination with acids can have good effects. Thus, the research proposed the evaluation of the effect of ultrasound and ascorbic acid in the conservation of silver cream (*Persea americana*), in power combinations of 700 W, 1050 W and 1500 W at a frequency of 40 kHz and concentrations of ascorbic acid of 0,1% and 0,15%, which were analyzed with a total of 6 treatments plus a control treatment, with a complete randomized design (DCA). The result determined that the color characteristics in the cream of avocado (*Persea americana*) during its storage were all higher value in ΔE and different from the control treatment with a ΔE of $21,64 \pm 0,01$ compared to the major treatment T₄ that reached $45,34 \pm 0,00$ on day 14. On the physicochemical characteristics during storage, the changes were more noticeable on day 14 in relation to the increase in pH and decrease in acidity, due to the application of ultrasound and addition of ascorbic acid. Regarding the microbiological characteristics, the amount of CFU of molds and yeasts were lower compared to the control treatment, which is attributed to the application of ultrasound; and in relation to the sensory characteristics, a very close score was obtained in relation to the control treatment T₀ (which was considered a fresh avocado), although treatments T₁ and T₂, were the closest to the control treatment, which achieved better results in consistency, taste, color and aroma with the qualitative of very good.

Keywords: Pure, avocado, vitamin C, sonication.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMENTOS	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
ÍNDICE GENERAL	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
I. INTRODUCCIÓN	12
II. MARCO TEÓRICO	13
2.1 Tecnología de ultrasonido	13
2.1.1 Aplicación del ultrasonido en la industria de los alimentos.....	13
2.2 Generalidades de la palta	14
2.3 Taxonomía y morfología.....	14
2.4 Generalidades de la polifenoloxidasasa	15
2.5 Ácido ascórbico.....	16
2.6 Crema	16
2.7 Investigación sobre ultrasonido en alimentos.....	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1 Materiales.....	19
3.2 Procesos	19
3.3 Productos	20
3.3.1 Elaboración de néctar por pasteurizado convencional.....	20
3.4 Métodos de análisis	21
3.4.1 Determinación de las características de la materia prima	21
3.4.2 Análisis fisicoquímico	21
3.4.2.1 Medición del color	21
3.4.2.2 Medición del pH	22
3.4.2.3 Medición de la acidez.....	22
3.4.3 Contenido de microorganismos (mohos y levaduras)	22
3.4.4 Evaluación de las características sensoriales	23

3.5 Diseño experimental y análisis estadístico.....	23
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1 Evaluación de las características color	25
4.2 Evaluación de las características fisicoquímicas.....	26
4.3 Evaluación del contenido de microorganismos	29
4.4 Evaluación de las características sensoriales	31
V. CONCLUSIONES.....	33
VI. RECOMENDACIONES.....	34
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
ANEXOS.....	38
ANEXO 1 – Panel fotográfico.....	38
ANEXO 2 – Ficha de evaluación sensorial	42
ANEXO 3 – Mohos.....	44
ANEXO 4 – Levaduras.....	47
ANEXO 5 – pH.....	50
ANEXO 6 – Acidez.....	53
ANEXO 7 – Color.....	56
ANEXO 8 – Formato de evaluación sensorial	59

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clasificación taxonómica de la palta.	15
Tabla 2. Valor nutricional de la palta por 100 gramos.....	15
Tabla 3. Criterios microbiológicos en especias, condimentos y salsas.....	17
Tabla 4. Investigaciones con la aplicación de ultrasonido combinado en alimentos.	17
Tabla 5. Tratamientos de la investigación del efecto del ultrasonido y ácido ascórbico en la conservación de la crema de palta.....	19
Tabla 6. Escala hedónica de las características sensoriales.....	23
Tabla 7. Resultados del análisis de color (expresado en ΔE) para la crema de palta (<i>Persea americana</i>) en tres tiempos de almacenamiento.	25
Tabla 8. Resultados del análisis de pH para la crema de palta (<i>Persea americana</i>) en tres tiempos de almacenamiento.	27
Tabla 9. Resultados del análisis de la Acidez para la crema de palta (<i>Persea americana</i>) en tres tiempos de almacenamiento.....	28
Tabla 10. Resultados del análisis microbiológico con respecto al análisis de Mohos para la crema de palta (<i>Persea americana</i>) en tres tiempos de almacenamiento.	29
Tabla 11. Resultados del análisis microbiológico con respecto al análisis de Levaduras para la crema de palta (<i>Persea americana</i>) en tres tiempos de almacenamiento.....	30
Tabla 12. Resultados del análisis sensorial (expresado en %) para frutos de Palta (<i>Persea Americana</i>) en tres estados de madurez.	31

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama del proceso de investigación.....	20
Figura 2. Diagrama de flujo en la elaboración de la crema de palta.....	20
Figura 3. Equipos utilizados en el proceso de la obtención de crema a partir de la palta	38
Figura 4. Materia prima e insumos	39
Figura 5. Procedimiento en la elaboración de crema a partir de la palta.....	40
Figura 6. Aplicación de ultrasonido en la crema de palta	41

I. INTRODUCCIÓN

La palta es un producto que goza de mucha aceptación, es así que, Perú alcanzó 8,65 % de la producción mundial, siendo 17 las regiones que la producen con un total de superficie de 39 645 hectáreas, siendo la palta Hass la más demandada, en Corea del Sur, Tailandia, Japón, Filipinas, Vietnam y Australia los que aumentando su consumo y se espera que este año la producción aumentará un 20 % más con respecto al año 2021 (Tarazona, 2022). La región Huánuco es uno de los productores potenciales de este fruto pudiendo ser una interesante oportunidad para darle el valor agregado y pueda ser aprovechado por los consumidores.

Un problema común a la hora de consumir la pulpa de la palta es el fenómeno de oxidación debido a la polifenoloxidasas en la elaboración de crema de palta (*Persea americana*), es por ello que las experiencias del uso del ultrasonido en combinación con ácidos orgánicos ha sido demostrado a favor de la inhibición de la polifenoloxidasas como es en la papa (De Gea, 2019).

Esta investigación a su vez se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Evaluar el efecto del ultrasonido y concentraciones de ácido ascórbico relacionado a las características de color en la crema de palta durante su almacenamiento.

Objetivos específicos:

- Evaluar el efecto del ultrasonido y concentraciones de ácido ascórbico sobre las características fisicoquímicas en la crema de palta durante su almacenamiento.
- Evaluar el efecto del ultrasonido y concentraciones de ácido ascórbico sobre las características microbiológicas en la crema de palta durante su almacenamiento.
- Evaluar el efecto del ultrasonido y concentraciones de ácido ascórbico sobre las características sensoriales en la crema de palta durante su almacenamiento.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Tecnología de ultrasonido

El uso del tratamiento de ultrasonido para la conservación de pulpa de palta es gracias a la disminución de recuentos microbianos y la disminución en la actividad enzimática de la polifenoloxidasa, como una alternativa tecnológica de conservación comparada con la pasteurización (Restrepo et al., 2016).

La transformación alimentaria busca innovar los procesos para obtener alimentos seguros, de buena calidad organoléptica y nutricional. Entre estos nuevos procesos encontramos la aplicación de la tecnología de ultrasonidos (De Gea, 2019).

Por otro lado, también se probó el ultrasonido en la peroxidasa a parámetros de 20 kHz llegando a una presión de 3.5 Kg/cm² a 126 °C. Observando que la manotermosonicación puede ser más eficiente en la inactivación de peroxidasa. Este efecto consistió en la desnaturalización proteica producido por el ultrasonido combinado con presión y temperatura (Lopez & Burgos, 1995).

El ultrasonido de baja intensidad, usa ondas con una baja amplitud de propagación y niveles muy bajos (<1 W/cm²) el cual no causa ningún cambio físico en el material donde se utilice (Awad et al., 2012).

El ultrasonido de alta intensidad, usa niveles más altos (10 – 1000 W/cm²) los cuales generan presión, intensa temperatura y corte dentro de la matriz donde se utilice, alterando así su reactividad y estructura química (Leong et al., 2016).

El aplicar el ultrasonido en los alimentos se debe a que es una técnica sustentable que permite ahorra tiempo, agua y energía debido a su capacidad de inactivar microorganismo y el preservar las características nutricionales y fisicoquímicas

2.1.1 Aplicación del ultrasonido en la industria de los alimentos

El ultrasonido de alta potencia y baja frecuencia (ondas entre 20 y 100 kHz y una intensidad de 10 a 1000 W/cm²), provoca cambios mecánicos, físicos, químicos, hasta bioquímicos a través del fenómeno conocido como la cavitación, pudiendo aplicarse en los alimentos, en los procesos de extracción, congelación, secado, emulsificación e inactivación de bacterias patógenas, y en el comportamiento de las enzimas (Awad et al., 2012).

En la inactivación de microorganismos, Al utilizar el ultrasonido de alta potencia en la inactivación de microorganismos como *Escherichia coli*, Mesófilos, Mohos y levaduras, se ha evidenciado que existe una disminución de la carga microbiana que está dentro de los límites permisibles en el caso de la pulpa de palta (Restrepo et al., 2016).

En la inhibición enzimática, en una de las primeras aplicaciones sobre la influencia de la actividad proteolítica de la pepsina es evidente que el fenómeno de cavitación producido por el ultrasonido desnaturaliza la enzima (Chambers, 1937).

2.2 Generalidades de la palta

El árbol de la palta (*Persea americana* originario de Centroamérica y México, encontrada desde Estados Unidos hasta Chile (Agudelo, 1993; Santa María & Cardozo, 2020). El cultivo se encuentra en crecimiento, y su fruto es apreciada por sus propiedades nutricionales, destacando las proteínas y sus grasas insaturadas (Ayala Castillo, 2020).

El origen del nombre del aguacate es derivado de palabra nativa "aoacatl" o "ahuacatl" del dialecto náhuatl, por otro lado, el nombre palta se remonta al siglo XV, con ocasión de la conquista inca al mando de Túpac Inca Yupanqui, en honor a la provincia llamada "palta" ubicada actualmente en la provincia ecuatoriana de Loja.

2.3 Taxonomía y morfología

El nombre científico de la palta es *Persea americana*, haciendo referencia al género como la especie siendo esta la más cultivada a nivel mundial, en la **Tabla 1** se muestra las características taxonómicas de la palta:

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la palta.

Jerarquía	Descripción
Reino	Plantae
Subreino	Talofitas
División	Fanerógamas
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Subclase	Archiclamideas
Orden	Ranales
Familia	Lauráceas
Género	<i>Persea</i>
Especie	<i>Persea americana</i>

Fuente: Franciosi (2003); SIERRA Y SELVA EXPORTADORA (2020)

En cuanto a su composición nutricional la palta posee una cantidad representativa de aceite de pudiendo llegar hasta 30 % en algunas variedades, un contenido proteico de 1,2 a 1,8 %, además contiene carbohidratos, minerales y vitaminas del complejo B, y C, como se puede apreciar en la **Tabla 2**, con respecto a la palta Hass y Fuerte (Risco, 2007).

Tabla 2. Valor nutricional de la palta por 100 gramos

Componentes	Hass	Fuerte
Humedad (g)	74.4	71.20
Proteína (g)	1.80	2.00
Grasa (g)	20.6	23.40
Fibra (g)	1.40	1.90
Ceniza (g)	1.20	1.20
Ácido ascórbico C (mg)	11.00	6.00
Niacina B3 (mg)	1.90	1.50
Vitamina B6 (mg)	0.62	0.61
Potasio (mg)	480.00	460.00
Fósforo (mg)	14.00	29.00

Fuente: Risco (2007).

2.4 Generalidades de la polifenoloxidasas

La polifenoloxidasas es considerada una metaloenzima que lo podemos encontrar en el reino plantae y fungi, que a nivel estructural contiene 02 átomos de cobre (Cu) activos los que catalizan dos tipos de reacciones con el oxígeno (O₂) como agente oxidante: (a) la o-hidroxilación de monofenoles para producir o-difenoles como parte de la actividad monofenoloxidasal monoxigenasa); y (b) la posterior oxidación de o-difenoles a o-quinonas como actividad difenolasa.

Las o-quinonas luego se polimerizan para formar pigmentos color café, rojo o negro como parte del oscurecimiento enzimático en frutas y vegetales perdiendo así los atributos de calidad (Vega et al., 2020).

Por otra parte, se ha demostrado que la polifenoloxidasasa puede ser desnaturalizada con aplicaciones de temperatura alrededor de los 100 °C, y con la combinación de algunos ácidos orgánicos, presentando mejores resultados (Liñan & Puma, 2021).

2.5 Ácido ascórbico

Lehninger & Nelson (1999) la vitamina C o ácido ascórbico considerado un antioxidante hidrosoluble de alto poder reductor, ayuda junto a las enzimas en la síntesis del colágeno, carinitina y otros neurotransmisores y puede bloquear a sustancias reactivas del oxígeno y nitrógeno en medios líquidos. Esta vitamina es esencial, pero a la vez es termolábil y fotosensible.

La vitamina C se encuentran en materias de origen vegetal, en los que aparece de manera natural como ácido ascórbico en su forma reducida y ácido deshidroascorbico en su forma oxidativa; con acción biológica similar, esta vitamina ayuda en la curación y prevención del escorbuto y enfermedades respiratorias como los resfriados, pudiendo elevar el sistema inmunitario de las personas y prevenir el cáncer, la aterosclerosis, entre otras.

2.6 Crema

La crema o salsa de palta está hecho a base de pulpa de aguacate, su cremosidad es propia del fruto, manteniendo su sabor natural realzado por la adición de especias y condimentos, el cual debe almacenarse a temperaturas de 4 a 6 °C para garantizar la estabilidad y vida útil adecuada (Chulli & Armijos, 2013).

Se puede atribuir el término, crema, salsa o pasta a las partes pulposas machacadas de una fruta u hortaliza, el cual se designa para uso alimentario. Además la crema de aguacate o palta "Guacamole": es una pasta molida, a la que se le agrega especias u otros ingredientes como la cebolla y ajos trozados o molidos, zumo de limón y ácido ascórbico los que le ayudan a alargar la vida útil del producto (Montado, 2006).

El análisis microbiológico estuvo basado en la Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y

bebidas de consumo humano aprobados con RM N° 615-2003 SA/DM) en su ítem de Salsas (de tomate, picantes, de soya, de tamarindo, de mostaza) y aderezos (MINSA - DIGESA, 2008) como se muestra en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Criterios microbiológicos en especias, condimentos y salsas.

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	C	Límite por mL	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 ²	10 ³
Levaduras	2	3	5	2	10 ²	10 ³
Coliformes	5	3	5	2	10 ²	10 ³

Fuente: MINSA - DIGESA (2008).

2.7 Investigación sobre ultrasonido en alimentos

Al pasar el tiempo se realizaron diferentes trabajos de investigación con la aplicación de ultrasonido combinado para evitar el pardeamiento enzimático, en la **Tabla 4** se muestra las siguientes investigaciones.

Tabla 4. Investigaciones con la aplicación de ultrasonido combinado en alimentos.

Título de la investigación	Autor	resultados
“Uso de ultrasonido y sus efectos en la calidad microbiológica y fisicoquímica de la pulpa de palta”	Restrepo et al. (2016)	la pulpa cumplió con los parámetros microbiológicos establecidos en la normatividad. Además, que, el ultrasonido disminuyó la actividad enzimática a parámetros de 40 kHz por 10 minutos frente a un proceso de pasteurización. Asimismo, desde el punto de vista microbiológico hubo una disminución del recuento de microorganismos indicadores, mientras que la pasteurización inhibió los recuentos, observando diferencias significativas en todos sus tratamientos.
“Aplicación de ultrasonido y su efecto en la inhibición de la polifenoloxidasas y peroxidasa en papas”	De Gea (2019)	evaluó en medios ácidos, aplicando ultrasonido a las papas cortadas en 5, 10 y 20 minutos en agua, ácido cítrico 1 % y ácido ascórbico al 1 %. Se evaluó la actividad de la polifenoloxidasas (PPO) y la peroxidasa (PRO), siendo la primera cuantificada por la reacción

	<p>con catecol, midiendo la absorbancia a $\lambda = 410\text{nm}$, y la segunda con la reacción de guaiacol en presencia de H_2O_2 y medida a una absorbancia a $\lambda = 420\text{nm}$, lecturas cada 30 segundos por 10 minutos. Los resultados mostraron que la inmersión en agua inhibe la actividad de la PPO y la PRO, mientras que la temperatura a $35\text{ }^\circ\text{C}$ a 20 min posee un efecto contrario. Por su parte el ultrasonido aplicado a los 10 minutos inhibe la actividad de la PPO, en cambio el efecto es contrario en la PRO. Asimismo, el tratamiento con ácido ascórbico al 1 % combinado con ultrasonido mayor a 20 minutos generaron un incremento de la inhibición de la PPO, más los resultados no son concluyentes en la PRO.</p>
<p>“Efecto de la adición de Ácido Ascórbico y Butil Hidroxitolueno (BHT) en la oxidación enzimática y rancidez oxidativa de pasta de aguacate (<i>Persea americana</i>) variedades Hass y Bacon”</p>	<p>Coello y Salazar (2015)</p> <p>se realizó un análisis sensorial relacionado al color, olor, sabor, textura y aceptabilidad de las cremas, siendo el mejor de 0,15 % de ácido ascórbico y 0,02 % de BHT en la crema de palta Hass y 0,10 % de ácido ascórbico y 0,015 % de BHT en la crema de la palta. Por otro lado, la vida útil de estas muestras almacenadas a $7\text{ }^\circ\text{C}$ recomienda unos 12 días de duración.</p>
<p>Actividad enzimática de palta fuerte (<i>Persea americana</i>) durante el almacenamiento en refrigeración</p>	<p>Liñan y Puma (2021)</p> <p>El efecto de las condiciones físicas (tratamiento térmico a $45\text{ }^\circ\text{C}$: TT), químicos (ácido cítrico al 1,0 %: AC 1,0 %; ácido ascórbico al 0,75 %: AA 0,75 % y Tripolifosfato de sodio al 1,0 %: TPS 1,0 %), combinados (ácido cítrico al 0,2 % y $45\text{ }^\circ\text{C}$: AC 0,2 % + TT) y un tratamiento control (C), en la inhibición del pardeamiento enzimático, medidos como Δabsorbancia/min de la Polifenol Oxidasa (PPO), donde los tratamientos anti-pardeantes redujeron la actividad enzimática de la PPO siendo la muestra con ácido cítrico al 0,2 % y $45\text{ }^\circ\text{C}$ la que alcanzó mejores resultados en cuanto a la reducción de la actividad enzimática y apariencia del color.</p>

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

Los materiales que se utilizaron fueron los frutos de palta variedad fuerte (*Persea americana*) se obtuvieron del distrito de Tomaykichua, provincia de Huánuco; fueron trasladados en jabas limpias de plástico, seguidamente fueron caracterizadas biométricamente y almacenadas a temperatura ambiente hasta esperar una madurez uniforme en base a su textura para ser utilizadas.

En el caso de los insumos químicos como el ácido ascórbico como la sal fueron adquiridos de la empresa Covisa para el tratamiento control y concentraciones de 0,10 % y 0,15 % de ácido ascórbico para los tratamientos en estudio

3.2 Procesos

Las muestras de crema de palta se separaron en bolsas de plástico de polietileno de 250 g, posteriormente se sometió a tratamiento con ultrasonido a 700, 1050 y 1500 Watts con 0,1 y 0,15 % de ácido ascórbico; además, como muestra control se consideró 50 gramos de crema de palta y sal al 0,5 % al cual no se sometió a sonicación. Entre los parámetros constantes se consideró el volumen, tiempo de aplicación (15 minutos) y temperatura del agua. Posteriormente, a las muestras tratadas y no tratadas con ultrasonido se realizaron análisis fisicoquímicos, análisis microbiológico y evaluación sensorial durante 14 días. En la **Figura 1** se muestra el diagrama del proceso de investigación, la secuencia de experimentos realizados a las muestras de crema de palta. En la **Tabla 5** se aprecia los tratamientos en estudio.

Tabla 5. Tratamientos de la investigación del efecto del ultrasonido y ácido ascórbico en la conservación de la crema de palta.

Tratamiento	A (Potencia: W)	B (Concentraciones: %)	Repeticiones		
			R ₁	R ₂	R ₃
T ₀					
T ₁	700 W	0.1%	T ₁	T ₁	T ₁
T ₂	700 W	0.15%	T ₂	T ₂	T ₂
T ₃	1050 W	0.1%	T ₃	T ₃	T ₃
T ₄	1050 W	0.15%	T ₄	T ₄	T ₄
T ₅	1500 W	0.1%	T ₅	T ₅	T ₅
T ₆	1500 W	0.15%	T ₆	T ₆	T ₆

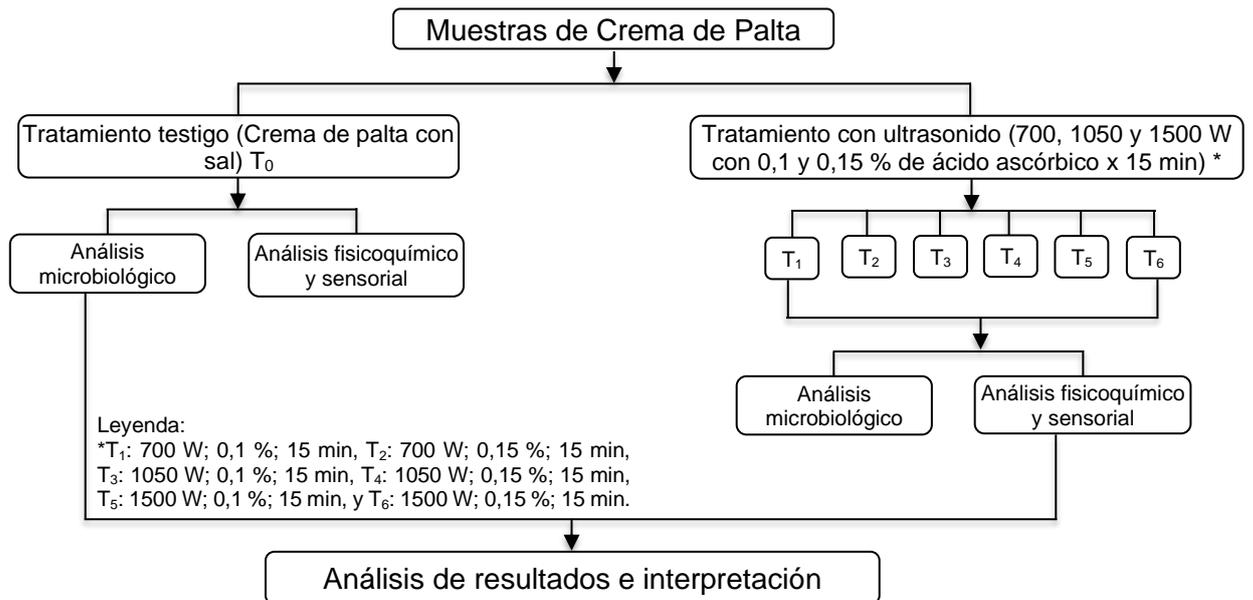


Figura 1. Diagrama del proceso de investigación.

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 2**.

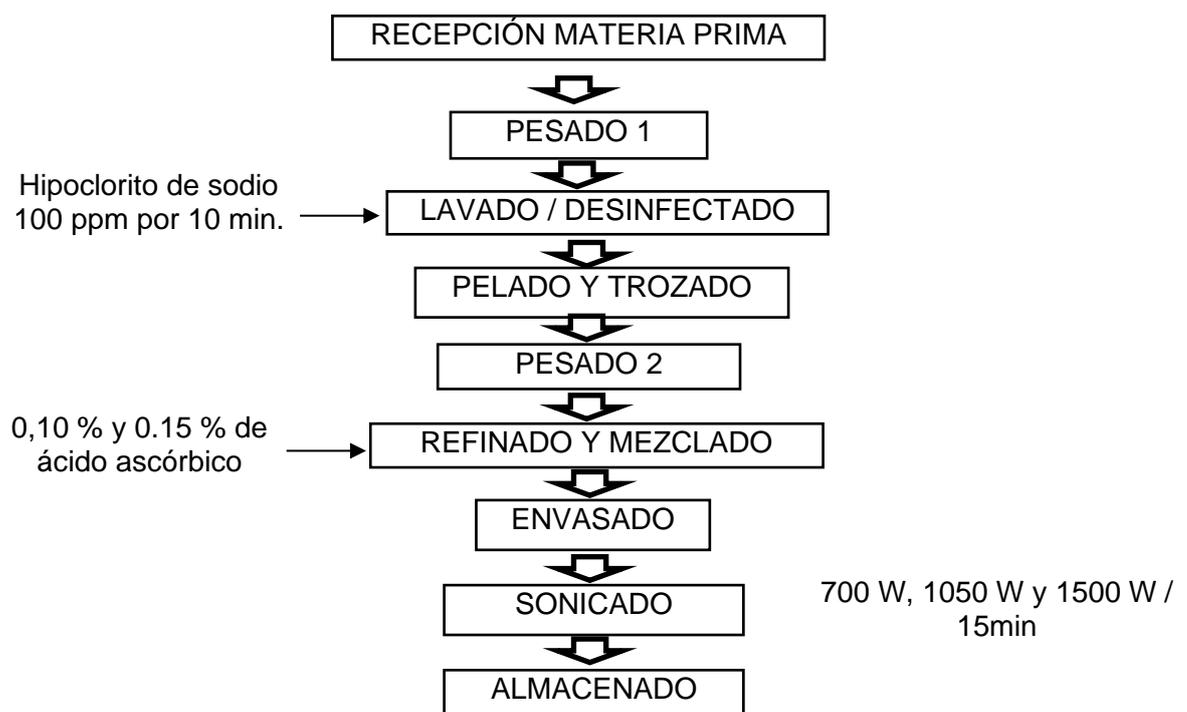


Figura 2. Diagrama de flujo en la elaboración de la crema de palta.

- **Recepción de materia prima:** Se recibió la fruta de variedad fuerte de un tamaño estándar para tener un mejor resultado
- **Pesado 1:** Se pesó la fruta recibida para luego poder tener el balance de materia en la crema de palta
- **Lavado y desinfectado:** La operación de lavado se realizó en tinas de plástico para luego poder desinfectarlos con hipoclorito de sodio en 100ppm por un lapso de 10 min
- **Pelado y trozado:** Esta operación se realizó el pelado de todas las frutas, extracción de la semilla y el trozado de la pulpa
- **Pesado 2:** En esta operación se pesó solo la pulpa
- **Refinado y mezclado:** En esta operación se realizó el refinado de la pulpa y el mezclado en distintos tipos de concentraciones de ácido ascórbico.
- **Envasado:** El envasado se realizó en bolsas de polietileno de acuerdo a los tratamientos respectivos en tres repeticiones
- **Sonicado:** Esta operación se realizó en por un lapso de 15 minutos con tres tipos de potencias
- **Almacenado:** El almacenamiento se realizó en refrigeración a una temperatura de 6°C

3.4 Métodos de análisis

3.4.1 Determinación de las características de la materia prima

Consistió en registrar las características biométricas y fisicoquímicas (pH y Acidez) de las paltas, de acuerdo a los procedimientos de la (AOAC 981.12, 1982).

3.4.2 Análisis fisicoquímico

3.4.2.1 Medición del color

La medición de color se realizó utilizando el colorímetro (Colorímetro Konica Minolta, CR-400 Color Reader, Japón). Por cada tratamiento se realizó seis lecturas y, 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°. Para poder determinar la diferencia total del color (ΔE^*) se utilizó la **Ecuación 1** de Hunter-Scottfield 168 (Francis & Clydesdale, 1975):

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

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.

3.4.2.2 Medición del pH

Se midió mediante el método de la AOAC 981.12 (1982).

3.4.2.3 Medición de la acidez

Se utilizó el método de la AOAC 942.15 (1965).

3.4.3 Contenido de microorganismos (mohos y levaduras)

Se realizó la cuantificación del contenido de mohos y levaduras a las muestras tratadas con ultrasonido y no tratadas. Previamente se realizó una revisión de los materiales y medios de cultivo a utilizar y se esterilizaron en autoclave (JpSelecta) a 121 °C por 15 min. Se utilizó la técnica reportada en la NOM-111-SSA1 (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"), 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 g de muestra 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, se uniformizó con movimientos lentos. Se esperó a que se coagulara el medio para ponerlos film para que no se contaminen. Las placas Petri se incubaron (ECOCELL 50) a 20 °C/120 h cultivo de mohos, 35 °C/48 h para cultivo de levaduras, posteriormente se contaron las colonias y se reportó en Log UFC/mL.

3.4.4 Evaluación de las características sensoriales

Esta etapa consistió en identificar las características sensoriales respecto a la consistencia, sabor, color y aroma, los que se evaluaron con 15 panelistas semientrenados a una escala hedónica del 1 al 7, donde el máximo valor de apreciación era el 7, como se muestra en la **Tabla 6**.

Tabla 6. Escala hedónica de las características sensoriales.

Numeración	Escala
1	Extremadamente agradable
2	Muy agradable
3	Agradable
4	Ni agradable ni desagradable
5	Desagradable
6	Muy desagradable
7	Extremadamente desagradable

Fuente: Espinoza (2022).

3.5 Diseño experimental y análisis estadístico

Los resultados obtenidos tanto para las características cuantitativas de color, fisicoquímico (pH y acidez), microbiológicas (mohos y levaduras), se evaluaron mediante un diseño completamente al azar DCA con arreglo factorial de 3x2, n=3, $p < 0,05$, con 06 tratamientos combinados más 01 tratamiento testigo, 3 repeticiones por cada tratamiento en estudio, resultados que fueron analizados en cada variable con su respectivo análisis de varianza (ANVA). Para la clasificación de tratamientos se aplicó la prueba de Tukey ($\alpha = 5\%$), aplicando la ecuación propuesta para los dos factores: la primera de proporción de ácido ascórbico (con 2 niveles = 0,1% y 0,15%) y potencia de ultrasonido (con 3 niveles de 750w, 1050w y 1500w) como se indican a continuación:

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

Dónde:

Y_{ij} : Tratamiento sometido a la i-ésima proporción y la j-ésima potencia de ultrasonido.

μ : Efecto de la media general.

α_i : Efecto del i-ésimo nivel de proporción de ácido ascórbico.

- β_j : Efecto del j-ésimo nivel de potencia de ultrasonido.
- $(\alpha\beta)_{ij}$: Efecto de la interacción de la i-ésima proporción y la j-ésima potencia de ultrasonido.
- ε_{ij} : Error experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Evaluación de las características color

La variación del color (ΔE) presentó diferencias significativas ($p < 0,05$), a nivel de los factores de los tratamientos: proporción de ácido ascórbico (A) por potencia (B). En la **Tabla 7** se aprecia el resultado del efecto de los factores (A y B) y la interacción de ambos factores (A x B).

El análisis de color fue expresado en ΔE de los diferentes tratamientos de la crema de palta en función al tiempo de almacenamiento de 0, 7 y 14 días; es así que, en la **Tabla 7** se puede apreciar que los factores de proporción de ácido ascórbico y potencia de ultrasonido analizados independientemente poseen diferencias significativas de ΔE , y además la combinación de factores en todos los tratamientos de ultrasonido en sus diferentes concentraciones de ácido ascórbico son iguales estadísticamente entre sí, pero son diferentes con respecto al tratamiento testigo T_0 , obteniendo este último el mayor valor de ΔE con respecto al color.

Tabla 7. Resultados del análisis de color (expresado en ΔE) para la crema de palta (*Persea americana*) en tres tiempos de almacenamiento.

TRATAMIENTOS	Análisis de color (ΔE) en almacenamiento (días)			
	Factor A*	0 días	7 días	14 días
a ₀ (0 %)		35,18±5,35 ^c	26,14±8,18 ^b	21,65±6,53 ^b
a ₁ (0,1%)		52,80±2,64 ^b	50,58±2,25 ^a	42,61±4,32 ^a
a ₂ (0,15%)		51,36±1,56 ^a	48,72±1,89 ^a	41,91±4,93 ^a
Factor B*				
b ₀ (0 W)		35,18±5,35 ^b	26,12±8,18 ^b	21,65±6,53 ^b
b ₁ (750 W)		52,63±1,45 ^a	48,50±0,60 ^a	40,74±1,61 ^a
b ₂ (1050 W)		52,14±0,00 ^a	50,57±0,07 ^a	43,02±0,52 ^a
b ₃ (1500 W)		51,47±0,85 ^a	49,87±0,25 ^a	43,01±0,22 ^a
A x B**				
T ₀ : (a ₀ ,b ₀)		35,18±5,35 ^b	26,13±8,18 ^b	21,64±6,53 ^b
T ₁ : (a ₁ ,b ₁)		53,33±3,26 ^a	50,62±3,76 ^a	43,79±1,82 ^a
T ₂ : (a ₁ ,b ₂)		51,92±1,20 ^a	46,37±2,92 ^a	37,69±4,09 ^a
T ₃ : (a ₁ ,b ₃)		52,52±2,18 ^a	50,85±1,20 ^a	40,68±5,30 ^a
T ₄ : (a ₂ ,b ₁)		51,74±2,19 ^a	50,29±1,30 ^a	45,34±4,57 ^a
T ₅ : (a ₂ ,b ₂)		52,54±2,49 ^a	50,26±1,79 ^a	43,35±5,83 ^a
T ₆ : (a ₂ ,b ₃)		50,39±1,29 ^a	49,47±1,44 ^a	42,67±6,14 ^a

* Resultados expresados como promedio \pm desviación estándar, $p < 0,05$.

**Resultados de la interacción expresados como promedio \pm desviación estándar, $p < 0,05$.

Por otro lado, en una investigación similar se evaluó el efecto del ultrasonido sobre el tamaño de partícula, el color, la viscosidad y la actividad de la polifenoloxidasas de la crema de palta diluido en 1:2, 1:5 y 1:9 tratados a 20 kHz (375 W/cm) durante 0 – 10 minutos. muestra que los valores de ΔE tratadas con ultrasonido son mayores que la muestra control. Asimismo, la actividad de PFO (Polifenoloxidasas) aumentó en gran medida en todas las condiciones de tratamiento desde el 25,1 %, 36,9 % y 187,8 % en la actividad PFO en muestras con relaciones de dilución de 1:2, 1:5 y 1:9, respectivamente. Es así que en nuestra investigación también se vio una diferencia significativa con el tratamiento testigo o control T_0 con respecto al ΔE de color que podría estar relacionada al aumento de la actividad de PFO debido a la aplicación del ultrasonido de las partículas molidas de la palta (Bi et al., 2015). Además, según (Orozco et al., 2012) otro trabajo similar dónde se obtuvo un guacamole en combinaciones de cebolla al 2 %, ajo al 0,5 % y ultrasonido a 135 kHz por un tiempo de 10 minutos, aumentando la actividad de la polifenoloxidasas y la actividad oxidativa hasta un 52 %.

Además, en el aguacate la enzima de la polifenoloxidasas se encuentra en los cloroplastos y los compuestos fenólicos en las vacuolas. Durante la maceración de la pulpa de aguacate, ocurre una compartimentalización celular por lo que entran en contacto la enzima con el sustrato y se inicia la reacción de oscurecimiento enzimática afectando así la calidad de la crema de palta (Jacobov- Velázquez et al., 2013).

4.2 Evaluación de las características fisicoquímicas (pH y acidez)

Los resultados del pH y la acidez presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$), a nivel de los factores de los tratamientos: proporción de ácido ascórbico (A) por potencia (B). En la **Tabla 8** y **Tabla 9** se aprecia el resultado del efecto de los factores (A y B) y la interacción de ambos factores (A x B).

La evaluación físico-químico analizó el pH y la acidez de los diferentes tratamientos de la crema de palta en función al tiempo de almacenamiento de 0, 7 y 14 días como se puede apreciar para el caso del pH en la **Tabla 8**. claramente se puede apreciar el resultado de los factores independientes de proporción de ácido ascórbico y potencia de ultrasonido poseen diferencias significativas, y los tratamientos combinados de ultrasonido en sus diferentes concentraciones de ácido ascórbico son diferentes estadísticamente entre sí incluyendo al tratamiento

testigo, pero el tratamiento que consiguió mejor valor fue el tratamiento T₄ y el tratamiento testigo T₀, el cual alcanzó 6,63; 6,57; y 6,72 de 0, 7 y 14 días de almacenamiento respectivamente.

Tabla 8. Resultados del análisis de pH para la crema de palta (*Persea americana*) en tres tiempos de almacenamiento.

TRATAMIENTOS	Análisis de pH en almacenamiento (días)			
	Factor A*	0 días	7 días	14 días
a ₀ (0 %)		7,07±0,03 ^a	6,43±0,00 ^a	6,70±0,08 ^a
a ₁ (0,1%)		6,56±0,05 ^c	6,38±0,01 ^b	6,54±0,02 ^b
a ₂ (0,15%)		6,66±0,01 ^b	6,43±0,02 ^a	6,69±0,01 ^a
Factor B*				
b ₀ (0 W)		7,07±0,031 ^a	6,43±0,00 ^b	6,70±0,08 ^a
b ₁ (750 W)		6,63±0,09 ^b	6,43±0,01 ^b	6,64±0,01 ^{ab}
b ₂ (1050 W)		6,56±0,01 ^b	6,49±0,01 ^a	6,63±0,03 ^b
b ₃ (1500 W)		6,64±0,01 ^b	6,30±0,00 ^a	6,58±0,00 ^b
A x B**				
T ₀ : (a ₀ ,b ₀)		7,07±0,03 ^a	6,43±0,00 ^{bc}	6,70±0,08 ^a
T ₁ : (a ₁ ,b ₁)		6,67±0,13 ^{bc}	6,45±0,02 ^b	6,63±0,01 ^{ab}
T ₂ : (a ₁ ,b ₂)		6,58±0,01 ^{cd}	6,40±0,01 ^c	6,63±0,02 ^{ab}
T ₃ : (a ₁ ,b ₃)		6,49±0,01 ^d	6,41±0,00 ^{bc}	6,43±0,04 ^c
T ₄ : (a ₂ ,b ₁)		6,63±0,00 ^{cd}	6,57±0,02 ^a	6,72±0,00 ^a
T ₅ : (a ₂ ,b ₂)		6,50±0,00 ^d	6,28±0,02 ^d	6,55±0,01 ^b
T ₆ : (a ₂ ,b ₃)		6,77±0,01 ^b	6,30±0,03 ^d	6,71±0,01 ^a

* Resultados expresados como promedio ± desviación estándar, $p < 0,05$.

**Resultados de la interacción expresados como promedio ± desviación estándar, $p < 0,05$.

Podemos darnos cuenta de la **Tabla 8**, que los niveles de pH son diferentes estadísticamente en todos los tratamientos, además que el mayor valor de pH lo tiene el tratamiento testigo T₀, debido a que esta muestra no tuvo adición del ácido ascórbico, Sin embargo, según (Jacobo-Velázquez et al., 2013) en su investigación evaluó los fenómenos bioquímicos en el almacenamiento de crema de palta combinado con antioxidantes naturales en condiciones de alta presión hidrostática, presentando disminuciones significativas en el pH, las cuales se atribuyeron a la adición de ácidos, siendo el pH del tratamiento control un promedio de 6,49.

Por otro lado, se hizo el análisis de la acidez (ácido predominante es el ácido oleico) en la crema de palta (*Persea americana*) en función a los días de almacenamiento las que compara en la **Tabla 9**, pudiéndose apreciar que el análisis de factores independientes como la proporción de ácido ascórbico y potencia de

ultrasonido son diferentes estadísticamente y en el caso de la evaluación de tratamientos combinados el tratamiento T₄ es igual de bueno que el tratamiento testigo T₀ especialmente en el día 7 y 14, mostrando un valor menor de acidez el cual influye directamente en el sabor ácido de la crema de palta.

Tabla 9. Resultados del análisis de la acidez para la crema de palta (*Persea americana*) en tres tiempos de almacenamiento.

TRATAMIENTOS	Análisis de acidez en almacenamiento (días)		
	0 días	7 días	14 días
Factor A*			
a ₀ (0 %)	0,025±0,00 ^a	0,129±0,02 ^a	0,107±0,01 ^a
a ₁ (0,1%)	0,109±0,01 ^c	0,143±0,01 ^a	0,122±0,01 ^a
a ₂ (0,15%)	0,871±0,01 ^b	0,120±0,01 ^a	0,106±0,01 ^a
Factor B*			
b ₀ (0 W)	0,025±0,00 ^a	0,128±0,02 ^a	0,107±0,01 ^a
b ₁ (750 W)	0,089±0,00 ^b	0,111±0,01 ^a	0,116±0,00 ^a
b ₂ (1050 W)	0,119±0,00 ^c	0,126±0,01 ^a	0,107±0,00 ^a
b ₃ (1500 W)	0,086±0,00 ^b	0,158±0,00 ^b	0,118±0,01 ^a
A x B**			
T ₀ : (a ₀ ,b ₀)	0,025±0,00 ^a	0,128±0,02 ^a	0,107±0,01 ^{abc}
T ₁ : (a ₁ ,b ₁)	0,081±0,01 ^{bc}	0,113±0,00 ^a	0,102±0,01 ^{abc}
T ₂ : (a ₁ ,b ₂)	0,098±0,00 ^d	0,109±0,01 ^a	0,130±0,02 ^{cd}
T ₃ : (a ₁ ,b ₃)	0,152±0,01 ^e	0,143±0,02 ^{ab}	0,122±0,01 ^{bcd}
T ₄ : (a ₂ ,b ₁)	0,087±0,00 ^{bcd}	0,109±0,01 ^a	0,092±0,00 ^a
T ₅ : (a ₂ ,b ₂)	0,094±0,01 ^{cd}	0,173±0,02 ^b	0,141±0,01 ^d
T ₆ : (a ₂ ,b ₃)	0,077±0,01 ^b	0,143±0,02 ^{ab}	0,096±0,01 ^{ab}

* Resultados expresados como promedio ± desviación estándar, $p < 0,05$.

**Resultados de la interacción expresados como promedio ± desviación estándar, $p < 0,05$.

Asimismo, según (Jacobo-Velázquez et al., 2013) en todos sus tratamientos la acidez titulable descendió con muestreos al día 25 y 30 lo que al final se estabilizó sin presentarse diferencias significativas hasta el término de los 45 días de almacenamiento, encontrándose entre un aumento de los valores de acidez titulable y la disminución del pH.

Es así que, los resultados en nuestra investigación demuestran la liberación de ácidos orgánicos por efecto de la aplicación de ultrasonido como puede ser similar a la aplicación de altas presiones, siendo los cambios más notorios en el día 14 del almacenamiento con relación al pH y acidez, lo que sugiere la liberación de los ácidos orgánicos hacia la matriz de palta.

4.3 Evaluación del contenido de microorganismos (mohos y levaduras)

Los resultados del contenido de mohos y levaduras presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$), a nivel de los factores de los tratamientos: proporción de ácido ascórbico (A) por potencia (B). En la **Tabla 10** y **Tabla 11** se aprecia el resultado del efecto del factor A y B y la interacción de ambos factores (A x B).

El análisis microbiológico de la crema de palta de los tratamientos de ultrasonido y ácido ascórbico incluyendo al tratamiento testigo fueron comparados en 3 etapas de almacenamiento, siendo para el caso de mohos tal como se muestra en la **Tabla 10**, donde todos los factores analizados de forma independiente de proporciones de ácido ascórbico y potencia de ultrasonido son estadísticamente iguales entre sí, pero diferentes con todos los tratamientos testigos (a_0 y b_0), además los análisis combinados de factores muestran que tratamientos con ultrasonido y ácido ascórbico son iguales entre sí pero fueron diferentes estadísticamente con el tratamiento testigo T_0 , siendo este último mayor en cantidades de Log de UFC (unidades formadoras de colonias) de mohos en el día 0, 7 y 14 respectivamente. Al respecto se entiende que, el ultrasonido puede bajar las cargas microbianas en los alimentos (Restrepo et al., 2016).

Tabla 10. Resultados del análisis microbiológico con respecto al análisis de Mohos para la crema de palta (*Persea americana*) en tres tiempos de almacenamiento.

Tratamientos	Análisis del contenido de mohos en almacenamiento (días)		
	0 días (Log UFC/g)	7 días (Log UFC/g)	14 días (Log UFC/g)
Factor A			
a_0 (0 %)	15,00±7,07 ^b	15,50±0,00 ^b	16,50±2,12 ^b
a_1 (0,1%)	0,83±1,04 ^a	1,83±0,29 ^a	2,83±1,53 ^a
a_2 (0,15%)	0,50±0,50 ^a	1,67±1,15 ^a	3,50±3,04 ^a
Factor B			
b_0 (0 W)	15,00±7,07 ^b	15,50±0,71 ^b	16,50±2,12 ^b
b_1 (750 W)	0,25±0,35 ^a	1,50±0,71 ^a	3,00±2,12 ^a
b_2 (1050 W)	0,75±0,35 ^a	2,25±1,06 ^a	4,25±3,89 ^a
b_3 (1500 W)	1,00±1,41 ^a	1,50±0,71 ^a	2,25±0,35 ^a
A x B			
T_0 : (a_0, b_0)	15,00±7,07 ^b	15,50±0,71 ^b	16,50±2,12 ^b
T_1 : (a_1, b_1)	0,00±0,00 ^a	2,00±1,41 ^a	4,50±2,12 ^a
T_2 : (a_1, b_2)	0,50±0,71 ^a	1,00±1,41 ^b	1,50±2,12 ^a
T_3 : (a_1, b_3)	0,50±0,71 ^a	1,50±0,71 ^a	1,50±0,71 ^a
T_4 : (a_2, b_1)	1,00±0,00 ^a	3,00±2,83 ^a	7,00±2,83 ^a
T_5 : (a_2, b_2)	2,00±1,41 ^a	2,00±1,41 ^a	2,50±2,12 ^a
T_6 : (a_2, b_3)	0,00±0,00 ^a	1,00±0,00 ^a	2,00±1,41 ^a

* Resultados expresados como promedio ± desviación estándar, $p < 0,05$.

**Resultados de la interacción expresados como promedio ± desviación estándar, $p < 0,05$.

Por otro lado, se observa que en la **Tabla 11** los valores comparativos con respecto a la presencia de levaduras en Log de UFC (unidades formadoras de colonia) en la crema de palta en todos los tratamientos evaluados a los 0, 7 y 14 días, donde claramente se aprecian que, tanto para la evaluación de factores independientes (La letra “a” representa los valores de proporción de ácido ascórbico y la letra “b” representa los valores de potencia de ultrasonido) y combinados al día 0 no existen diferencias significativas entre todos los tratamientos, y en el caso del día 7 existen diferencias significativas ($p < 0,05$) en el análisis independiente de factores, notándose que los factores combinados son todos iguales estadísticamente, pero al día 14 el tratamiento testigo T₀ y el T₄ logran la mayor cantidad en Log de UFC de levaduras, siendo diferentes estadísticamente con el resto de tratamientos. Al respecto (Awad et al., 2012) además podemos asumir que el exceso de ultrasonido hace que el alimento se vuelva más susceptible de contaminación si no lo envasamos adecuadamente .

Tabla 11. Resultados del análisis microbiológico con respecto al análisis de Levaduras para la crema de palta (*Persea americana*) en tres tiempos de almacenamiento.

Tratamientos	Análisis del contenido de levaduras en almacenamiento (días)		
	0 días (Log UFC/g)	7 días (Log UFC/g)	14 días (Log UFC/g)
Factor A*			
a ₀ (0 %)	2,50±2,12 ^a	4,00±2,83 ^b	36,00±7,07 ^b
a ₁ (0,1%)	2,33±0,58 ^a	4,17±1,26 ^a	9,50±3,04 ^a
a ₂ (0,15%)	1,17±0,58 ^a	4,00±1,80 ^a	12,00±7,37 ^a
Factor B*			
b ₀ (0 W)	2,50±2,12 ^a	4,00±2,83 ^b	36,00±7,07 ^b
b ₁ (750 W)	1,75±0,35 ^a	3,25±0,35 ^a	5,75±0,35 ^a
b ₂ (1050 W)	1,25±1,06 ^a	3,25±1,06 ^a	15,75±6,01 ^a
b ₃ (1500 W)	2,25±1,06 ^a	5,75±0,35 ^a	10,75±0,35 ^a
A x B**			
T ₀ : (a ₀ ,b ₀)	2,50±2,12 ^a	4,00±2,83 ^a	38,50±10,61 ^b
T ₁ : (a ₁ ,b ₁)	2,00±1,41 ^a	3,00±1,41 ^a	6,00±2,83 ^a
T ₂ : (a ₁ ,b ₂)	1,50±2,12 ^a	3,50±3,54 ^a	5,50±2,12 ^a
T ₃ : (a ₁ ,b ₃)	2,00±1,41 ^a	4,00±1,41 ^a	11,50±4,95 ^a
T ₄ : (a ₂ ,b ₁)	0,50±0,71 ^a	2,50±0,71 ^a	20,00±9,90 ^{ab}
T ₅ : (a ₂ ,b ₂)	3,00±1,41 ^a	5,50±0,71 ^a	11,00±2,83 ^a
T ₆ : (a ₂ ,b ₃)	1,50±0,71 ^a	6,00±1,41 ^a	10,50±6,36 ^a

* Resultados expresados como promedio ± desviación estándar, $p < 0,05$.

**Resultados de la interacción expresados como promedio ± desviación estándar, $p < 0,05$.

El análisis microbiológico estuvo basado en la Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano aprobados con RM N° 615-2003 SA/DM) en el ítem 13.2 Salsas (de tomate, picantes, de soya, de tamarindo, de mostaza) y aderezos (MINSA - DIGESA, 2008), encontrándose todos los tratamientos en estudio por debajo del límite permisible de las unidades formadoras de colonias de mohos y levaduras, entendiéndose que, la sal pudo haber influido como un agente antimicrobiano en las muestras. Sin embargo, las muestras tratadas con ultrasonido y ácido ascórbico mostraron diferencias estadísticas ($p>0,05$) con relación al tratamiento testigo T_0 , siendo mucho menores y en la mayoría de casos sin la presencia de mohos y levaduras. Al respecto se hace referencia que el ultrasonido puede bajar las cargas microbianas en los alimentos, siendo este un caso coincidente (Restrepo et al., 2016).

4.4 Evaluación de las características sensoriales

El análisis sensorial de la crema de palta en cuanto a consistencia, sabor, color y aroma se compararon al finalizar los 14 días de conservación como se muestra en la **Tabla 12**. Pudiéndose notar que en todas las características del análisis sensorial el tratamiento testigo fue el que obtuvo el mejor resultado, siendo diferentes además todos los tratamientos en estudio.

Tabla 12. Resultados del análisis sensorial (expresado en %) para frutos de Palta (*Persea americana*) en tres estados de madurez.

Análisis sensorial	Característica sensorial			
	Consistencia	Sabor	Color	Aroma
T_0	6,50±0,52 ^a	6,57±0,86 ^a	7,00±0,52 ^a	6,83±0,51 ^a
T_1 (700 w/ 0,10%)	6,33±0,64 ^a	6,37±0,51 ^a	4,77±0,62 ^{bcd}	6,13±0,64 ^a
T_2 (700 w/ 0,15%)	4,97±0,52 ^b	3,83±0,83 ^{cd}	4,73±0,51 ^{cd}	3,70±0,51 ^{bc}
T_3 (1050 w/ 0,10%)	2,93±0,70 ^{cde}	3,60±0,68 ^d	4,30±0,52 ^d	3,70±0,52 ^c
T_4 (1050 w/ 0,15%)	2,23±0,62 ^e	2,43±0,63 ^{fg}	2,87±0,68 ^{efg}	2,20±0,62 ^{de}
T_5 (1500 w/ 0,10%)	2,67±0,70 ^{def}	2,80±0,74 ^{efg}	2,23±0,52 ^{fg}	2,93±0,80 ^{ef}
T_6 (1500 w/ 0,15%)	2,37±0,59 ^{ef}	2,40±0,51 ^g	2,10±0,52 ^g	2,50±0,77 ^f

Cada valor es la media de tres repeticiones \pm g desviación estándar. Medias con diferente letra de superíndice en vertical son significativamente diferentes ($p<0,05$). La letra "a" representa los valores de potencias ($a_1=750$ w; $a_2=1050$ w; $a_3=1500$ w) y la letra "b" representa los valores de tiempo ($b_1=15'$; $b_2=25'$; $b_3=35'$).

Es así que el mejor tratamiento de ultrasonido a diferentes concentraciones de ácido ascórbico fue el T₁, notándose que la calidad sensorial fue afectada en el resto de tratamientos debido a la acción de enzimas oxidativas, que fácilmente se activan con la aplicación del ultrasonido, sin combinarse con otras tecnologías (Jacobo-Velázquez et al., 2013). Por otro lado, el efecto del ultrasonido sobre la consistencia en la pulpa de palta hace que esta sea más blanda y más viscoelástica mejorando así su consistencia (Fariñas et al., 2021).

V. CONCLUSIONES

A continuación, se muestran las conclusiones de acuerdo a los objetivos planteados de la tesis:

El efecto del ultrasonido y concentraciones de ácido ascórbico relacionado a las características de color en la crema de palta (*Persea americana*) durante su almacenamiento fueron todos de mayor valor en ΔE y diferentes con relación al tratamiento testigo que solo tuvo adición de sal con un ΔE de $21,64 \pm 0,01$ frente a al tratamiento mayor T₄ que alcanzó $45,34 \pm 0,00$ en el día 14.

El efecto del ultrasonido y concentraciones de ácido ascórbico sobre las características fisicoquímicas en la crema de palta (*Persea americana*) durante su almacenamiento los cambios fueron más notorios en el día 14 con relación al aumento del pH y disminución de la acidez, debido a la liberación de ácidos orgánicos por efecto de la aplicación de ultrasonido y adición del ácido ascórbico,

El efecto del ultrasonido y concentraciones de ácido ascórbico sobre las características microbiológicas en la crema de palta (*Persea americana*) durante su almacenamiento fueron inferiores a la cantidad de UFC de mohos y levaduras con respecto al tratamiento testigo, echo que se atribuye a la aplicación de ultrasonido en la disminución de carga microbiana.

El efecto del ultrasonido y concentraciones de ácido ascórbico sobre las características sensoriales en la crema de palta (*Persea americana*) durante su almacenamiento fueron diferentes, pero para el caso de los tratamientos T₁ y el testigo fresco T₀, alcanzaron los mejores resultados con respecto a la consistencia, sabor, color y aroma con el cualitativo de muy bueno, debiéndose esta apreciación sensorial a la acción de enzimas oxidativas activadas por el ultrasonido.

VI. RECOMENDACIONES

La investigación determinó que se debe aplicar bajas potencias de ultrasonido para evitar activar demasiado a las enzimas oxidativas.

Además, debe combinarse esta tecnología de ultrasonido, con temperaturas y agentes antioxidantes como los aceites esenciales para lograr mejores resultados.

Utilizar las medidas de bioseguridad en el proceso de obtención de la crema de palta con ultrasonido y concentraciones de ácido ascórbico

Se recomienda utilizar envases evitando la contaminación del medio ambiente

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo, C. (1993). Conservación de pulpa de palta (*Persea americana*). *Alimentos*, 18(4), 11-14.
- 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
- 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
- Awad, T. S., Moharram, H. A., Shaltout, O. E., Asker, D., & Youssef, M. M. (2012). Applications of ultrasound in analysis, processing and quality control of food: A review. *Food Research International*, 48(2), 410-427. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.05.004>
- Ayala Castillo, W. L. (2020). Estudio de la cadena productiva del cultivo de palta fuerte en el Valle de Omate, Region Moquegua, 2020. *Universidad Autónoma San Francisco*. <http://repositorio.uasf.edu.pe//handle/UASF/359>
- Bi, X., Hemar, Y., Balaban, M. O., & Liao, X. (2015). The effect of ultrasound on particle size, color, viscosity and polyphenol oxidase activity of diluted avocado puree. *Ultrasonics Sonochemistry*, 27, 567-575. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2015.04.011>
- Chambers, L. A. (1937). THE INFLUENCE OF INTENSE MECHANICAL VIBRATION ON THE PROTEOLYTIC ACTIVITY OF PEPSIN. *Journal of Biological Chemistry*, 117(2), 639-649. [https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(18\)74564-X](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)74564-X)
- Chulli, P. K. L., & Armijos, E. M. L. (2013). *INGENIERAS EN ALIMENTOS*. 219.
- Coello, V., & Salazar, D. (2015). *Efecto de la adición de Ácido Ascórbico y Butil Hidroxitolueno (BHT) en la oxidación enzimática y rancidez oxidativa de pasta de aguacate (Persea americana) variedades Hass y Bacon* [Bachelor Thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Carrera de Ingeniería en Alimentos]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/9365>
- De Gea, I. (2019). *Efecte de l'aplicació d'ultrasons sobre la inhibició de la polifenoloxidasa i peroxidasa en patata (Solanum tuberosum)* [Bachelor

- thesis, Universitat Politècnica de Catalunya].
<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/166999>
- Espinoza, S. (2022). *Elaboración de yogur batido enriquecido con fibra de tuna (Opuntia ficus-indica) edulcorado con stevia (Stevia rebaudiana)*.
<http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/7821>
- Fariñas, L., Sanchez-Torres, E. A., Sanchez-Jimenez, V., Diaz, R., Benedito, J., & Garcia-Perez, J. V. (2021). Assessment of avocado textural changes during ripening by using contactless air-coupled ultrasound. *Journal of Food Engineering*, 289, 110266. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110266>
- Francis, F. J., & Clydesdale, F. M. (1975). *Food colorimetry: Theory and applications*. AVI Publishing Co. Inc.
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19760423502>
- Jacobo-Velázquez, D. A., Castellanos-Dohnal, G., Caballero-Mata, P., & Hernández-Brenes, C. (2013). Biochemical changes during the storage of high hydrostatic pressure processed avocado puree in the presence of natural antioxidants. *CyTA - Journal of Food*, 11(4), 379-391.
<https://doi.org/10.1080/19476337.2013.775185>
- Lehninger, A. L., & Nelson, D. L. (1999). *Principios de Bioquímica*. 2da Edición. Spain: Omega, 453-456.
- Leong, T., Johansson, L., Mawson, R., McArthur, S. L., Manasseh, R., & Juliano, P. (2016). Ultrasonically enhanced fractionation of milk fat in a litre-scale prototype vessel. *Ultrasonics Sonochemistry*, 28, 118-129.
<https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2015.06.023>
- Liñan, J., & Puma, G. (2021). *ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE PALTA FUERTE (persea americana) DURANTE EL ALMACENAMIENTO EN REFRIGERACIÓN*. <https://doi.org/10.21704/ac.v82i2.1792>
- Lopez, P., & Burgos, J. (1995). Peroxidase Stability and Reactivation after Heat Treatment and Manothermosonication. *Journal of Food Science*, 60(3), 451-455. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1995.tb09801.x>
- 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>

- Montado, M. de J. (2006). UNAN – LEÓN.
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:UeRfg7a33ZAJ:riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/954/1/209362.pdf&cd=3&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe>
- 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.
- Orozco, M. L., Prieto, R. E., & Díaz, L. E. (2012). *EFFECTO DE LA ADICIÓN DE CEBOLLA, AJO Y LA APLICACIÓN DE ULTRASONIDO DE ALTA INTENSIDAD SOBRE LA ACTIVIDAD DE LA POLIFENOLOXIDASA EN GUACAMOLE.* 4.
- Restrepo, A., Restrepo, M., Fuentes, M., & Durango, M. (2016). *EVALUACIÓN DEL USO POTENCIAL DE LA TECNOLOGÍA DE ULTRASONIDO SOBRE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DE LA PULPA DE AGUACATE.*
<https://www.proquest.com/openview/40c73997e17cece00a835031b6fa9597/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1806352>
- Risco, M. (2007). *Conociendo la cadena productiva de la palta en Ayacucho.*
<https://es.slideshare.net/neryyanethgalvezjeri/conociendo-lacadenaproductivadelapaltaenayacucho1-53155685>
- Santa María, A. L. P., & Cardozo, I. I. M. (2020). *EXPORTACIONES DE PALTA PERUANA (Persea americana) PERIODO 2015-2020.*
- Tarazona, L. (2022, abril 30). *Perú contribuye con el 8.6% de la producción mundial de palta.* Logística 360. <https://www.logistica360.pe/palta/>
- Vega, N. A., Salazar, S. A., Bautista, L. T., Muñoz, G. E., Vega, N. A., Salazar, S. A., Bautista, L. T., & Muñoz, G. E. (2020). *EVALUACIÓN DEL EFECTO INHIBIDOR DE LA ENZIMA POLIFENOL OXIDASA EN UNA SALSA DE AGUACATE (PERSEA AMERICANA).* *Entre Ciencia e Ingeniería*, 14(27), 58-62. <https://doi.org/10.31908/19098367.0007>

ANEXOS

ANEXO 1 – Panel fotográfico



Figura 3. Equipos utilizados en el proceso de la obtención de crema a partir de la palta



Figura 4. Materia prima e insumos



Figura 5. Procedimiento en la elaboración de crema a partir de la palta



Figura 6. Aplicación de ultrasonido en la crema de palta

ANEXO 2 – Ficha de evaluación sensorial

Consistencia

Prueba de Friedman

Testigo	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T ²	p
6.50	6.33	4.97	2.93	2.23	2.67	2.37	65.40	<0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 9.836

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
T4	33.50	2.23	15	A
T6	35.50	2.37	15	A B
T5	40.00	2.67	15	A B C
T3	44.00	2.93	15	B C D
T2	74.50	4.97	15	E
T1	95.00	6.33	15	F
Testigo	97.50	6.50	15	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

Sabor

Prueba de Friedman

Testigo	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T ²	p
6.57	6.37	3.83	3.60	2.43	2.80	2.40	46.51	<0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 10.959

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
T6	36.00	2.40	15	A
T4	36.50	2.43	15	A B
T5	42.00	2.80	15	A B C
T3	54.00	3.60	15	D
T2	57.50	3.83	15	D E
T1	95.50	6.37	15	F
Testigo	98.50	6.57	15	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

Color

Prueba de Friedman

Testigo	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T ²	p
	7.00	4.73	4.77	4.30	2.87	2.23	2.10	39.87 <0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 11.646

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
T6	31.50	2.10	15	A
T5	33.50	2.23	15	A B
T4	43.00	2.87	15	A B C
T3	64.50	4.30	15	D
T2	71.00	4.73	15	D E
T1	71.50	4.77	15	D E F
Testigo	105.00	7.00	15	G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

Aroma

Prueba de Friedman

Testigo	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T ²	p
	6.83	6.13	3.70	3.70	2.20	2.93	2.50	48.64 <0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 10.873

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n	
T4	33.00	2.20	15	A
T6	37.50	2.50	15	A B
T5	44.00	2.93	15	B C
T3	55.50	3.70	15	D
T2	55.50	3.70	15	D E
T1	92.00	6.13	15	F
Testigo	102.50	6.83	15	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

ANEXO 3 – Mohos

ANOVA

Mohos día 0

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	357,857	6	59,643	7,877	,008
Dentro de grupos	53,000	7	7,571		
Total	410,857	13			

Subconjuntos homogéneos

Mohos día 0

HSD Tukey^a

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T1	2	,0000	
6,00	2	,0000	
T2	2	,5000	
T3	2	,5000	
T4	2	1,0000	
5,00	2	2,0000	
,00	2		15,0000
Sig.		,986	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 2,000.

Unidireccional

ANOVA

Mohos día 7

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	329,857	6	54,976	25,656	,000
Dentro de grupos	15,000	7	2,143		
Total	344,857	13			

Subconjuntos homogéneos

Mohos día 7

HSD Tukey^a

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T2	2	1,0000	
6,00	2	1,0000	
T3	2	1,5000	
T1	2	2,0000	
5,00	2	2,0000	
T4	2	3,0000	
,00	2		15,5000
Sig.		,804	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 2,000.

ANOVA

Mohos día 14

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	352,429	6	58,738	14,427	,001
Dentro de grupos	28,500	7	4,071		
Total	380,929	13			

Subconjuntos homogéneos

Mohos día 14

HSD Tukey^a

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T2	2	1,5000	
T3	2	1,5000	
6,00	2	2,0000	
5,00	2	2,5000	
T1	2	4,5000	
T4	2	7,0000	
,00	2		16,5000
Sig.		,219	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 2,000.

ANEXO 4 – Levaduras

ANOVA

Levadura día 0

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	7,714	6	1,286	,563	,750
Dentro de grupos	16,000	7	2,286		
Total	23,714	13			

Subconjuntos homogéneos

levadura día 0

HSD Tukey^a

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05
T4	2	,5000
T2	2	1,5000
6,00	2	1,5000
T1	2	2,0000
T3	2	2,0000
,00	2	2,5000
5,00	2	3,0000
Sig.		,660

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 2,000.

ANOVA

levadura día 7

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	19,429	6	3,238	,824	,585
Dentro de grupos	27,500	7	3,929		
Total	46,929	13			

Subconjuntos homogéneos

levadura día 7

HSD Tukey^a

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05 1
T4	2	2,5000
T1	2	3,0000
T2	2	3,5000
,00	2	4,0000
T3	2	4,0000
5,00	2	5,5000
6,00	2	6,0000
Sig.		,602

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 2,000.

ANOVA

levadura día 14

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1592,857	6	265,476	6,278	,015
Dentro de grupos	296,000	7	42,286		
Total	1888,857	13			

Subconjuntos homogéneos

levadura día 14

HSD Tukey^a

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T2	2	5,5000	
T1	2	6,0000	
6,00	2	10,5000	
5,00	2	11,0000	
T3	2	11,5000	
T4	2	20,0000	20,0000
,00	2		38,5000
Sig.		,383	,190

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 2,000.

ANEXO 5 – pH

ANOVA

pH día 0

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,726	6	,121	45,754	,000
Dentro de grupos	,037	14	,003		
Total	,763	20			

Subconjuntos homogéneos

pH día 0

HSD Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
3,00	3	6,4967			
5,00	3	6,5000			
2,00	3	6,5800	6,5800		
4,00	3	6,6300	6,6300		
1,00	3		6,6700	6,6700	
6,00	3			6,7733	
,00	3				7,0733
Sig.		,076	,380	,244	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

ANOVA

pH día 7

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,167	6	,028	119,306	,000
Dentro de grupos	,003	14	,000		
Total	,170	20			

Subconjuntos homogéneos

pH día 7

HSD Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
5,00	3	6,2867			
6,00	3	6,3067			
2,00	3		6,4067		
3,00	3		6,4100	6,4100	
,00	3		6,4300	6,4300	
1,00	3			6,4500	
4,00	3				6,5767
Sig.		,683	,527	,072	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

ANOVA

pH día 14

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,198	6	,033	24,711	,000
Dentro de grupos	,019	14	,001		
Total	,217	20			

Subconjuntos homogéneos

pH día 14

HSD Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
3,00	3	6,4333		
5,00	3		6,5500	
1,00	3		6,6367	6,6367
2,00	3		6,6367	6,6367
,00	3			6,7033
6,00	3			6,7167
4,00	3			6,7200
Sig.		1,000	,121	,146

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

ANEXO 6 – Acidez

Acidez día 0

ANOVA Acidez día 0

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,025	6	,004	133,205	,000
Dentro de grupos	,000	14	,000		
Total	,026	20			

Subconjuntos homogéneos

Acidez0

HSD Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
,00	3	,0245				
6,00	3		,0771			
1,00	3		,0808	,0808		
4,00	3		,0865	,0865	,0865	
5,00	3			,0940	,0940	
2,00	3				,0978	
3,00	3					,1523
Sig.		1,000	,437	,132	,247	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Acidez día 7

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,010	6	,002	7,091	,001
Dentro de grupos	,003	14	,000		
Total	,013	20			

Subconjuntos homogéneos

Acidez día 7

HSD Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
4,00	3	,1090	
2,00	3	,1090	
1,00	3	,1128	
,00	3	,1278	
3,00	3	,1429	,1429
6,00	3	,1429	,1429
5,00	3		,1730
Sig.		,169	,268

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

ANOVA

Acidez día14

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,006	6	,001	9,120	,000
Dentro de grupos	,002	14	,000		
Total	,008	20			

Subconjuntos homogéneos

Acidez día 14

HSD Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
4,00	3	,0921			
6,00	3	,0959	,0959		
1,00	3	,1015	,1015	,1015	
,00	3	,1072	,1072	,1072	
3,00	3		,1222	,1222	,1222
2,00	3			,1297	,1297
5,00	3				,1410
Sig.		,602	,095	,065	,365

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

ANEXO 7 – Color

ANOVA

Color día 0

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1997,492	6	332,915	40,147	,000
Dentro de grupos	406,328	49	8,292		
Total	2403,821	55			

Subconjuntos homogéneos

Color día 1

HSD Tukey^a

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
,00	8	35,1825	
6,00	8		50,3938
4,00	8		51,7475
2,00	8		51,9288
3,00	8		52,5275
5,00	8		52,5488
1,00	8		53,3313
Sig.		1,000	,404

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 8,000.

ANOVA

Color día 7

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3901,902	6	650,317	46,432	,000
Dentro de grupos	686,290	49	14,006		
Total	4588,192	55			

Subconjuntos homogéneos

Color día 7

HSD Tukey^a

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
,00	8	26,1350	
2,00	8		46,3788
6,00	8		49,4725
5,00	8		50,2600
4,00	8		50,2925
1,00	8		50,6263
3,00	8		50,8500
Sig.		1,000	,225

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 8,000.

ANOVA

Color día 14

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3205,201	6	534,200	20,393	,000
Dentro de grupos	1283,553	49	26,195		
Total	4488,754	55			

Subconjuntos homogéneos

Color día 14

HSD Tukey^a

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
,00	8	21,6475	
2,00	8		37,6925
3,00	8		40,6888
6,00	8		42,6788
5,00	8		43,3500
1,00	8		43,7925
4,00	8		45,3438
Sig.		1,000	,061

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 8,000.

ANEXO 8 – Formato de evaluación sensorial

Test de aplicación de perfiles sensoriales para el desarrollo de un nuevo producto

Nombre: _____ Fecha: _____

Producto: Crema a partir de la Palta

Instrucciones: Pruebe las muestras de Palta y rellene el cuadro de acuerdo a la escala hedónica y de acuerdo a su parecer.

Nota: Recuerde tomar agua entre cada muestra

ESCALA HEDÓNICA

Numeracion	Escala
1	Extremadamente agradable
2	Muy agradable
3	Agradable
4	Ni agradable ni desagradable
5	Desagradable
6	Muy desagradable
7	Extremadamente desagradable

Atributos	Muestras			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Acidez				
Consistencia				
Aroma				
Sabor				
Olor				

Comentarios:

.....
.....
.....
.....

Muchas gracias por su colaboración

CONSTANCIA DE EXCLUSIVIDAD N°35-2021-UNHEVAL-FCA

**CONSTANCIA DE EXCLUSIVIDAD DE
TÍTULO DE PROYECTO DE TESIS**

LA DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

Hace constar que el Título "**Aplicación de ultrasonido y ácido ascórbico en el proceso de obtención de crema a partir de la palta (*Persea americana*)**"

" Presentado por la alumna de la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniera Agroindustrial.

Josias Manolo Avalos Villegas

Tiene la exclusividad del Título por lo que se emite la Constancia para los fines que corresponde.

Cayhuayna, 25 de octubre de 2021



Dr. Antonio S. Cornejo y Maldonado
Director de Investigación de la F.C.A.

CONSTANCIA DE TURNITIN N° 076 - 2022- UNHEVAL- FCA

CONSTANCIA DEL PROGRAMA
TURNITIN PARA BORRADOR DE TESIS

LA DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

Hace constar que el Título:

“Aplicación de ultrasonido y ácido ascórbico en el proceso de obtención de crema a partir de la palta (Persea americana)”

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

AVALOS VILLEGAS JOSIAS MANOLO

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

La TESIS; para Revisión.pdf; con Fecha: 18 de noviembre 2022

Resultado: **19 % de similitud general**, rango considerado: **Apto**, por disposición de la Facultad.

Para lo cual firmo el presente para los fines correspondientes.

Atentamente.

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CONSTANCIA N°

Dr. Antonio S. Comejo 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 **6 días** del mes de diciembre del año **2022**, siendo las **17:00 horas** de acuerdo al Reglamento de Grado Académico y Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias, se reunieron los miembros integrantes del Jurado de tesis con Resolución N° **622-2022-UNHEVAL-FCA-D**, del **1ro diciembre de 2022**, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada: “ **APLICACIÓN DE ULTRASONIDO Y ÁCIDO ASCÓRBICO EN LA OBTENCIÓN DE CREMA A PARTIR DE LA PALTA (Persea amaricana)**”, presentado por el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial: **AVALOS VILLEGAS, JOSIAS MANOLO**, bajo el asesoramiento del **DR. ROGER ESTACIO LAGUNA**

El Jurado de tesis está integrado por los siguientes docentes:

Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio	Presidente
Dr. Rubén Max Rojas Portal	Secretario
Mg. Josué Zevallos García	Vocal
Dr. Sergio Muñoz Garay.	Accesitario 01
Mg. Fleli Ricardo Jara Claudio .	Accesitario 02

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

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

Huánuco, _____ de _____ del 20__22__

Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio
Presidente del Jurado de Tesis

Dr. Rubén Max Rojas Portal.
Secretario del Jurado de Tesis

Mg. Josué Zevallos García.
Vocal del Jurado de Tesis

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

OBSERVACIONES:

Huánuco, _____ de _____ del 20 _____



Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio
Presidente del Jurado de Tesis



Dr. Rubén Max Rojas Portal.
Secretario del Jurado de Tesis



Mg. Josué Zevallos García.
Vocal del Jurado de Tesis

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

Huánuco, _____ de _____ del 20 _____

Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio
Presidente del Jurado de Tesis

Dr. Rubén Max Rojas Portal.
Secretario del Jurado de Tesis

Mg. Josué Zevallos García.
Vocal del Jurado de Tesis

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	X	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:	AVALOS VILLEGAS, Josías Manolo						
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de Celular: 985912875
Nro. de Documento:	71431405				Correo Electrónico:	Josias.av96@gmail.com	

Apellidos y Nombres:							
Tipo de Documento:	DNI	<input type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de Celular:
Nro. de Documento:					Correo Electrónico:		

Apellidos y Nombres:							
Tipo de Documento:	DNI	<input type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	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	<input type="checkbox"/>
Apellidos y Nombres:	ESTACIO LAGUNA, Roger			ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7273-3690
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>
	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de documento:	41098989

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

Presidente:	Dr. Villanueva Tiburcio Juan Edson
Secretario:	Dr. Rojas Portal Ruben Max
Vocal:	Mg. Zevallos García Josue
Accesitario 01	Dr. Muñoz Garay Sergio
Accesitario 02	Mg. Jara Claudio Fleli Ricardo

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

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)
“APLICACIÓN DE ULTRASONIDO Y ÁCIDO ASCÓRBICO EN LA OBTENCIÓN DE CREMA A PARTIR DE LA PALTA (<i>Persea americana</i>)”
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (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 corresponde 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
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	X	Tesis Formato Artículo	Tesis Formato Patente de Invención
	Trabajo de Investigación		Trabajo de Suficiencia Profesional	Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos
	Trabajo Académico		Otros (especifique modalidad)	
Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)				

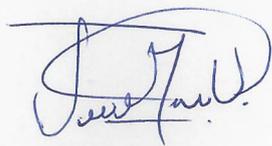
Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	X	Condición Cerrada (*)	
	Con Periodo de Embargo (*)		Fecha de Fin de Embargo:	

¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una “X” en el recuadro del costado según corresponda):	SI	NO	X
Información de la Agencia Patrocinadora:			

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:	AVALOS VILLEGAS, Josías Manolo	Huella Digital
DNI:	71431405	
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Fecha: 22 DE FEBRERO DE 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.