Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

Efecto del zumo de *Citrus aurantium* y *Citrus limon* sobre las características sensoriales y vida útil del puré de *Malus domestica* (manzana 'Delicia')

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias

Autores

Diego Humberto Lopez Jara

Sandra Maritza Corcino Morales

Asesor

Dr. Fernández Herrera Fredesvindo



Huacho – Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.

UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	**DNI**	**FECHA DE SUSTENTACIÓN**
Diego Humberto Lopez Jara	72315403	20-06-2026
Sandra Maritza Corcino Morales	73210677	20-06-2026
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	**DNI**	**CÓDIGO ORCID**
Dr. Fredesvindo Fernandez Herrera	40588728	**https://orcid.org/0000-0003-2973-7973**
DATOS DE LOS MIEMROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	**DNI**	**CODIGO ORCID**
M(o). Edson Max Caro Degollar	45593669	**https://orcid.org/0000-0001-7156-6691**
M(o). Felix Bustamante Bustamante	44229029	**https://orcid.org/0000-0001-9061-1718**
Mg. Ruiz Horna Williams Robert	41933952	**https://orcid.org/0000-0003-3417-9822**

2026-038315Diego Humberto López Jara 2026-0383...

Efecto del zumo de Citrus aurantium y Citrus limon sobre las características sensoriales y vida útil del puré de Malus domes...

UI-FIAIAyA PREGRADO 2026

Unidad de Investigación FIAIAYA-2026

Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::1:3607717983

Fecha de entrega
7 jul 2026, 12:04 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
7 jul 2026, 12:12 p.m. GMT-5

Nombre del archivo
TESIS.pdf

Tamaño del archivo
984.7 KB

72 páginas

14.898 palabras

77.137 caracteres

20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

19% Fuentes de Internet

8% Publicaciones

13% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la vida, la sabiduría y la fortaleza necesaria para culminar esta etapa tan importante.

A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante.

A mi pareja, por su amor, comprensión y paciencia, por estar a mi lado en este proceso y ser un apoyo incondicional en cada desafío.

Y de manera muy especial, a mi hijo, quien es mi mayor inspiración y motivo para superarme cada día.

Corcino Morales Sandra Maritza

A mis padres, quienes han sido el pilar fundamental de mi vida. Por su apoyo incondicional, por sus enseñanzas y por inculcarme valores que hoy me permiten alcanzar esta meta.

A mi esposa, por su paciencia, comprensión y amor constante. Gracias por estar a mi lado en cada momento, por motivarme a seguir adelante y por ser mi compañera en este camino.

Y a mi querido hijo Dylan, quien es mi mayor inspiración. Cada esfuerzo realizado ha sido pensando en brindarle un mejor futuro como ejemplo de que con dedicación y perseverancia todo es posible.

A todos ustedes, mi eterna gratitud y amor.

Diego Humberto Lopez Jara

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi asesor, por su guía, apoyo y valiosas enseñanzas durante el desarrollo de este proyecto.

A mis padres, por su amor y respaldo incondicional, fundamentales en cada paso de mi formación.

A mi pareja, por su comprensión, paciencia y apoyo constante.

A mi hijo, por ser mi mayor inspiración y el motor de mis logros.

Corcino Morales Sandra Maritza

Agradezco profundamente a mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y por haberme brindado los valores y la fortaleza necesaria para culminar esta importante etapa de mi vida.

A mi esposa, por su paciencia, comprensión y por ser mi soporte en los momentos más difíciles. Su compañía y motivación han sido fundamentales para no rendirme y seguir adelante.

A mi hijo Dylan, quien es mi mayor inspiración y motivo de superación. Cada esfuerzo realizado ha sido pensando en su bienestar y en construir un mejor futuro para él.

A todos ellos, mi más sincero agradecimiento por ser parte esencial de este logro.

Diego Humberto Lopez Jara

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA ii
AGRADECIMIENTO v
RESUMEN xi
ABSTRACT xii
INTRODUCCIÓN xiii
1.1 Descripción de la realidad problemática 1
1.2 Formulación del problema 2
1.2.1 Problema general 2
1.2.2 Problemas específicos 2
1.3 Objetivos de la Investigación 2
1.3.1 Objetivo general 2
1.3.2 Objetivos específicos 2
1.4 Justificación de la Investigación 3
1.4.1 Justificación teórica 3
1.4.2 Justificación práctica 3
1.4.3 Justificación social 3
1.5 Delimitación del estudio 3
1.5.1 Delimitación espacial 3
1.5.2 Delimitación temporal 3
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO 4
2.1 Antecedentes de la investigación 4
2.1.1 Antecedentes internacionales 4
2.1.2 Antecedentes a nivel Nacional 6
2.2 Bases teóricas 8
2.3 Definición de términos básicos 14
2.4 Hipótesis de investigación 15
2.4.1 Hipótesis general 15
2.4.2 Hipótesis especificas 15
2.5 Operacionalización de las variables 16
CAPITULO III. METODOLOGIA 17
3.1 Diseño metodológico 17

3.2 Población y muestra 17
3.2.1 Población 17
3.2.2 Muestra 17
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos 17
3.3.1 Descripción de los instrumentos 17
3.3.2 Diseño experimental 18
3.3.3 Esquema experimental 19
3.3.4 Operaciones para la preparación del puré de manzana 20
3.3.5 Método de análisis 22
3.3.5.1 Tratamientos 22
3.3.5.2 Variables a evaluar 22
3.4 Técnicas para el procesamiento de la información 24
CAPÍTULO IV. RESULTADOS 25
CAPITULO V. DISCUSIÓN 42
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACION 45
6.1 Conclusiones 45
6.2 Recomendaciones 46
CAPITULO V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 47

ANEXOS……51

Índice de Tablas

Tabla 1. Composición química de la manzana en 100 g 11
Tabla 2. Operacionalización de variables 16
Tabla 3. Descripción de los tratamientos 22
Tabla 4. Prueba de Friedman para la característica textura del puré de manzana 26
Tabla 5. Comparación de medias para la característica textura del puré de manzana 26
Tabla 6. Prueba de Friedman para la característica textura del puré de manzana 27
Tabla 7. Comparación de medias para la característica color del puré de manzana 28
Tabla 8. Prueba de Friedman para la característica sabor del puré de manzana 29
Tabla 9. Comparación de medias para la característica sabor del puré de manzana 30
Tabla 10. Prueba de Friedman para la característica sabor del puré de manzana 31
Tabla 11. Comparación de medias para la característica sabor del puré de manzana 32
Tabla 12. Prueba de Friedman para la característica aceptabilidad del puré de manzana 33
Tabla 13. Comparación de medias para la característica aceptabilidad del puré 34
Tabla 14. Prueba de Friedman para el pH del puré de manzana 36
Tabla 15. Comparación de medias para el pH del puré de manzana 36
Tabla 16. Análisis de varianza para la característica brix^{o} 37
Tabla 17. Comparación de medias para los sólidos solubles del puré de manzana 38
Tabla 18. Prueba de Friedman para la acidez del puré de manzana 39
Tabla 19. Comparación de medias para la acidez del puré de manzana 39
Tabla 20. Tiempo de vida útil según el análisis sensorial 40
Tabla 21. Datos de la característica textura 54
Tabla 22. Datos de la característica color 55
Tabla 23. Datos de la característica sabor 56
Tabla 24. Datos de la característica olor 57
Tabla 25. Datos de la característica aceptación general 58
Tabla 26. Datos de la característica pH 59
Tabla 27. Datos de la característica solidos solubles 59
Tabla 28. Datos de la característica acidez 60
Tabla 29. Datos de la vida útil 61

Índice de Figuras

Figura 1. Manzana 'Delicia'. Fuente: Espinoza & Sotelo (2024) 10
Figura 2. Composición nutricional de la manzana 'Delicia'. Fuente: HerbaZest (2024) 11
Figura 3. Actividad de la enzima polifenol oxidasa. Fuente: Liang et al. (2024) 12
Figura 4. Esquema metodología experimental18
Figura 5. Diagrama de flujo para la elaboración de puré de manzana con la aplicación del zumo de *Citrus aurantium* y *Citrus limón* 19
Figura 6. Diagrama de flujo para elaborar el puré de manzana 20
Figura 7. Prueba de normalidad para la característica textura del puré de manzana 25
Figura 8. Prueba de normalidad para la característica color del puré de manzana 27
Figura 9. Prueba de normalidad para la característica sabor del puré de manzana 29
Figura 10. Prueba de normalidad para la característica olor del puré de manzana 31
Figura 11. Prueba de normalidad para la característica aceptabilidad del puré de manzana33
Figura 12. Prueba de normalidad para el pH del puré de manzana 35
Figura 13. Prueba de normalidad para los sólidos solubles del puré de manzana 37
Figura 14. Prueba de normalidad para la acidez del puré de manzana 38
Figura 15. Tiempo de vida útil para el puré de manzana con zumo de Citrus limon al 10%40
Figura 16. Gráfica de revisión general de distribución de Weibull para tiempo de vida útil del puré de manzana con zumo de Citrus limon al 10% 41

RESUMEN

Objetivo: Determinar el efecto de las diferentes concentraciones del zumo de *Citrus aurantium* y *Citrus limón* sobre las características sensoriales y vida útil del puré de *Malus domestica* (manzana 'Delicia'). **Metodología:** La investigación se realizó en Huacho. Se utilizó la prueba de Friedman y la de Scott & Snook. El tiempo de vida útil con el método de Weibull. Los tratamientos fueron: T0 (Testigo), T1 (zumo de *Citrus aurantium* al 5%), T2 (zumo de *Citrus aurantium* al 5%), T3 (zumo de *Citrus limon* al 5%) y T4 (zumo de *Citrus limon* al 10%). Las variables analizadas fueron: características sensoriales y vida útil. **Resultados:** El zumo de *Citrus limon* al 10% obtuvo efecto significativo en las caracteristicas sensoriales del puré de manzana con una textura: 8,1, color: 8,5, sabor: 8, olor: 8 y una aceptabilidad de 7,93 calificándolo como me gusta mucho el puré de manzana. Asimismo, el zumo de *Citrus limon* al 10% obtuvo efecto significativo en las caracteristicas fisicoquímicas del puré de manzana (pH: 3,41, sólidos solubles: 10,81°Brix y acidez: 0,442). Con respecto al tiempo de vida útil, objetivo, el zumo de *Citrus limon* al 10% obtuvo efecto significativo en la vida útil del puré de manzana en frasco tapado obteniendo un tiempo de 7,3 días de vida útil en refrigeración. **Conclusión:** Se encontró que la aplicación de zumo de *Citrus limon* al 10% obtuvo efecto significativo y las puntuaciones más altas en las caracteristicas sensoriales del puré de manzana'Delicia', logrando alcanzar un alto nivel de aceptación de los panelistas, calificandolo como me gusta mucho el puré de manzana, además, de obtener efecto significativas en las caracteristicas fisicoquímicas y vida útil puré de manzana 'Delicia'.

Palabras clave: características sensoriales, puré, sólidos solubles, zumo.

ABSTRACT

Objective: To determine the effect of different concentrations of *Citrus aurantium* and *Citrus limon* juice on the sensory characteristics and shelf life of *Malus domestica* ('Delicia' apple) puree. **Methodology:** The research was conducted in Huacho. The Friedman and Scott & Snook tests were used. Shelf life was determined using the Weibull method. The treatments were: T0 (Control), T1 (5% *Citrus aurantium* juice), T2 (5% *Citrus aurantium* juice), T3 (5% *Citrus limon* juice), and T4 (10% *Citrus limon* juice). The variables analyzed were sensory characteristics and shelf life. **Results:** The 10% lemon juice had a significant effect on the sensory characteristics of the apple puree, with a texture score of 8.1, color score of 8.5, flavor score of 8, aroma score of 8, and an acceptability score of 7.93, indicating that the apple puree was very well-liked. Similarly, the 10% lemon juice had a significant effect on the physicochemical characteristics of the apple puree (pH: 3.41, soluble solids: 10.81°Brix, and acidity: 0.442). Regarding the target shelf life, the 10% lemon juice significantly increased the shelf life of the apple puree in a sealed jar, achieving a refrigerated shelf life of 7.3 days. **Conclusion:** The application of 10% lemon juice was found to have a significant effect and the highest scores in the sensory characteristics of 'Delicia' apple puree, achieving a high level of acceptance among panelists, who rated it as "I really like the apple puree." Furthermore, it had a significant effect on the physicochemical characteristics and shelf life of 'Delicia' apple puree.

Keywords: sensory characteristics, puree, soluble solids, juice.

INTRODUCCIÓN

El puré de manzana es uno de los alimentos más consumidos en todo el mundo, debido a su textura suave y dulce, se consume principalmente en repostería, panadería o en la alimentación de niños y ancianos, además, la manzana como fruto base de este postre aporta propiedades beneficiosas para la salud y alimentación humana, ya que este puré es digestivo, es rico en fibra y con un alto contenido de antioxidantes naturales tales como la vitamina C, quercetina y otros compuestos que intervienen en la neutralización de radicales libres de oxígeno, regulan y protegen de enfermedades cardiacas, mejora la salud cardiovascular, como también del control del peso, adicionalmente, este puré proporciona energía y una fuente importante de minerales, vitaminas y otros compuestos bioactivos (Romero, 2025).

Asimismo, el consumo de alimentos que contienen grasa y azúcar, se ha incrementado en mayor parte por niños y jóvenes, debido a sus características que conlleva a su uso excesivo lo que provoca en la población obesidad debido al contenido de grasas saturadas y grasas trans que eleva el colesterol, diabetes en niños y enfermedades cardiovasculares, provocando mayor preocupación (Dana & Sonia, 2024).

Ante ello, el consumo de puré de manzana incorporado a un muffin u otro postre o también producto horneado, el cual de acuerdo a investigaciones es un buen sustituto de la sacarosa y la grasa, lo que le permite reducir el contenido calórico del producto horneado o de los postres, siendo una alternativa importante para sustituir y reducir el exceso de azúcar y grasas de los alimentos azucarados o productos horneados, que, además, llegan a aportar propiedades nutricionales de la manzana (Mahmood et al., 2024).

A pesar que el puré de manzana es una alternativa importante como sustituto de grasas y azucares en los productos horneados, como también como postre para bebes, niños o adultos, debido al contenido antioxidante de la manzana, este produce un efecto negativo, provocándole un rápido pardeamiento enzimático provocando el oscurecimiento del puré, por lo que el uso de conservantes es una buena opción, pero debido a los químicos puede ser contraproducente, siendo importante el uso de conservantes naturales (Gutiérrez et al. (2024). La industria alimentaria propone controlar o neutralizar con agentes antioxidantes naturales como el ácido ascórbico y el ácido cítrico lo que permite mantener la calidad del puré, siendo una opción para la conservación y vida útil del puré de manzana.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El puré de manzana es un alimento muy consumido por su suavidad, sabor y otros atributos, que, además, de ser un producto alimenticio que contiene propiedades que aporta la manzana como vitaminas, nutrientes, fibra y antioxidantes, que llegan a fortalecer el sistema inmunológico, lo que permite reducir el riesgo a la salud y otras enfermedades cardiovasculares en las personas que lo consumen, por lo que es una opción segura y rápida para el consumo de bebes, niños u otros sin provocar riesgos en la salud por su consumo (Mörkl et al., 2021).

No obstante, existe una preocupación en todo el mundo por los alimentos que contienen grasa y azúcar, ya que la mayoría de personas tienen una alta preferencia por el consumo de estos tipos de alimentos, que en su mayoría provoca riesgos en la salud, produce, además, obesidad por el alto ingesta de grasas saturadas y grasas trans que eleva el colesterol, los diferentes tipos de diabetes y enfermedades cardiovasculares, a pesar de ello, se consumen debido a las características sensoriales que estas poseen, lo que conlleva a una mayor preocupación por la alimentación (Dana & Sonia, 2024). Asimismo, existe alta tasa de obesidad por el consumo excesivo de los alimentos ricos en grasas y azucaradas (Mahmood et al., 2024).

Asimismo, se produce otro problema en la alimentación humana por el consumo de puré de manzana, y esto se debe a que la manzana como producto base de este producto, presenta un alto contenido de antioxidantes naturales, lo que provoca que la manzana produzca una rápida actividad enzimática lo que conlleva a la degradación y/o pérdida de este producto alimenticio, dicho efecto se debe a que la fruta una vez cortada, pelada o triturada, la enzima polifenol oxidasa produce una reacción metabólica al ponerse en contacto con el oxígeno, llegando a oxidar los compuestos fenólicos provocando el oscurecimiento de la fruta, provocando un efecto negativo en los atributos o características sensoriales del puré de manzana siendo el color y sabor (Gutiérrez et al. (2024).

Sin embargo, se puede llegar a neutralizar o controlar a través de algunos agentes antioxidantes naturales como el ácido ascórbico y el ácido cítrico (Sierocka & Świeca, 2024).

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el efecto de las diferentes concentraciones del zumo de *Citrus aurantium* y *Citrus limón* sobre las características sensoriales y vida útil del puré de *Malus domestica* (manzana 'Delicia')?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cuál es el efecto de las diferentes concentraciones del zumo de *Citrus aurantium* y *Citrus limón* sobre las características sensoriales del puré de *Malus domestica* (manzana 'Delicia')?

¿Cuál es el efecto de las diferentes concentraciones del zumo de *Citrus aurantium* y *Citrus limón* sobre la en las características fisicoquímicas de puré de *Malus domestica* (manzana 'Delicia')?

¿Cuál es el efecto de las diferentes concentraciones del *Citrus aurantium* y *Citrus limón* en la vida útil del puré de *Malus domestica* (manzana 'Delicia')?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar el efecto de las diferentes concentraciones del zumo de *Citrus aurantium* y *Citrus limón* sobre las características sensoriales y vida útil del puré de *Malus domestica* (manzana 'Delicia').

1.3.2 Objetivos específicos

Evaluar el efecto de las diferentes concentraciones del zumo de *Citrus aurantium* y *Citrus limón* sobre las características sensoriales del puré de *Malus domestica* (manzana 'Delicia').

Determinar el efecto de las diferentes concentraciones del *Citrus aurantium* y *Citrus limón* en las características fisicoquímicas del puré de *Malus domestica* (manzana 'Delicia').

Determinar el efecto de las diferentes concentraciones del *Citrus aurantium* y *Citrus limón* en la vida útil del puré de *Malus domestica* (manzana 'Delicia').

1.4 Justificación de la Investigación

1.4.1 Justificación teórica

El puré de manzana es un alimento preparado fácilmente, sin embargo, debido a sus compuestos que presenta la manzana se produce un pardeamiento enzimático, debido al contacto con el oxígeno que llega a oxidar los compuestos fenólicos de la manzana provocando la pérdida de calidad debido al oscurecimiento de la pulpa de manzana, por lo que los usos de agentes antioxidantes llegan a neutralizar y/o controlar dicha reacción siendo estos los agentes como el ácido ascórbico y ácido cítrico, que en forma natural se encuentran en los cítricos, es así que el uso de diferentes concentraciones del zumo de *Citrus aurantium* y *Citrus limón* es importante ya que determinó si existe efecto en las características sensoriales y vida útil del puré de manzana 'Delicia', siendo estos resultados clave para antecedentes de investigación para la conservación en otros tipos de alimentos.

1.4.2 Justificación práctica

La preparación de las diferentes concentraciones del zumo de *Citrus aurantium* y *Citrus limón* determina que el puré de manzana mantiene sus propiedades de calidad y si se mantiene óptimas para el consumo humano.

1.4.3 Justificación social

Esta investigación determina el efecto del uso del zumo de *Citrus aurantium* y *Citrus limón* sobre las características sensoriales y si permite prolongar la vida útil del puré de manzana para el consumo humano.

1.5 Delimitación del estudio

1.5.1 Delimitación espacial

El estudio se realizó en el Laboratorio de Alimentarias de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión en el distrito de Huacho de la Provincia de Huaura en Lima.

1.5.2 Delimitación temporal

La investigación fue entre los meses de febrero a mayo del 2025.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Gutiérrez et al. (2024) en Chile, investigaron sobre el uso de antioxidantes naturales como inhibidores del pardeamiento en frutos preparados en puré. Los resultados encontrados muestran que el fruto al pasar por la trituración para puré, tienen a producir un pardeamiento enzimático que le produce oscurecimiento y pérdida de calidad, debido a la polifenol oxidasa y peroxidasa, que oxida los compuestos fenólicos del fruto, es así que el uso del ácidos ascórbico y los ácidos cítricos, obtenidos del zumo de cítricos, siendo el ácido ascórbico a 1% el mejor tratamiento y que al aplicar en el puré de fruto tienden a reducir este problema, ya que reduce la actividad de la enzima polifenol oxidasa, manteniendo por más tiempo los atributos del puré.

Sierocka & Świeca (2024) en Suecia, investigaron sobre el uso de inhibidores naturales en la actividad de la polifenol oxidasa en lechuga triturada. Los resultados encontrados muestran que la enzima polifenol oxidasa es la responsable de la oxidación de los frutos y vegetales triturados, por lo que el uso de inhibidores naturales es una opción para prolongar la vida útil de lechuga triturada, para ello se usaron zumo de naranja, zumo de limón, hojas de perejil, oregano, siendo el ácido kójico (0,00043%), el ácido ascórbico (0,00053%) y la L-cisteína (0,00085%) obtuvieron los valores con mayor eficacia en la inactivación de polifenol oxidasa llegando a reportar 28, 27 y 21% de eficacia. Por lo que el uso de inhibidores naturales prolonga la vida útil de la lechuga triturada, debido a que los acidulantes como el ácido ascórbico y el ácido cítrico reduce el pH del producto por debajo del valor por el cual se realiza la actividad de la polifenol oxidasa, siendo un aspecto importante para prolongar la vida útil del puré.

Ngoko et al. (2024) en Alemania, investigaron sobre el uso de zumo de cáscara de limón y cloruro de calcio sobre la calidad fisicoquímica del puré de banano. Los resultados encontrados, indican que la fruta de banano es un fruto climatérico por el cual tiende a oscurecerse luego de ser triturado debido a la actividad de la enzima polifenol oxidasa, por

lo que en este estudio se usó el uso de zumo de limón a 2,5%, 5% y de 10% con 4% de cloruro de calcio fueron los tratamientos que se usaron para evaluar el efecto de zumo de limón en la vida útil del banano, siendo el mejor tratamiento con 2,5% de zumo de limón la cual obtuvo una mayor prolongación de la vida útil del puré de banano, debido a que el ácido redujo el pH del puré del banano y dicha condición de pH bajo inhibió la actividad de la enzima polifenol oxidasa.

Vega et al. (2021) en Colombia, investigaron sobre el uso de zumo de limón sobre la calidad fisicoquímica del puré de palto. Los resultados encontrados, muestran que el zumo de cítricos y extracto de cebolla tiende a inhibir la actividad de la enzima polifenol oxidasa, además, se reportó en este estudio que la actividad de la enzima polifenol oxidasa tuvo mayor sensibilidad al cambio de temperatura, siendo la temperatura de 50°C durante 20 minutos, reportando una estabilidad térmica de esta enzima lo que inactiva su actividad y prolonga la vida útil del puré de palto, además, del aporte del ácido cítrico contenido del zumo de limón y extracto de cebolla los cuales redujeron la actividad de la enzima polifenol oxidasa, llegando a reportar un color estable en el puré de palta, con buenas condiciones para el consumo humano.

Rodríguez-Campos et al. (2020) en Colombia, investigaron sobre el uso de extractos naturales sobre la calidad fisicoquímica y sensorial del puré de palto. Los resultados encontrados, que al usar extractos naturales provenientes del zumo de limón a 0 y 10% y extracto de cebolla de 0 a 5% en el puré de palta a 90 y 100% de pulpa, todo estos se midieron al inicio y después de 7 días de almacenamiento a 4°C, usando el diseño de mezcla, siendo el 10% de zumo de limón y 5% de cebolla obtuvieron valores de L* = 70,1 ± 2,3, a * = − 21,7 ± 2,0 y b * = 52,1 ± 4,2 con la formulación de 90% de pulpa de palta, 7,5% de zumo de limón y de 2,5% de extracto de cebolla, siendo la mejor formulación, teniendo la mejor coloración de la pulpa de palta.

2.1.2 Antecedentes a nivel Nacional

Villegas & Berrios (2024) en Piura, investigaron sobre el efecto de diferentes técnicas para conservar puré de diferentes frutos. Los resultados encontraron que todo puré para su venta comercial para por todo un proceso, desde la recepción pasando por el lavado, pelado, troceado, triturado, desairado por tratamiento térmico, en con se realiza el escaldado, pasteurizado, envasado al vacío y almacenado, por lo que la técnica para conservar por más tiempo el puré es muy significativo, ya que hay frutas que al ser trituradas inician un proceso de degradación y oscurecimiento del puré debido a la actividad de la enzima polifenol oxidasa, muchas de las empresa mencionan los investigadores que usan aditivos químicos, o de tratamientos térmicos, liofilizados, o también el secado natural y su envasado al vacío como técnicas para conservar puré de diferentes frutos, sin embargo, la mejor solución como técnica más eficiente y natural que es escogido por los consumidores es el uso de antioxidantes naturales como el ácidos ascórbico y el ácido cítrico, siendo una técnica sostenible ya que dichos acidificantes reducen el pH del medio, teniendo en cuenta que la actividad de la enzima polifenol inicia su reacción a un cierto valor de pH y si este valor baja la actividad se reduce significativamente, por lo que dichas técnicas mantienen la calidad sensorial del puré, así como también, el pH, color, viscosidad, °Brix y otras características organolépticas del puré.

Liñan-Pérez & Puma-Isuiza (2021) en Lima, investigaron sobre el efecto de la actividad enzimática de la palta en condición de almacenamiento en refrigeración. Los resultados encontraron que el uso de diferentes concentraciones de acidificantes como ácido cítrico a una concentración de 1%, ácido ascórbico a 0,75%, de forma combinada de 0,2% de ácido cítrico a 45°C, indicaron que el puré de palta almacenada a una temperatura refrigerada de 4°C para mantener la calidad se evaluó a través de panelistas y las características sensoriales, coloración y pH, demostrando que el 2% de ácido cítrico a 45°C fue el mejor tratamiento ya que en ella se redujo significativamente la actividad de la enzima polifenol en el puré de palta, manteniendo la coloración estable del puré por más tiempo con resultados positivos en la luminosidad –L*, en cambio en el control o testigo se observó que la coloración fue oscureciendo mientras pasaba los días, obteniendo los porcentajes de oscurecimiento más alto en el investigación, indicando que la actividad de la enzima fue mayor debido a la falta de tratamiento, mientas que al usar 2% de ácido cítrico a 45°C con alto valor del cromático a* asociado al color verde –a, por lo que no aumenta el a*

manteniendo la intensidad del color verde del puré, indicando que dicho tratamiento prolonga la vida útil del puré de palta.

Puma (2021) en Moquegua, investigaron sobre el efecto de antioxidantes naturales y el tratamiento térmico sobre la actividad de la enzima polifenol oxidasa en el puré de palta variedad Hass. Los resultados encontraron que el uso de diferentes concentraciones de acidificantes como ácido cítrico, ácido ascórbico de 0,1 y 0,3% bajo almacenamiento de 0, 10, 20 y 30 días, y de tratamiento térmico a una temperatura de 70 y 80°C, bajo a un tiempo de 5 y 10 minutos, indicando que a los 30 días de almacenamiento, fue en donde se encontró menos actividad de la polifenoloxidasa, así también se encontró que el tratamiento térmico con temperatura de 80°C a 10 minutos también se observó baja actividad de la enzima polifenol oxidasa en el puré de palta, sin embargo, el tratamiento de ácido ascórbico de 0,3% se encontró que la actividad de polifenoloxidasa fue de 0,0313 U/mL, también el pH fue de 4,84, acidez de 1,19% la coloración fue de 4,2, aunque en los resultados de las características sensoriales no se encontraron diferencias significativas.

Delgado & Hurtado (2020) en Lima, investigaron sobre el efecto de ácido cítrico y ácido ascórbico sobre la actividad de la enzima polifenol oxidasa en el puré de níspero. Los resultados encontraron que el uso de ácido cítrico al 2%, ácido ascórbico al 2% y la combinación de ácido cítrico, ácido ascórbico al 2%, indicaron el tratamiento que la combinación de ácido cítrico, ácido ascórbico al 2% reduce la actividad de la polifenoloxidasa con un valor obtenido de 22 UA/mg lo que ha permitido reducir el pardeamiento enzimático del puré de níspero prolongando mayor vida útil de este puré en comparación con el testigo.

Camayo-Lapa et al. (2020) en Huancayo, investigaron sobre el efecto de ácido cítrico y ácido ascórbico sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en el puré de zapallo para el consumo de infantes. Los resultados encontraron que el uso de puré de zapallo es una opción significativa que permite reemplazar los purés artificiales que pueden ser dañinos para los infantes debido a los aditivos químicos que se usan para conservar el producto, dicho estudio se realizó con 30 niños de 2 a 3 años, se encontraron que el mejor tratamiento de 0,15% de goma xantana y ácido ascórbico presentó las puntuaciones más altas en las características sensoriales, así también, el pH del puré de 5,4, con 17°Brix, con ausencia de microorganismos patogénicos como las levaduras y coliformes, asimismo, la vida útil del puré de zapallo según los estudios microbiológicos se encontró que dicho

producto almacenado a 20°C tuvo una vida útil de 125 días, en temperatura de 30°C presentó una vida útil de 75 días y a 40°C obtuvo una vida útil de 45 días.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Puré de manzana

El puré de manzana es uno de los alimentos más consumidos en todo el mundo, debido a su textura suave y dulce, se consume principalmente en repostería, panadería o en la alimentación de niños y ancianos, además, la manzana como fruto base de este postre aporta propiedades beneficiosas para la salud, ya que este puré es digestivo, es rico en fibra y con un alto contenido de antioxidantes naturales tales como la vitamina C (Reynolds et al., 2025).

Asimismo, el puré de manzana es un alimento muy consumido por su suavidad, sabor y otros atributos, que, además, de ser un producto alimenticio que contiene propiedades que aporta la manzana como vitaminas, nutrientes, fibra y antioxidantes, que llegan a fortalecer el sistema inmunológico, lo que permite reducir el riesgo a la salud y otras enfermedades cardiovasculares en las personas que lo consumen, por lo que es una opción segura y rápida para el consumo de bebes, niños u otros sin provocar riesgos en la salud por su consumo (Mörkl et al., 2021).

El consumo de puré de manzana incorporado a un muffin u otro postre o también producto horneado, el cual de acuerdo a investigaciones es un buen sustituto de la sacarosa y la grasa, lo que le permite reducir el contenido calórico del producto horneado o de los postres, siendo una alternativa importante para sustituir y reducir el exceso de azúcar y grasas de los alimentos azucarados o productos horneados, que, además, llegan a aportar propiedades nutricionales de la manzana, si es consumido por sí solo, como un postre, siendo el puré un alimento saludable para los niños (Mahmood et al., 2024).

2.2.1.1 Descripción del puré

El puré es un proceso que se realiza a la fruta, el cual inicia con la selección del fruto, se realiza su lavado, luego el pelado en este punto debe ser totalmente aséptico el proceso, luego se hace el pulpeo de la fruta a través de una pulpeadora o licuadora, en este proceso en la mayoría de frutos debido a sus componentes bioactivos comienza a producir una

reacción bioquímica como el pardeamiento enzimático, es así que en el pulpeo se utiliza diferentes técnicas para conservar el puré, siendo de forma natural el uso de ácido cítrico o ácido ascórbico que evita el pardeamiento, luego de ello se homogeniza para luego pasteurizar a 128°C, y al finalizar se envasa ya sea al vació pero de forma aséptica (Guzmán, 2014).

2.2.1.2 Descripción de la manzana

La manzana es uno de los alimentos más consumidos en todo el mundo, debido a su textura suave y dulce, además, la manzana como fruto base de este postre aporta propiedades beneficiosas para la salud y alimentación humana, ya que este puré es digestivo, es rico en fibra y con un alto contenido de antioxidantes naturales tales como la vitamina C, quercetina y otros compuestos que intervienen en la neutralización de radicales libres de oxígeno, regulan y protegen de enfermedades cardiacas, mejora la salud cardiovascular, como también del control del peso, adicionalmente, este puré proporciona energía y una fuente importante de minerales, vitaminas y otros compuestos bioactivos (Romero, 2025).

2.2.1.3 Taxonomía de la manzana

La oca presenta la siguiente taxonomía según Saldívar (2017):

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: magnoliopsida
Orden: Rosales
Familia: Rosaceae
Género: *Malus*
Especie: *domestica*
Nombre científico: *Malus domestica*
Nombre común: Manzana
Variedad: Delicia

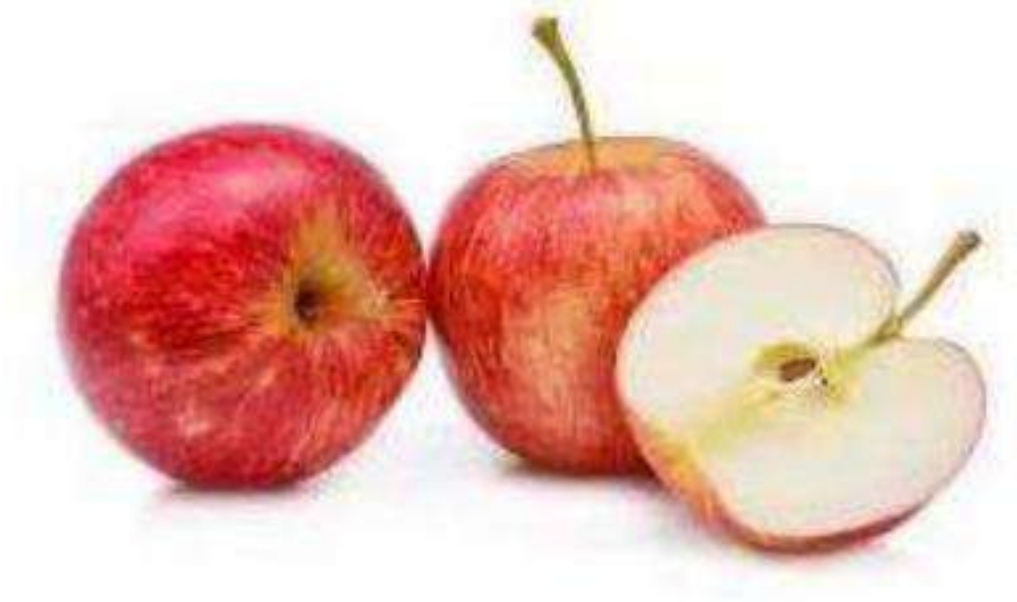
2.2.1.4 Descripción de la manzana 'Delicia'

La manzana Delicia, es uno de las principales variedades de manzana más consumida en el Perú, siendo la manzana chilena la que compite con este tipo de manzana en la producción y consumo de manzana del Perú, de acuerdo a la concentración de producción, la región Lima es donde se encuentra alrededor del 90% de producción de manzano, siendo la variedad Delicia la más producida, dicha condición de esta variedad es que produce todo el año, por lo que se puede consumir este fruto todo el año en el Perú, siendo el valle donde más se produce este variedad es el Valle de Mala en la provincia de Cañete perteneciente a la región Lima (Saldívar, 2017).

Las características de la manzana 'Delicia' según Espinoza & Sotelo (2024) es la siguiente:

- Forma del fruto: es redondeada y simétrica
- Peso del fruto: su peso varía de 160 a 240 g por fruto
- Color del fruto: la piel es roja brillante y con algunas partes amarillas, la cascara es lisa
- Pulpa del fruto: pulpa es blanca, la textura de la pulpa es jugosa y crujiente, carece de harinosidad,
- Sabor: la pula es dulce y ligeramente ácido.
- Brix°: se encuentra entre 12 a 13°Brix.
- pH: va de un promedio de 3,9.
- Acidez: el promedio es de 0,33%

Figura 1. Manzana 'Delicia'. Fuente: Espinoza & Sotelo (2024)



2.2.1.5 Valor nutricional de la manzana

La manzana es una fruta altamente consumido debido a sus valores nutricionales, asimismo, la fruta presenta 85% de agua en toda su composición por lo que es un fruto refrescante, además, el mayor porcentaje de sus propiedades son los carbohidratos, siendo la fructuosa, seguido de la sacarosa y glucosa, el contenido de proteínas y grasas que tiene el fruto es bajo, pero es rico en fibra principalmente de celulosa y pectina, el cual está contenido tanto en la piel y la pulpa, vitaminas principalmente la vitamina C, así también de alto contenido de minerales, la cual el potasio es el que más destaca, seguido de zinc, manganeso importantes en el metabolismo (Arnold & Gramza-Michalowska, 2024).

2.2.1.6 Composición química de la manzana

La composición química y valor nutricional de la manzana según Arnold & Gramza-Michalowska (2024) se describen en la Tabla 1 y figura 2.

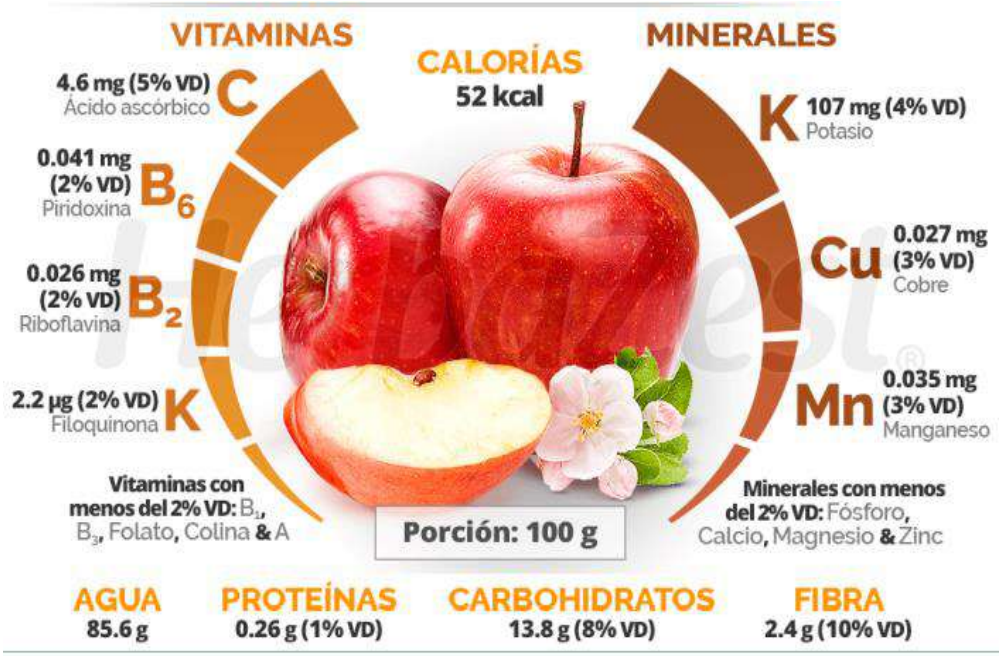
Tabla 1

Composición química de la manzana en 100 g

Componentes	%
Agua	84,9
Lípidos	0,2
Calorías	52 kcal
Proteína	0,30
Azúcar	10,9
Hidratos de carbono	13,8
Ceniza	0,78
Potasio (mg)	118
Calcio	4,13
Fibra	2,2
Vitamina C	8,26

Fuente: Arnold & Gramza-Michalowska (2024)

Figura 2. Composición nutricional de la manzana 'Delicia'. Fuente: HerbaZest (2024)



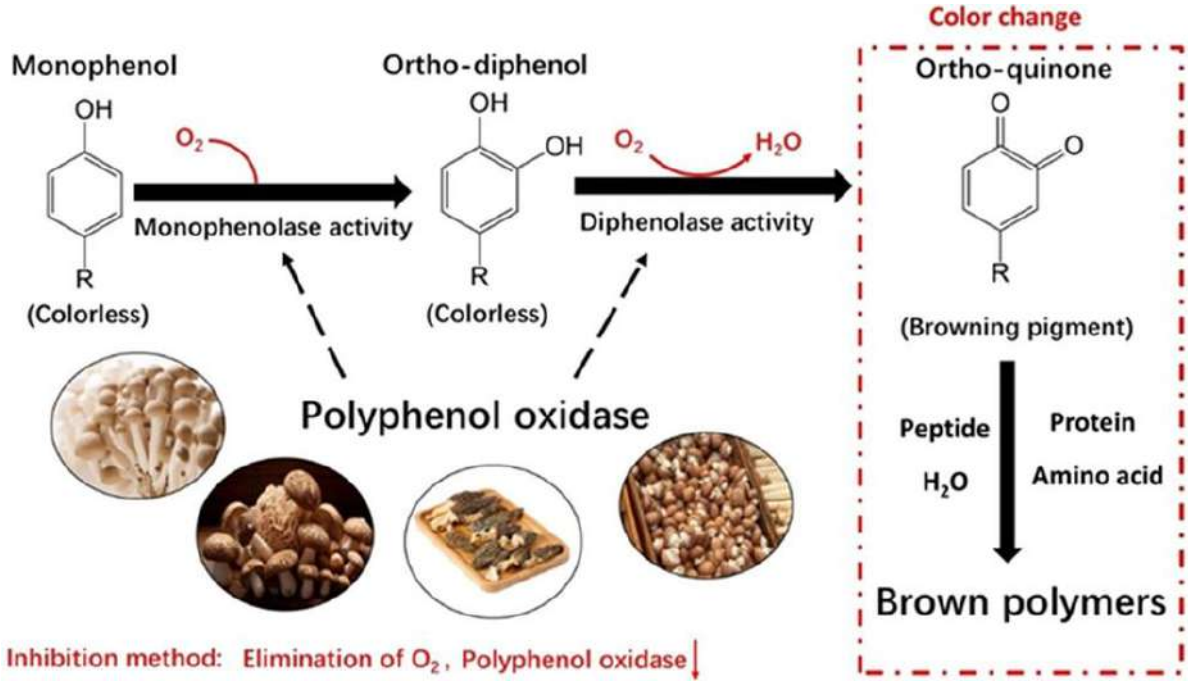
2.2.2 Pardeamiento enzimático

La manzana como producto base de este producto, presenta un alto contenido de antioxidantes naturales, lo que provoca que la manzana produzca una rápida actividad enzimática lo que conlleva a la degradación y/o pérdida de este producto alimenticio, dicho efecto se debe a que la fruta una vez cortada, pelada o triturada, la enzima polifenol oxidasa produce una reacción metabólica al ponerse en contacto con el oxígeno, llegando a oxidar los compuestos fenólicos provocando el oscurecimiento de la fruta, provocando un efecto negativo en los atributos o características sensoriales del puré de manzana siendo el color y sabor (Gutiérrez et al., 2024).

2.2.2.1 Enzima polifenol oxidasa

La polifenol oxidasa es una enzima que cataliza sustratos, esta reacción implica el oscurecimiento enzimático debido a la oxidación de compuestos fenólicos, que dan como resultado las quinonas reactivas que son electrofílicos que sufren al ser atacado por el nucleofílico otros aminoácidos de la cual resulta en la formación de pigmentos oscuros, teniendo en cuenta que la polifenoloxidasa se encuentra tanto en el cloroplasto como en las vacuolas del tejido sano del fruto, por lo que al ocurrir disrupción o corte fisiológico del tejido inicia la actividad de oxidación (Liang et al., 2024).

Figura 3. Actividad de la enzima polifenol oxidasa. Fuente: Liang et al. (2024)



2.2.2.2 Métodos para inactivar la enzima polifenol oxidasa

Existen diferentes técnicas para inactivar la enzima polifenol oxidasa, existen diversas investigaciones que han encontrado que usan aditivos químicos, o de tratamientos térmicos, liofilizados, o también el secado natural y su envasado al vacío como técnicas para conservar puré de diferentes frutos, sin embargo, la mejor solución como técnica más eficiente y natural que es escogido por los consumidores es el uso de antioxidantes naturales como el ácidos ascórbico y el ácido cítrico, siendo una técnica sostenible ya que dichos acidificantes reducen el pH del medio, teniendo en cuenta que la actividad de la enzima polifenol inicia su reacción a un cierto valor de pH y si este valor baja la actividad se reduce significativamente (Villegas & Berrios, 2024).

El uso de ácido ascórbico y ácido cítrico de forma individual y en combinaciones son métodos químicos que neutralizan e inactivan la enzima polifenol oxidasa en donde los grupos químicos inhiben dicha actividad, siendo dos mecanismos principales: la primera donde el compuesto químico dona enlaces de hidróformando enlaces con los aminoácidos de la enzima polifenol oxidasa, la segunda consiste en que los inhibidores como los ácidos ascórbico y cítrico presentan grupos hidroxilo, amino y carboxilo que hacen contacto iónico con el cobre en el sitio activo de la enzima polifenol oxidasa y la moléculas diminutas con alta electronegatividad inhibe a la enzima (Han et al., 2021).

Ácido ascórbico

El ácido ascórbico también conocido como vitamina C, la cual es una vitamina clave, que influye en diferentes procesos fisiológicos en el humano, como el de neutralizar o eliminar los radicales libres de oxígeno en el sistema biológico, siendo considerado como uno de los antioxidantes naturales más importantes, tiene un gran potencial antioxidantes que es usada en productos farmacéuticas o también en suplementos alimenticios (Khan et al., 2023).

Ácido cítrico

El ácido cítrico es conocido como ácido 2-hidroxipropano-1,2,3-tricarboxílico, el cual se encuentra en los vegetales, es uno de los ácidos carboxílicos más importantes y esenciales en el ciclo de Krebs, la cual se encargan de oxidar la glucosa en dióxido de carbono y en agua, liberando energía, por lo que tiene un gran potencial antioxidantes que es usada en productos farmacéuticas o también en suplementos alimenticios (Książek, 2024).

2.3 Definición de términos básicos

Antioxidante

E antioxidante es un agente que neutraliza los radicales libre de oxígeno, dicha sustancia se encuentra en vegetales y frutas en diferentes concentraciones que dichos antioxidantes reducen el daño celular del sistema biológico, ya que estos siempre están como radicales inestables que se producen mayormente después del estrés oxidativo, y que provoca daños en la celula, por lo que estos agentes antioxidantes son capaces de neutralizarlos entre ellos, están los polifenoles, ácido ascórbico como la vitamina C, fenoles, riboflavina, tocoferoles (Książek, 2024).

Enzima

La enzima es una proteína que tienen como función la de catalizar alguna reacción biológica, es decir es un catalizador biológico, que llega a acelerar las reacciones bioquímicas en los procesos metabólicos (Han et al., 2021).

Fructosa

La fructosa es una azúcar que se encuentra en los frutos y algunos vegetales que son dulces, ciertas frutas presentan diferentes concentraciones de este tipo de azucar (Han et al., 2021).

Puré

El puré es un proceso que se realiza a la fruta, el cual inicia con la selección del fruto, se realiza su lavado, luego el pelado en este punto debe ser totalmente aséptico el proceso, luego se hace el pulpeo de la fruta a través de una pulpeadora o licuadora, dejando un producto con textura viscosa y de buen sabor (Guzmán, 2014).

Zumo

El zumo es el extracto que se obtiene de una fruta, esto indica que la fruta se exprime todo su jugo y no se agregar nada de aditivos, por lo que se observa el color, aroma, sabor y sus componentes orgánicos del fruto (Guzmán, 2014).

2.4 Hipótesis de investigación

2.4.1 Hipótesis general

Las diferentes concentraciones del zumo de *Citrus aurantium* y *Citrus limón* tendrá un efecto significativo en las características sensoriales y vida útil del puré de *Malus domestica* (manzana 'Delicia').

2.4.2 Hipótesis especificas

Las diferentes concentraciones del zumo de *Citrus aurantium* y *Citrus limón* tendrá un efecto significativo en las características sensoriales del puré de *Malus domestica* (manzana 'Delicia').

Las diferentes concentraciones del zumo de *Citrus aurantium* y *Citrus limón* tendrá un efecto significativo en las características fisicoquímicas del puré de *Malus domestica* (manzana 'Delicia').

Las diferentes concentraciones del zumo de *Citrus aurantium* y *Citrus limón* tendrá un efecto significativo en la vida útil del puré de *Malus domestica* (manzana 'Delicia').

2.5 Operacionalización de las variables

La Operacionalizacion de variables se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2

Operacionalizacion de variables

Variable	**Definición**	**Dimensiones**	**Parámetros de dimensión**	**Indicadores**
X:Independiente Concentraciones del zumo de *Citrus aurantium* y *Citrus limón*	Efecto de la concentraciones del zumo de *Citrus aurantium* y *Citrus limón*	**X1:** Concentraciones del zumo de *Citrus aurantium* y *Citrus limón* "	**X1: Tratamientos:** T1: zumo de *Citrus aurantiuma* (naranja agria) a una concentración de 7,5% T2: zumo de *Citrus aurantiuma* (naranja agria) a una concentración de 10%. T3: zumo de *Citrus limón* (limón) a una concentración de 5% T4: zumo de *Citrus limón* (limón) a una concentración de 10%. - T5: Testigo sin zumo	
Y: Dependiente Análisis de las características sensoriales y vida útil del puré de *Malus domestica* (manzana 'Delicia').	Se realizó la evaluación de características sensoriales y vida útil del puré	**Y1:** Características sensoriales y vida útil del puré	**Parámetros de evaluación:** **Evaluación sensorial:** Y1: Color Y2: Olor Y3: Sabor Y4: Textura Y5: Aceptabilidad **Características fisicoquímicas:** - Sólidos solubles - pH - Acidez titulable - Grasa Vida útil	pH g

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO III. METODOLOGIA

3.1 Diseño metodológico

El estudio es de tipo aplicado, con un nivel experimental ya que medirá el efecto que tiene determinar el efecto que tiene diferentes concentraciones del zumo de naranja (*Citrus aurantium*) y limón (*Citrus limón*) en las características sensoriales y vida útil del puré de *Malus domestica* (manzana 'Delicia'). El enfoque será correlacional ya que mide la causa y efecto de estas variables. Asimismo, será descriptiva y cuantitativa.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población está constituida por manzana 'Delicia'.

3.2.2 Muestra

La muestra está constituida por 18 frascos contenida de puré de manzana 'Delicia'.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1 Descripción de los instrumentos

Materia prima

- Manzana 'Delicia'.
- Naranja
- Limón
- Sal
- Agua

Equipos

- Mesa de acero inoxidable
- Trituradora
- Estufa
- Balanza analítica digital gramera (5000g x sensibilidad de 0,1 g)
- Cocina convencional
- Selladora

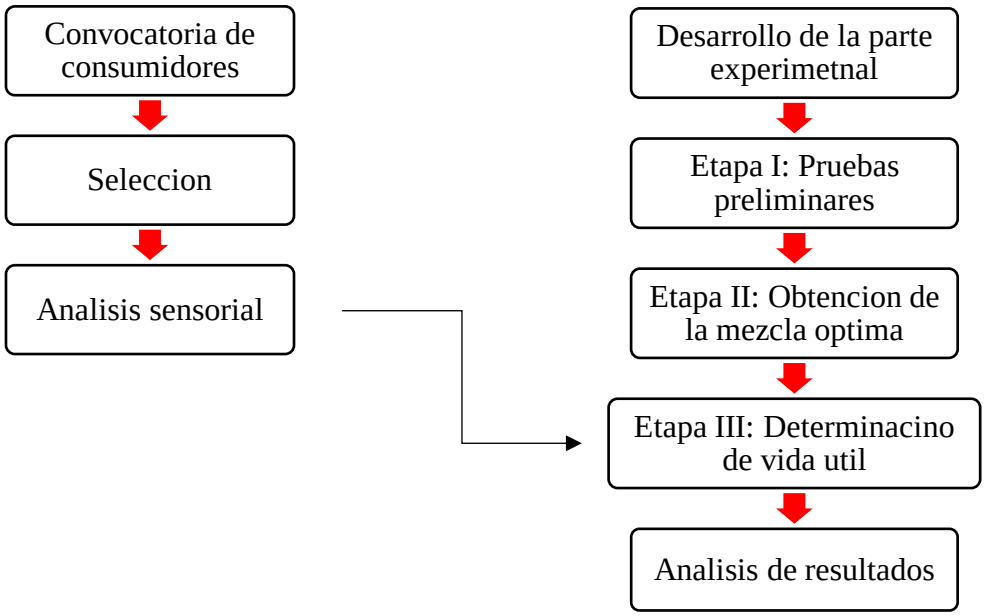
Materiales de laboratorio

- Probetas de 100, 250 y 500 mL
- Pipetas
- Matraz
- Bowls
- Molde
- Espátula
- Placas petri
-

3.3.2 Diseño experimental

La investigación seguirá por tres etapas tal como se observa en la Figura 4.

Figura 4. Esquema metodología experimental.



A. Etapa I: Pruebas preliminares

En la primera etapa se realizó el puré y el zumo de naranja y limón, los cuales de acuerdo a sus concentraciones se aplicó en el puré.

B. Etapa II: Obtención de la mezcla optima

En la segunda etapa se realizó la evaluación fisicoquímica y sensoriales de las muestras obtenidas.

C. Etapa III. Determinación de la vida útil

En la tercera etapa, las muestras pasaron por el análisis microbiológico para determinar el tiempo de vida útil.

3.3.3 Esquema experimental

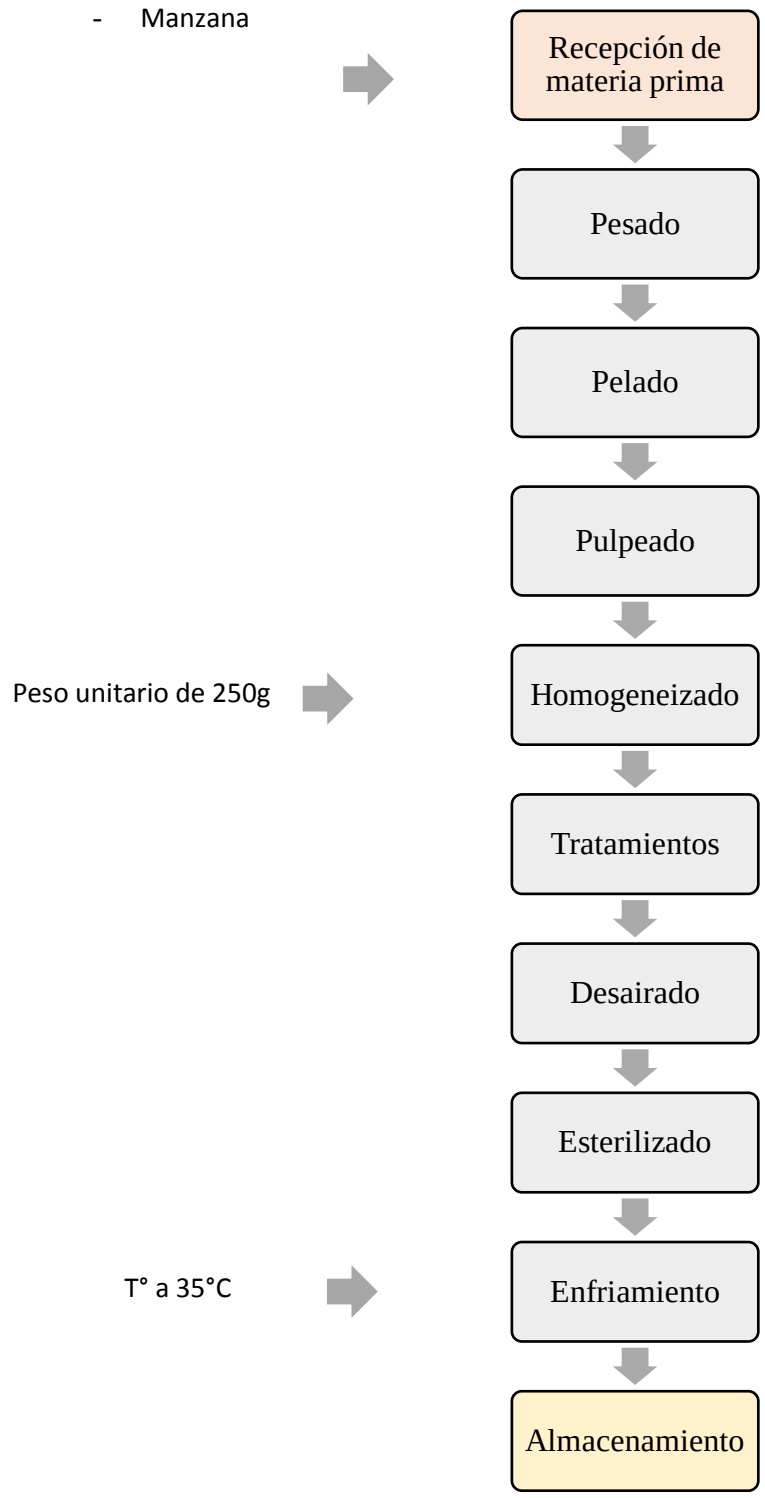
El presente estudio obtuvo un análisis cuantitativo.

Figura 5. Diagrama de flujo para la elaboración de puré de manzana con la aplicación del zumo de *Citrus aurantium* y *Citrus limón*



3.3.4 Operaciones para la preparación del puré de manzana

Figura 6. Diagrama de flujo para elaborar el puré de manzana



A. **Recepción de materia prima:** Se compró 10 kg de manzana Delicia, 1kg de naranja y 1kg de limón del mercado Modelo de Huacho, luego se lavaron dichas materias primas.

B. **Pesado:** Se pesó con la balanza digital los frutos y los zumos de ambos cítricos de acuerdo a las concentraciones que se usaron.

C. **Pelado:** Se pelaron de forma manual las diferentes frutas, en una mesa de acero inoxidable para mantener la limpieza, luego se quedó con la pulpa de la manzana.

D. **Pulpeado:** Se usó una pulpeadora que es un tornillo helicoidal con paletas que se encargó de triturar la fruta de manzana, separando la pulpa y la semilla.

E. **Homogeneización:** Se homogenizó para integrar el puré para ello se elevó a una temperatura de 40°C con el fin de facilitar el movimiento del triturado.

F. **Aporte del tratamiento:** Se colocaron los zumos de naranja agria y limón de acuerdo de los tratamientos mencionados en la Tabla 2.

G. **Desaireado:** Después del pulpeado se queda aire dentro del puré, para ello se retiró el aire usando una bomba de vacío.

H. **Esterilizado:** Se colocaron las muestras para su esterilización a una temperatura de 65°C y por un tiempo de 30 minutos que permite eliminar microorganismos patogénicos, como también de la perdida de nutrientes o compuestos de la manzana. Luego se colocaron en envases de vidrio de 250 g esterilizados a una temperatura de 121°C en una autoclave.

I. **Enfriamiento:** Luego de esterilizar se enfriaron las muestras hasta que llegue a una temperatura de 35°C para luego envasarlo

J. **Envasado:** Se da una presión de 6 bares y con cierre hermético, luego de ello se almacenaron

K. **almacenado:** Se almacenaron en temperatura ambiente por 4 horas luego se realizaron las evaluaciones, para después almacenar en la refrigeradora por 10 días.

3.3.5 Método de análisis

3.3.5.1 Tratamientos

Los tratamientos se realizaron bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial más un testigo sin aplicar. Los tratamientos se construyeron a partir de dos factores: el factor A que corresponde a los zumos de naranja agria y limón y el Factor B que fueron las diferentes concentraciones los cuales se observan en la Tabla 3.

Tabla 3

Descripción de los tratamientos

Factor A **Zumos**	**Factor B** **Concentración**	**Combinaciones**	**Designación**
A1: zumo de *Citrus aurantium*	B1: 7,5%	A1 x B1	T1
	B2: 10 %	A1 x B2	T2
A2: zumo de *Citrus limón*	B1: 5%	A2 x B1	T3
	B2: 10 %	A2 x B2	T4
Testigo	Solo agua	0	T5

3.3.5.2 Variables a evaluar

a. Características sensoriales

La evaluación fue usando como instrumento una encuesta con una escala hedónica que van de 1 a 9, 1 que indica que no me gusta nada y 9 como me gusta muchísimo (anexo 1) que se aplicaron a 10 panelistas. Las siguientes características se evaluaron:

- Color: evaluó el color de la pulpa de manzana

- Textura: midió la textura.

- Aroma: Evaluó el aroma del puré de manzana y el **Sabor**.

b. Características Fisicoquímicas:

Se evaluó las características fisicoquímicas del puré:

pH: Con el uso del potenciómetro se realizó la evaluación del pH de cada unidad experimental.

Sólidos solubles: Con el uso de brixómetro se realizó la evaluación del porcentaje de sólidos solubles de cada unidad experimental y el resultado se expresó en %.

Acidez titulable:

Se obtuvo a partir del método de ensayo Hart y bruce (1997) y se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\%Acidez = (Vb \times N \times Milieq. \times 100)/Va$$

Dónde:

- Vb: Volumen en ml, gastado por la base.
- N: normalidad de la base.
- Milieq: mili equivalente del ácido predominante en la muestra acida.
- Va: volumen del ácido.

Tiempo de vida útil

Con los valores sensoriales se usaron la distribución del método de Weibull que determinó la vida útil del puré de manzana con un fallo de 50%.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

La técnica para el procesamiento será usando la prueba sensorial y de vida útil para ello se usó la Prueba de Friedman ya que son datos que no presentan normalidad y por el cual se debe realizar dicha prueba y para el procesamiento de las variables fisicoquímicos será usando el análisis de varianza y la comparación de medias se usó la prueba de Scott & Knott al 5% ya que son datos con normalidad, todos estos procesos pasaran por el software estadístico "MINITAB 16". zumo de *Citrus aurantium* y *Citrus limon*

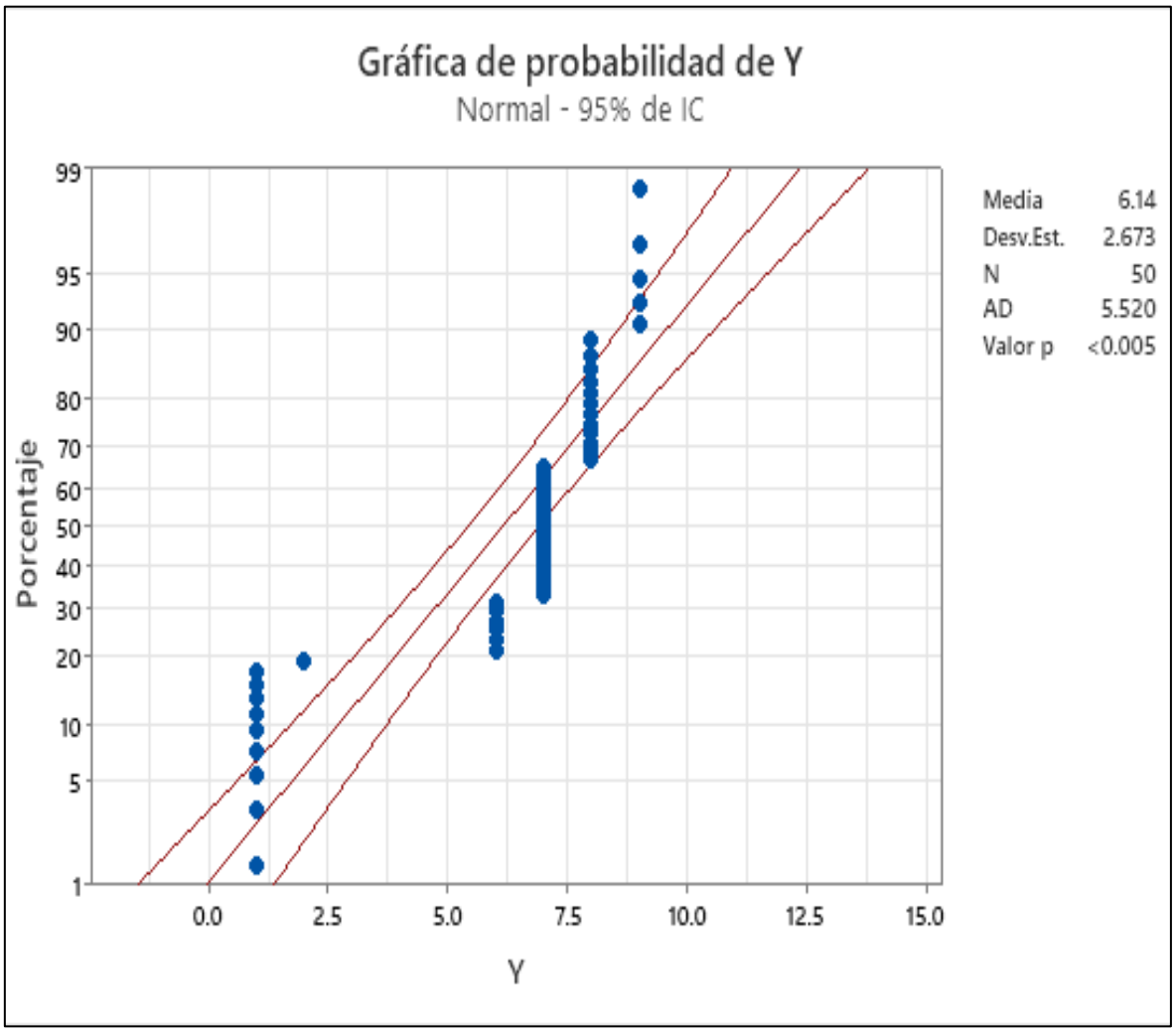
CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Características sensoriales del puré de manzana 'Delicia' con aplicación de diferentes proporciones de zumo de *Citrus aurantium* y *Citrus limon*

4.1.1 Característica “textura” del puré de manzana

Los resultados de la Figura 7, muestran la prueba de normalidad para la textura del puré de manzana, con un valor de p < 0,005 cuyo valor indica que los valores obtenidos no presentan una distribución normal, por lo que se realiza la prueba de Friedman para el análisis y comparación de los tratamientos.

Figura 7. Prueba de normalidad para la característica textura del puré de manzana



En la Tabla 4 se observa la prueba de Friedman para la textura del puré de manzana con aplicaciones de diferentes proporciones de zumo de limón y naranja agria, el cual obtuvo un valor de $p < 0,01$ esto indica que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Tabla 4

Prueba de Friedman para la característica textura del puré de manzana

Método	GL	Chi-cuadrada	Valor p
No ajustado para empates	4	26,30	0,000**
Ajustado para empates	4	28,90	0,000**

** = altamente significativo (p<0,01).

En la Tabla 5 se muestra la comparación de medianas según la prueba de Friedman al 5% de significancia, el cual reporta que los tratamientos con mayor puntuación para la textura del puré de manzana fueron: T4 (Zumo de *Citrus limon* al 10%) con una suma de 41,5 y mediana de 8,1 y el T3 (Zumo de *Citrus aurantium* al 10%) con suma de 41 y una mediana de 7,8 calificándolas como me gusta mucho la textura del puré de manzana quienes superaron estadísticamente a los demás tratamientos.

Tabla 5

Comparación de medias para la característica textura del puré de manzana

Tratamientos	Suma	Mediana	Significancia
T4: Zumo de *Citrus limon* al 10%	41,5	8,1	a
T2: Zumo de *Citrus aurantium* al 10%	41,0	7,8	a
T3: Zumo de *Citrus limon* al 5%	29,5	6,9	b
T1: Zumo de *Citrus aurantium* al 7,5%	28,0	6,8	b
T0: Testigo	10,0	1,1	c

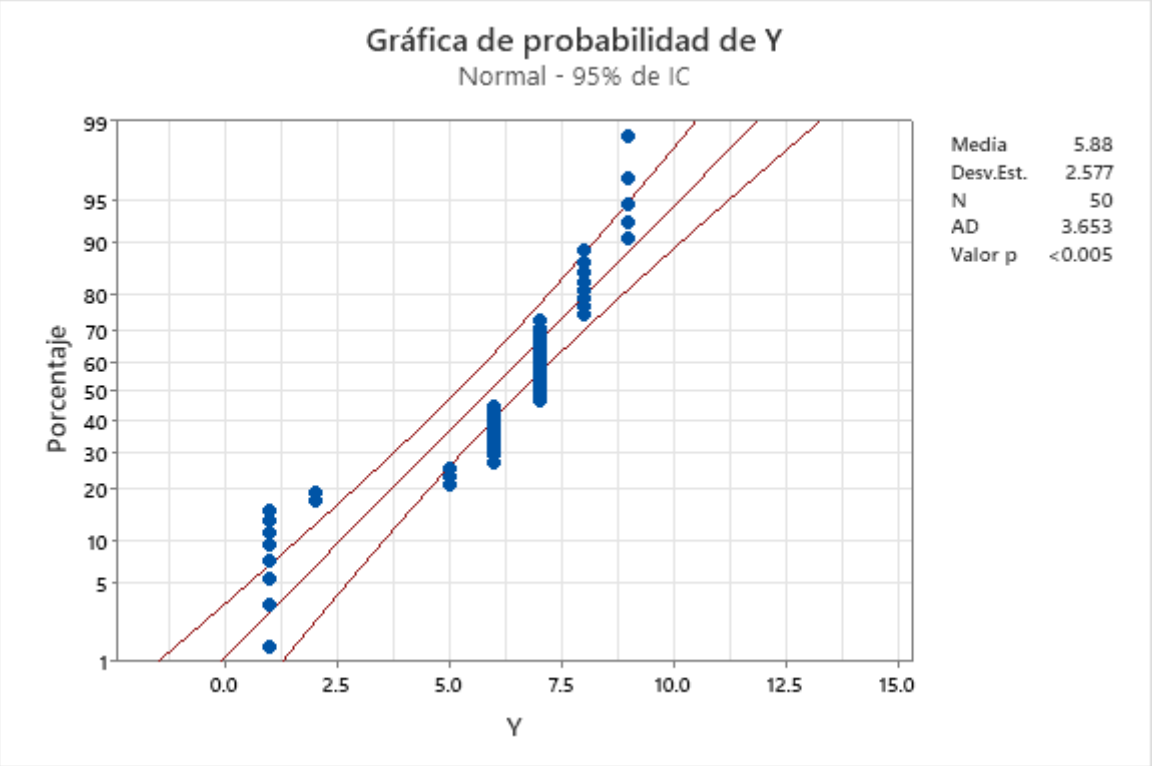
Mínima diferencia significativa entre suma de rango=11,51

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Friedman ($p \leq 0,05$).

4.1.2 Característica “color” del puré de manzana

Los resultados de la Figura 8, muestran la prueba de normalidad para el color del puré de manzana, con un valor de p < 0,005 cuyo valor indica que los valores obtenidos no presentan una distribución normal, por lo que se realiza la prueba de Friedman para el análisis y comparación de los tratamientos.

Figura 8. Prueba de normalidad para la característica color del puré de manzana



En la Tabla 6 se observa la prueba de Friedman para el color del puré de manzana con aplicaciones de diferentes proporciones de zumo de limón y naranja agria, el cual obtuvo un valor de p < 0,01 esto indica que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Tabla 6

Prueba de Friedman para la característica textura del puré de manzana

Método	GL	Chi-cuadrada	Valor p
No ajustado para empates	4	30,56	0,000**
Ajustado para empates	4	33,40	0,000**

** = altamente significativo (p<0,01).

En la Tabla 7 se muestra la comparación de medianas según la prueba de Friedman al 5% de significancia, el cual reporta que el tratamiento con mayor puntuación para el color del puré de manzana fue: T4 (Zumo de *Citrus limon* al 10%) con una suma de 45 y mediana de 8,5 calificándola como me gusta mucho el color del puré de manzana quienes superaron estadísticamente a los demás tratamientos, seguido por el tratamiento T2 (Zumo de *Citrus limon* al 10%) con una suma de 39 y mediana de 7,5 calificándola como me gusta mucho el color del puré de manzana estadísticamente superior al tratamiento T3 (Zumo de *Citrus limon* al 5%) con una suma de 33 y mediana de 7 calificándola como me gusta el color del puré de manzana superando estadísticamente al T1 (Zumo de *Citrus aurantium* al 7,5%) con una suma de 23 y mediana de 5,8 calificándola como me gusta ligeramente el color del puré de manzana todos ellos superando estadísticamente al testigo (T4) con una suma de 10 y mediana de 1,1.

Tabla 7

Comparación de medias para la característica color del puré de manzana

Tratamientos	Suma	Mediana	Significancia
T4: Zumo de *Citrus limon* al 10%	45,0	8,5	a
T2: Zumo de *Citrus aurantium* al 10%	39,0	7,5	b
T3: Zumo de *Citrus limon* al 5%	33,0	7,0	c
T1: Zumo de *Citrus aurantium* al 7,5%	23,0	5,8	d
T0: Testigo	10,0	1,1	e

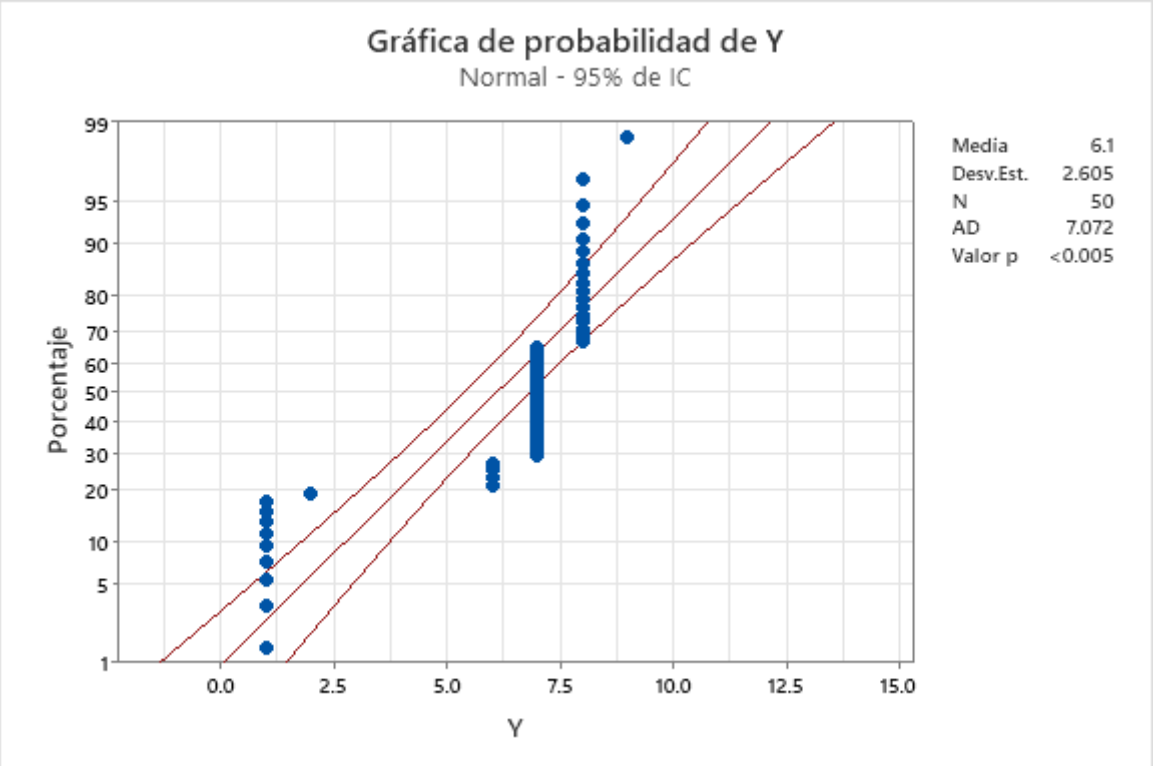
Mínima diferencia significativa entre suma de rango=6,0

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Friedman ($p \leq 0,05$).

4.1.3 Característica "sabor" del puré de manzana

Los resultados de la Figura 9, muestran la prueba de normalidad para el sabor del puré de manzana, con un valor de $p < 0,005$ cuyo valor indica que los valores obtenidos no presentan una distribución normal, por lo que se realiza la prueba de Friedman para el análisis y comparación de los tratamientos.

Figura 9. Prueba de normalidad para la característica sabor del puré de manzana



En la Tabla 8 se observa la prueba de Friedman para el sabor del puré de manzana con aplicaciones de diferentes proporciones de zumo de limón y naranja agria, el cual obtuvo un valor de p < 0,01 esto indica que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Tabla 8

Prueba de Friedman para la característica sabor del puré de manzana

Método	GL	Chi-cuadrada	Valor p
No ajustado para empates	4	25,66	0,000**
Ajustado para empates	4	27,89	0,000**

** = altamente significativo (p<0,01).

En la Tabla 9 se muestra la comparación de medianas según la prueba de Friedman al 5% de significancia, el cual reporta que los tratamientos con mayor puntuación para el sabor del puré de manzana fue: T4 (Zumo de *Citrus limon* al 10%) con una suma de 39,5 y mediana de 8, el tratamiento T3 (Zumo de *Citrus limon* al 5%) con una suma de 39,5 y mediana de 7,9, y el tratamiento T1 (Zumo de *Citrus aurantium* al 7,5%) con una suma de 36 y mediana de 7,6 quienes superaron estadísticamente a los demás tratamientos, calificándola como me gusta mucho el sabor del puré de manzana, seguido por el T2 (Zumo de *Citrus limon* al 10%) con una suma de 25 y mediana de 6,3 calificándola como me gusta ligeramente el color del puré de manzana todos ellos superando estadísticamente al testigo (T4) con una suma de 10 y mediana de 1,1.

Tabla 9

Comparación de medias para la característica sabor del puré de manzana

Tratamientos	Suma	Mediana	Significancia
T4: Zumo de *Citrus limon* al 10%	39,5	8,0	a
T3: Zumo de *Citrus limon* al 5%	39,5	7,9	a
T1: Zumo de *Citrus aurantium* al 7,5%	36,0	7,6	a
T2: Zumo de *Citrus aurantium* al 10%	25,0	6,3	b
T0: Testigo	10,0	1,1	c

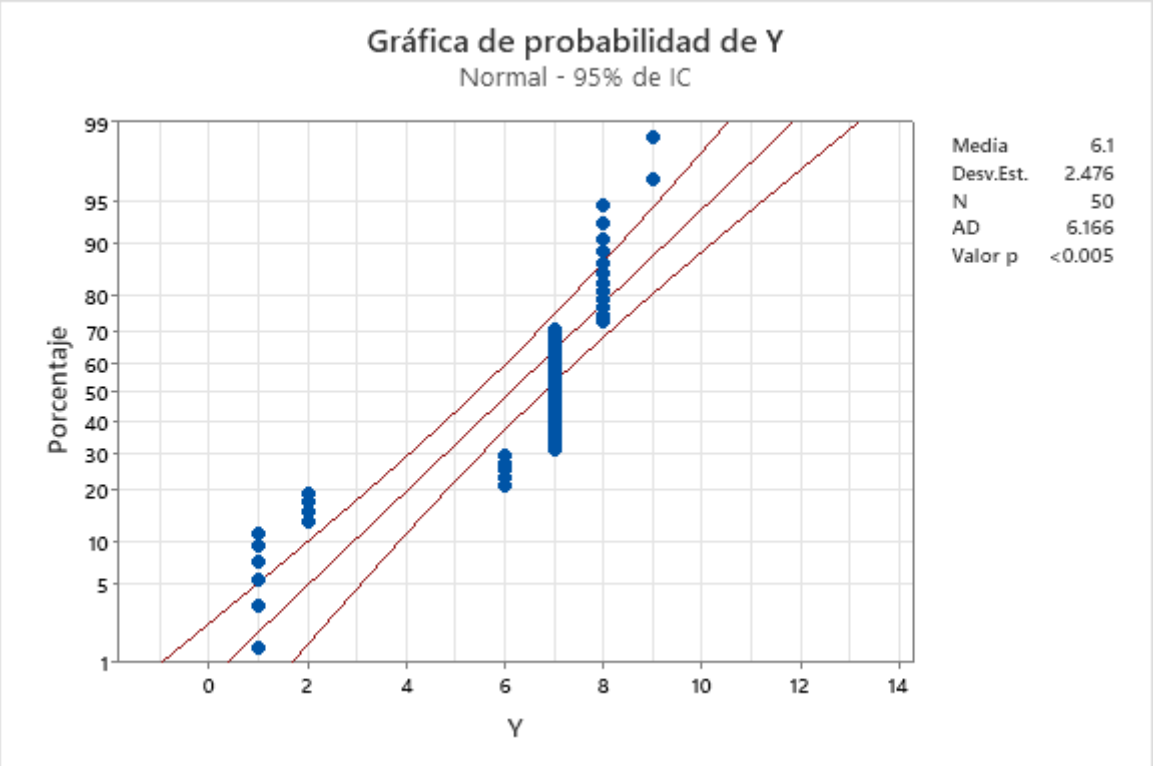
Mínima diferencia significativa entre suma de rango=6,0

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Friedman ($p \leq 0,05$).

4.1.4 Característica “olor” del puré de manzana

Los resultados de la Figura 10, muestran la prueba de normalidad para el olor del puré de manzana, con un valor de $p < 0,005$ cuyo valor indica que los valores obtenidos no presentan una distribución normal, por lo que se realiza la prueba de Friedman para el análisis y comparación de los tratamientos.

Figura 10. Prueba de normalidad para la característica olor del puré de manzana



En la Tabla 10 se observa la prueba de Friedman para el olor del puré de manzana con aplicaciones de diferentes proporciones de zumo de limón y naranja agria, el cual obtuvo un valor de p < 0,01 esto indica que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Tabla 10

Prueba de Friedman para la característica sabor del puré de manzana

Método	GL	Chi-cuadrada	Valor p
No ajustado para empates	4	25,60	0,000**
Ajustado para empates	4	28,29	0,000**

** = altamente significativo (p<0,01).

En la Tabla 11 se muestra la comparación de medianas según la prueba de Friedman al 5% de significancia, el cual reporta que el tratamiento con mayor puntuación para el color del puré de manzana fue: T4 (Zumo de *Citrus limon* al 10%) con una suma de 44 y mediana de 8,0 calificándola como me gusta mucho el olor del puré de manzana quien superó estadísticamente a los demás tratamientos, seguido por los tratamientos: T1 (Zumo de *Citrus aurantium* al 7,5%) con una suma de 36 y mediana de 7,3, y el tratamiento T2 (Zumo de *Citrus limon* al 10%) con una suma de 32 y mediana de 7 y el T3 (Zumo de *Citrus limon* al 5%) con una suma de 28 y mediana de 6,9 calificándolas como me gusta el olor del puré de manzana todos ellos superando estadísticamente al testigo (T4) con una suma de 10 y mediana de 1,3.

Tabla 11

Comparación de medias para la característica sabor del puré de manzana

Tratamientos	Suma	Mediana	Significancia
T4: Zumo de *Citrus limon* al 10%	44,0	8,0	a
T1: Zumo de *Citrus aurantium* al 7,5%	36,0	7,3	b
T2: Zumo de *Citrus aurantium* al 10%	32,0	7,0	b
T3: Zumo de *Citrus limon* al 5%	28,0	6,9	b
T0: Testigo	10,0	1,3	c

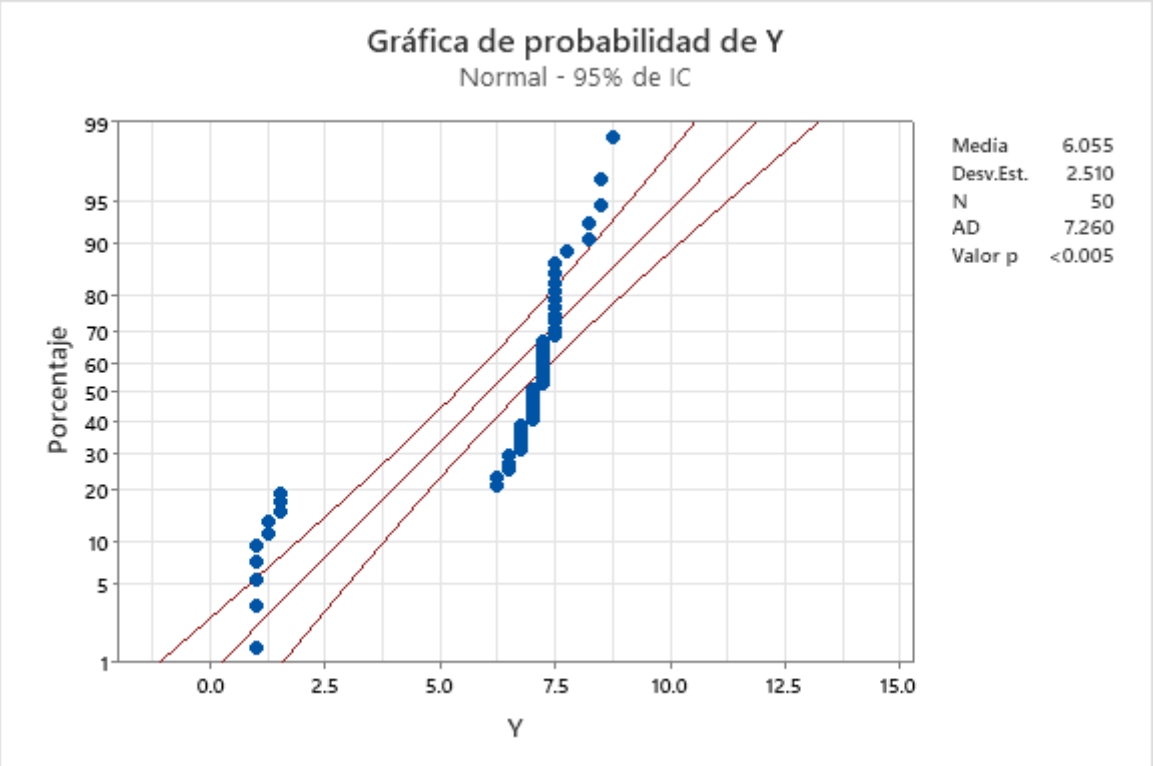
Mínima diferencia significativa entre suma de rango=6,0

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Friedman ($p \leq 0,05$).

4.1.5 Característica “aceptabilidad” del puré de manzana

Los resultados de la Figura 11, muestran la prueba de normalidad para la aceptabilidad del puré de manzana, con un valor de $p < 0,005$ cuyo valor indica que los valores obtenidos no presentan una distribución normal, por lo que se realiza la prueba de Friedman para el análisis y comparación de los tratamientos.

Figura 11. Prueba de normalidad para la característica aceptabilidad del puré de manzana



En la Tabla 12 se observa la prueba de Friedman para la aceptabilidad del puré de manzana con aplicaciones de diferentes proporciones de zumo de limón y naranja agria, el cual obtuvo un valor de p < 0,01 esto indica que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

Tabla 12

Prueba de Friedman para la característica aceptabilidad del puré de manzana

Método	GL	Chi-cuadrada	Valor p
No ajustado para empates	4	29,02	0,000**
Ajustado para empates	4	31,72	0,000**

** = altamente significativo (p<0,01).

En la Tabla 13 se muestra la comparación de medianas según la prueba de Friedman al 5% de significancia, el cual reporta que el tratamiento con mayor puntuación para la aceptabilidad del puré de manzana fue: T4 (Zumo de *Citrus limon* al 10%) con una suma de 47 y mediana de 8,0 calificándola como me gusta mucho el olor del puré de manzana quien superó estadísticamente a los demás tratamientos, seguido por los tratamientos: T1 (Zumo de *Citrus aurantium* al 7,5%) con una suma de 36 y mediana de 7,3, y el tratamiento T2 (Zumo de *Citrus limon* al 10%) con una suma de 32 y mediana de 7 y el T3 (Zumo de *Citrus limon* al 5%) con una suma de 28 y mediana de 6,9 calificándolas como me gusta el olor del puré de manzana todos ellos superando estadísticamente al testigo (T4) con una suma de 10 y mediana de 1,3.

Tabla 13

Comparación de medias para la característica aceptabilidad del puré de manzana

Tratamientos	Suma	Mediana	Significancia
T4: Zumo de *Citrus limon* al 10%	47,0	7,93	a
T2: Zumo de *Citrus aurantium* al 10%	35,5	7,20	b
T3: Zumo de *Citrus limon* al 5%	30,0	6,93	b
T1: Zumo de *Citrus aurantium* al 7,5%	27,5	6,80	b
T0: Testigo	10,0	1,15	c

Mínima diferencia significativa entre suma de rango=11,52

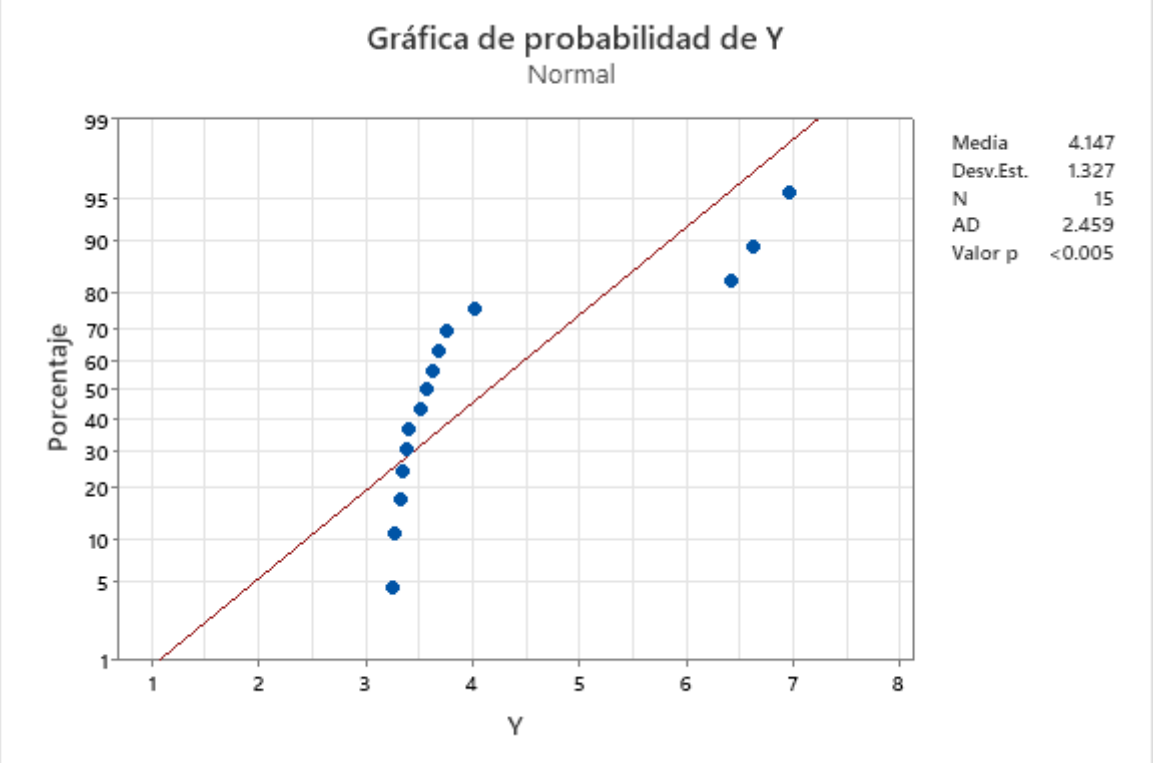
Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Friedman ($p \leq 0,05$).

4.2 Características fisicoquímicos

4.2.1 Característica “pH” del puré de manzana

En la Figura 12, se muestra la prueba de normalidad para el valor de pH del puré de manzana, quien obtuvo un p < 0,005 lo cual indica que los valores obtenidos no presentan una distribución normal, por lo que se realiza la prueba de Friedman para el análisis y comparación de los tratamientos.

Figura 12. Prueba de normalidad para el pH del puré de manzana



En la Tabla 14 se observa la prueba de Friedman para el valor de pH del puré de manzana con aplicaciones de diferentes proporciones de zumo de limón y naranja agria, el cual obtuvo un valor de p < 0,05 este valor indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Tabla 14

Prueba de Friedman para el pH del puré de manzana

Detalle	Valor
GL	4
Chi cuadrado	9,87
Valor p	0,043*

ns. = no significativo, *= significativo

En la Tabla 15 se muestra la comparación de medianas según la prueba de Friedman al 5% de significancia, el cual reporta que el tratamiento con menor pH fue para los tratamientos: T4 (Zumo de *Citrus limon* al 10%) con una suma de 5 y mediana de 3,41, T3 (Zumo de *Citrus limon* al 5%) con una suma de 6 y mediana de 3,42 y el T2 (Zumo de *Citrus limon* al 10%) con una suma de 7 y mediana de 3,52, superando estadísticamente al T1 (Zumo de *Citrus aurantium* al 7,5%) con una suma de 12 y mediana de 3,9 menor estadísticamente al testigo quien obtuvo el pH más alto con una suma de 15 y mediana de 6,64.

Tabla 15

Comparación de medias para el pH del puré de manzana

Tratamientos	Suma	Mediana	Significancia
T4: Zumo de *Citrus limon* al 10%	5,0	3,41	a
T3: Zumo de *Citrus limon* al 5%	6,0	3,42	a
T2: Zumo de *Citrus aurantium* al 10%	7,0	3,52	a
T1: Zumo de *Citrus aurantium* al 7,5%	12,0	3,90	b
T0: Testigo	15,0	6,64	c

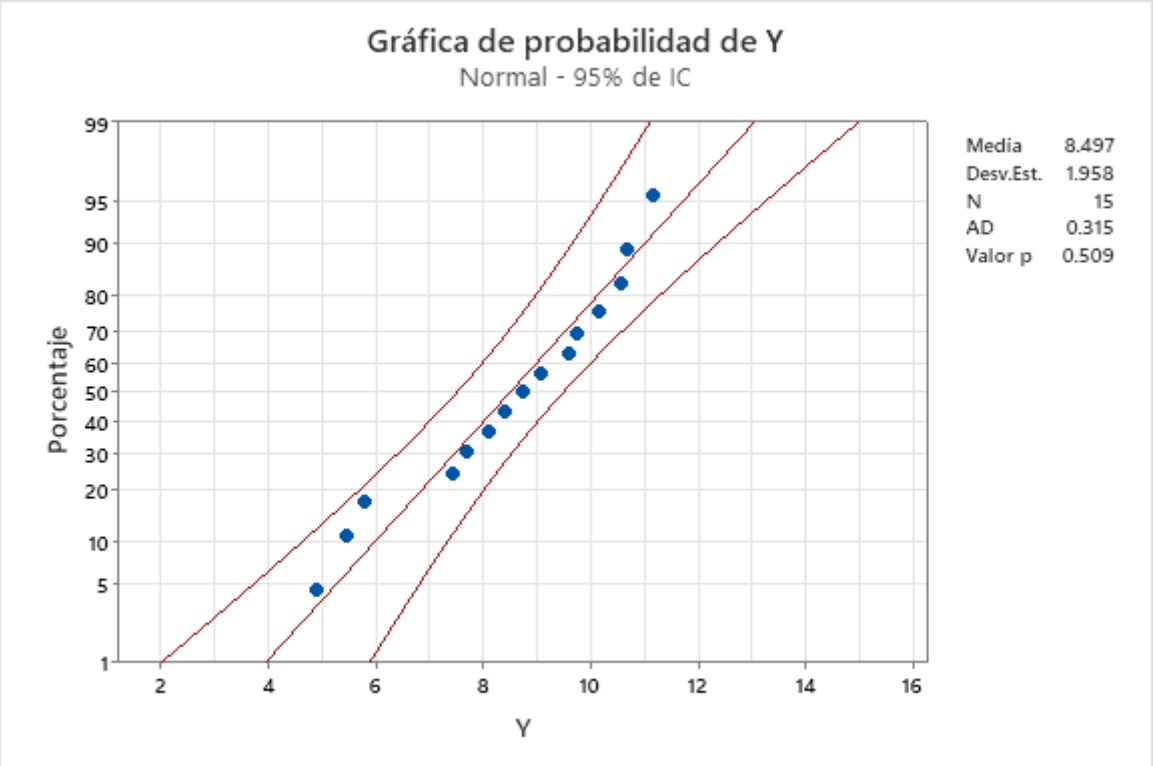
Mínima diferencia significativa entre suma de rango=3,12

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Friedman ($p \leq 0,05$).

4.2.2 Característica "sólidos solubles (°Brix)" del puré de manzana

En la Figura 13, se muestra la prueba de normalidad para el valor de los sólidos solubles del puré de manzana, quien obtuvo un p de 0,509 valor que indica que los valores obtenidos presentan una distribución normal, por lo que se realiza la prueba de Scott y Knott al 5% para el análisis y comparación de los tratamientos.

Figura 13. Prueba de normalidad para los sólidos solubles del puré de manzana



En la Tabla 16 se observa el análisis de varianza para la característica sólidos solubles del puré de manzana con aplicaciones de diferentes proporciones de zumo de limón y naranja agria, el cual obtuvo un valor de p < 0,05 este valor indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variabilidad fue de 4,12 es un valor aceptable en condiciones de laboratorio.

Tabla 16

Análisis de varianza para la característica brix°

Fuente de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F cal.	p-valor
Tratamientos	4	10,64	13,12	106,79	<0,0001 **
Error	10	0,93	0,12		
Total	14	11,57			
CV (%) =		4,12			

ns. = no significativo, ** = altamente significativo

La comparación de medias según la prueba de Scott y Knott al 5% (Tabla 17), el cual reporta que el tratamiento con mayor solidos solubles fue para el tratamiento T2 (Zumo de *Citrus limon* al 10%) con una media de 10,81°Brix superior estadísticamente a todos los tratamientos, seguido por el T4 (Zumo de *Citrus limon* al 10%) con una media de 9,82Brix, siendo el testigo quien obtuvo menor solidos solubles con una media de 5,38°Brix.

Tabla 17

Comparación de medias para los sólidos solubles del puré de manzana

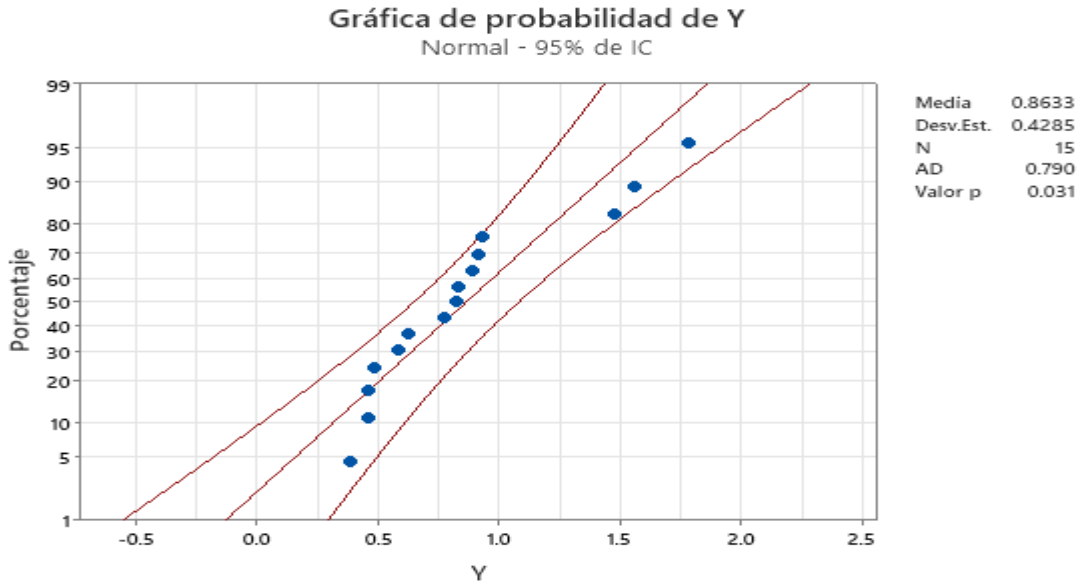
Tratamientos	Media	Significancia
T2: Zumo de *Citrus aurantium* al 10%	10,81	a
T4: Zumo de *Citrus limon* al 10%	9,82	b
T4: Zumo de *Citrus limon* al 10%	8,73	c
T3: Zumo de *Citrus limon* al 5%	7,74	d
T0: Testigo	5,38	e

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Scott & Knott ($p \leq 0,05$).

4.2.3 Característica "acidez" del puré de manzana

En la Figura 14, se muestra la prueba de normalidad para el valor de la acidez del puré de manzana, quien obtuvo un p de 0,031 lo cual indica que los valores obtenidos no presentan una distribución normal, por lo que se realiza la prueba de Friedman al 5% para el análisis y comparación de los tratamientos.

Figura 14. Prueba de normalidad para la acidez del puré de manzana



En la Tabla 18 se observa la prueba de Friedman para el valor de acidez del puré de manzana con aplicaciones de diferentes proporciones de zumo de limón y naranja agria, el cual obtuvo un valor de p < 0,05 este valor indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Tabla 18

Prueba de Friedman para la acidez del puré de manzana

Detalle	Valor
GL	4
Chi cuadrado	12
Valor p	0,017*

ns. = no significativo, *= significativo

En la Tabla 19 se muestra la comparación de medianas según la prueba de Friedman al 5%, el cual reporta que el tratamiento con menor acidez fue para el tratamiento T4 (Zumo de *Citrus limon* al 10%) con una suma de 3 y mediana de 0,442 y el T2 (Zumo de *Citrus limon* al 10%) con una suma de 6 y mediana de 0,602, superando estadísticamente al testigo quien obtuvo la acidez más alta con una suma de 15 y mediana de 1,610 de acidez.

Tabla 19

Comparación de medias para la acidez del puré de manzana

Tratamientos	Suma	Mediana	Significancia
T4: Zumo de *Citrus limon* al 10%	3,0	0,442	a

T2: Zumo de *Citrus aurantium* al 10%	6,0	0,602	a
T3: Zumo de *Citrus limon* al 5%	9,0	0,856	b
T1: Zumo de *Citrus aurantium* al 7,5%	12,0	0,890	b
T0: Testigo	15,0	1,610	c

Mínima diferencia significativa entre suma de rango=3,0

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Friedman ($p \leq 0,05$).

4.3 Tiempo de la vida útil del puré de manzana 'Delicia'

4.3.1 Vida útil del puré de manzana con zumo de *Citrus limon* al 10%

El T4 (zumo de *Citrus limon* al 10%) fue quien obtuvo la mayor puntuación en las características sensoriales, calificado como me gusta mucho el puré de manzana, luego de estar en refrigeración en un frasco tapado se evaluó la distribución Weibull a un 50% en función de falla o rechazo acumulada de Weibull el cual se muestra en la Tabla 20 y en la Figura 15 y 16, obteniendo un resultado de tiempo de vida útil de 7,3 días en refrigeración.

Figura 15. Tiempo de vida útil para el puré de manzana con zumo de *Citrus limon* al 10%

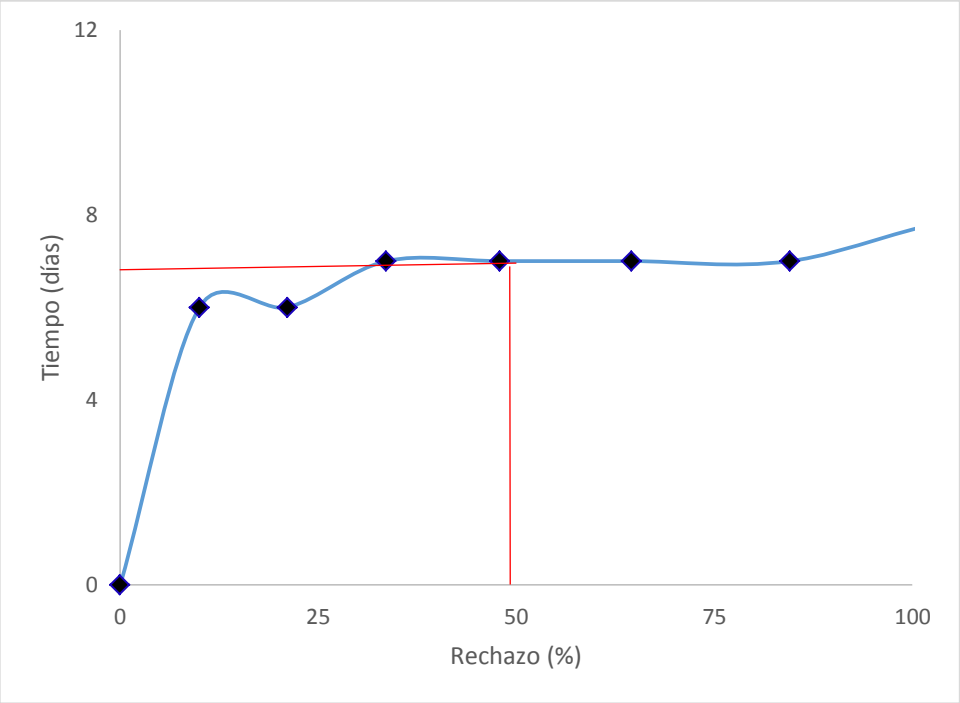


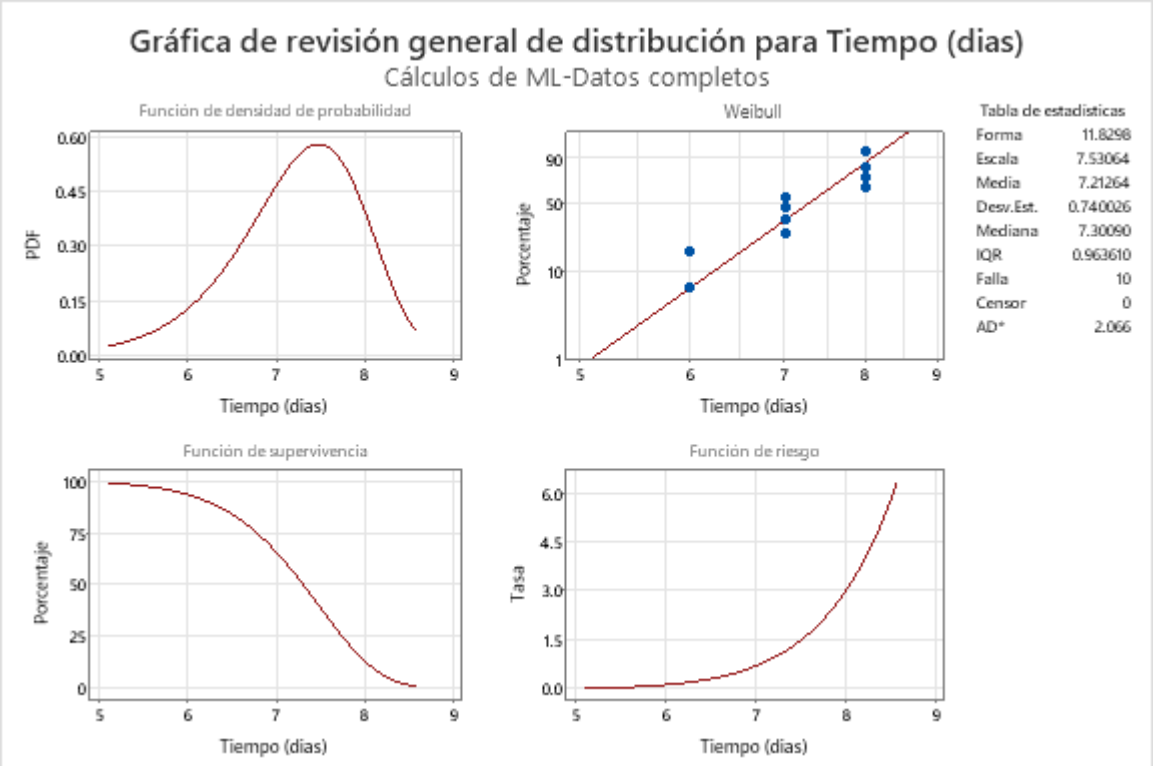
Tabla 20

Tiempo de vida útil según el análisis sensorial

Fuente	Resultado
Forma	11,83
Escala	7,53
Media	7,21
Desviación estándar	0,74
Mediana	7,30
AD*	2,066

* Anderson-Darling

Figura 16. Gráfica de revisión general de distribución de Weibull para tiempo de vida útil del puré de manzana con zumo de *Citrus limon* al 10%



CAPITULO V. DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación demostraron que la aplicación de zumo de *Citrus limon* al 10% obtuvo efecto significativo y las puntuaciones más altas en las caracteristicas sensoriales del puré de manzana'Delicia', logrando alcanzar un alto nivel de aceptación de los panelistas, calificandolo como me gusta mucho el puré de manzana, además, de obtener efecto significativas en las caracteristicas fisicoquímicas y vida útil puré de manzana, lo cual indica que al aplicar zumo de *Citrus limon* al 10% al puré de manzana 'Delicia', mantiene las propiedades de calidad sensorial y la mantiene en óptimas condiciones para el consumo humano hasta 7 días. Estos resultados se asemejan al estudio realizado por Ngoko et al. (2024) que encontraron que el mejor tratamiento con 2,5% de zumo de limón la cual obtuvo una mayor prolongación de la vida útil del puré de banano, debido a que el ácido redujo el pH del puré del banano y dicha condición de pH bajo inhibió la actividad de la enzima polifenol oxidasa.

En cuanto al primer objetivo, los resultados demostraron que el zumo de *Citrus limon* al 10% obtuvo efecto significativo y las puntuaciones más altas en las caracteristicas sensoriales del puré de manzana 'Delicia'. Con respecto a la característica textura los resultados demostraron que los tratamientos T4 (zumo de *Citrus limon* al 10%) y el T2 (Zumo de *Citrus aurantium* al 10%) obtuvieron las más altas puntuaciones calificándolas como me gusta mucho la textura del puré de manzana. Resultado corroborado por Liñan-Pérez & Puma-Isuiza (2021) quienes encontraron que el ácido cítrico y el ácido ascórbico al 10% presentaron la puntuación más alta en el puré de palto, ya que en ella se redujo significativamente la actividad de la enzima polifenol en el puré de palta. Sierocka & Świeca (2024) indican que la mayor concentración de ácido cítrico causa la hidrólisis de la pectina, por lo que al ablandar los tejidos fibrosos de la manzana provoca que la textura del puré sea más suave y menos firme, cabe mencionar que el ácido ascórbico al 10% por su contenido de pectina llega a espesar los alimentos naturalmente lo que resulta en puré sedoso y su acidez ablanda el tejido de la manzana dando consistencia al puré.

Asimismo, el resultado de la característica color del puré se demostró que el T4 (zumo de *Citrus limon* al 10%), obtuvo mayor efecto significativo y la más alta puntuación calificándola como me gusta mucho el color del puré de manzana.

Estos resultados del color del puré de manzana al encontrar que aplicar zumo de *Citrus limon* al 10%, mantiene el color natural de la manzana, debido a los antioxidantes naturales del limón, a pesar que el ácido ascórbico de la naranja agria en alta concentración presenta alto antioxidante natural no mantuvo un color tan apreciable como si lo hizo el ácido cítrico del limón. Estos resultados se aproximan a Vega et al. (2021) quienes indican que el ácido cítrico en alta concentración evita el pardeamiento natural de la manzana en puré, a través de bloquear la enzima polifenol oxidasa, en cambio la naranja agria en la misma concentración que el limón (10%) presenta una actividad antioxidante menor a la del limón, llegando a reportar un color estable en el puré de palta, con buenas condiciones para el consumo humano.

Con respecto a las características sabor y olor los resultados demostraron que los tratamientos T4 (zumo de *Citrus limon* al 10%), T3 (Zumo de *Citrus limon* al 5%) y el T1 (Zumo de *Citrus aurantium* al 7,5%) obtuvieron mayor efecto significativo y las más altas puntuaciones calificándolas como me gusta mucho el sabor del puré de manzana, asimismo, el tratamiento T4 (zumo de *Citrus limon* al 10%), fue quien obtuvo mayor efecto significativo y la más alta puntuación calificándola como me gusta mucho el olor del puré de manzana, indicando que el zumo de limón y naranja agria en altas concentraciones hasta 10% mejora el sabor del puré de manzana superior estadísticamente al puré de manzana sin aplicación de conservantes, debido a que al no aplicar nada la enzima polifenol oxidasa presenta su normal funcionamiento y reduce el sabor y olor después de 4 horas en temperatura ambiente, mientras que al aplicar zumo de limón al 10 % mantiene el sabor y color después de 4 horas para el consumo humano.

Estos resultados del sabor y olor del puré de manzana, se aproximan a lo obtenido por Rodríguez-Campos et al. (2020) quienes encontraron que aplicar antioxidantes naturales estos permiten bloquear a la enzima polifenol oxidasa, por lo que al aplicar zumo de limón al 10% mantiene el sabor y el olor del puré de palta. Cabe mencionar que aplicar 5% de zumo de limón equilibra el azúcar de la manzana sin producir un sabor cítrico del limón, sin embargo, al usar la manzana Delicia el cual es muy dulce, el aplicar 10% de zumo de limón mantiene un sabor del puré y su acidez influye en la neutralización de la oxidación natural de la manzana cortada, por lo que el olor se mantiene con refrescante olor a manzana y ligeramente un toque cítrico, mientras que al usar zumo de naranja agria al 10% presenta el puré un poco amargoso produciendo un aroma intenso.

En cuanto al segundo objetivo, los resultados demostraron que el zumo de *Citrus limon* al 10% obtuvo efecto significativo en las caracteristicas fisicoquímicos del puré de manzana 'Delicia'. Con respecto al pH del puré de manzana, los resultados demostraron que los tratamientos T4 (zumo de *Citrus limon* al 10%), T3 (Zumo de *Citrus limon* al 5%) y el T2 (Zumo de *Citrus aurantium* al 10%) obtuvieron valores de pH del puré de manzana. Resultado corroborado por Liñan-Pérez & Puma-Isuiza (2021) quienes encontraron que el pH del puré debe estar en un rango de 3,3 a 3,6 de pH, por encima de ellos, se vuelve riesgoso debido a la proliferación de microorganismos patogénicos.

Asimismo, para la característica sólidos solubles del puré de manzana con el tratamiento de zumo de *Citrus limon* al 10% obtuvo mayor °Brix de los sólidos solubles del puré de manzana, superando a los demás. Resultado corroborado por Liñan-Pérez & Puma-Isuiza (2021) quienes encontraron que el solidos solubles del puré debe estar en un rango de 7 a 12,3°Brix, por encima de ellos, se vuelve riesgoso debido a la proliferación de microorganismos patogénicos. En cuanto a la característica acidez del puré de manzana con el tratamiento de Zumo de *Citrus limon* al 10% obtuvo mayor °Brix de los sólidos solubles del puré de manzana, superando a los demás. Resultado se aproximan a los obtenido por Gutiérrez et al. (2024) quienes encontraron que el solidos solubles del puré debe estar en un rango de 7 a 12,3°Brix, indicando que la acidez en el puré provoca que el dulzor natural del fruto no se reduzca o se altere, esto confirma el buen sabor, color y olor del puré al usar zumo de *Citrus limon* al 10%.

Con respecto al tercer objetivo, los resultados demostraron que el zumo de *Citrus limon* al 10% obtuvo efecto significativo en la vida útil del puré de manzana en frasco tapado obteniendo un tiempo de 7,3 días de vida útil en refrigeración, debido a que alta concentración de ácido cítrico mantiene las características sensoriales del puré por más tiempo. Resultado se aproximan a los obtenido por Ngoko et al. (2024) quienes encontraron que el mejor tratamiento con 10% de zumo de limón la cual obtuvo una mayor prolongación de la vida útil del puré de banano, debido a que el ácido redujo el pH del puré del banano y dicha condición de pH bajo inhibió la actividad de la enzima polifenol oxidasa.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACION

6.1 Conclusiones

- Los resultados de esta investigación demostraron que la aplicación de zumo de *Citrus limon* al 10% obtuvo efecto significativo y las puntuaciones más altas en las caracteristicas sensoriales del puré de manzana'Delicia', logrando alcanzar un alto nivel de aceptación de los panelistas, calificandolo como me gusta mucho el puré de manzana, además, de obtener efecto significativas en las caracteristicas fisicoquímicas y vida útil puré de manzana 'Delicia'.

- Con respecto al primer objetivo específico, los resultados demostraron que el zumo de *Citrus limon* al 10% obtuvo efecto significativo en las caracteristicas sensoriales del puré de manzana con una textura: 8,1, color: 8,5, sabor: 8, olor: 8 y una aceptabilidad de 7,93 calificándolo como me gusta mucho el puré de manzana.

- En cuanto al segundo objetivo específico, los resultados demostraron que el zumo de *Citrus limon* al 10% obtuvo efecto significativo en las caracteristicas fisicoquímicas del puré de manzana (pH: 3,41, sólidos solubles: 10,81°Brix y acidez: 0,442).

- Con respecto al tercer objetivo, los resultados demostraron que el zumo de *Citrus limon* al 10% obtuvo efecto significativo en la vida útil del puré de manzana en frasco tapado obteniendo un tiempo de 7,3 días de vida útil en refrigeración.

6.2 Recomendaciones

- La investigación se repetirá ya que nos permite de esta manera convalidar los datos obtenidos y tener más certeza que la aplicación del zumo de *Citrus limon* al 10% es el más eficiente.

- Utilizar otros frutos, tales como el camu camu el cual es rico en ácido ascórbico, u otros que tengan alta concentración de ácido cítrico.

- Evaluar los costos de producción y el precio de venta del puré de manzana y comparar con la del procesado.

- Se recomienda realizar más investigaciones sobre las concentraciones de zumo de limón y naranja agria y la combinación de estos mediante un arreglo factorial, permitiendo si existe interacción de los componentes.

CAPITULO V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arnold, M., & Gramza-Michalowska, A. (2024). Recent Development on the Chemical Composition and Phenolic Extraction Methods of Apple (*Malus domestica*)—A Review. *Food Bioprocess Technol 17*, 2519–2560. https://doi.org/10.1007/s11947-023-03208-9

Camayo-Lapa, B., Quispe-Solano, M., De La Cruz-Porta, E., Manyari-Cervantes, G., Espinoza-Silva, C., & Huamán-De La Cruz, A. (2020). Compota de zapallo (*Cucúrbita máxima* Dutch.) para infantes, funcional, de bajo costo, sin conservantes y de considerable tiempo de vida útil: características reológicas, sensoriales, fisicoquímicas, nutritivas y microbiológicas. *Scientia Agropecuaria, 11*(2), 203-212. https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.02.07

Dana, H., & Sonia, A. (2024). Effect of Apple Puree as a Substitute for Fat and Sugar on the Texture and Physical Properties of Muffins. *Applied Sciences*, *14*(19), 9009. https://doi.org/10.3390/app14199009

Delgado, R., & Hurtado, G. (2020). *Efecto del ácido cítrico y ascórbico para reducir la actividad de la polifenoloxidasa en pulpa de níspero (Eriobotrya japónica)* (Tesis pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú. https://hdl.handle.net/20.500.12893/8609

Espinoza, M., & Sotelo, I. (2024). *Extracción de pectina de la cáscara de manzana para la elaboración de bioplástico* (Tesis pregrado). Universidad Nacional Del Centro Del Perú. Huancayo – Perú. https://repositorio.uncp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/adb3eac3-125d-4627-87b0-09792946570a/content

Gutierrez, D., Lemos, M., Farias, M., Rodriguez, S. (2024). *Aplicación de antioxidantes como inhibidores del pardeamiento en vegetales mínimamente procesados*. 1era edición Universidad Nacional de Santiago del Estero; 2; 880-909. Disponible en: https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/267497

Guzmán, P. (2014). *Estudio experimental de la elaboración de puré de banano orgánico de la región Piura* (Tesis pregrado). Universidad Nacional de Piura. Piura, Perú. https://hdl.handle.net/11042/2044

Han, Q.-Y., Liu, F., Wen, X., & Ni, Y.-Y. (2021). Kinetic, spectroscopic, and molecular docking studies on the inhibition of membrane-bound polyphenol oxidase from Granny Smith apples (*Malus domestica* Borkh.). *Food Chemistry*, *338*, 127928. **https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127928**

HerbaZest, (2024). *Propiedades de la manzana*. Disponible en: https://www.herbazest.com/es/hierbas/manzana.

Khan, N., Singh, A. K., & Saneja, A. (2023). Preparation, Characterization, and Antioxidant Activity of L-Ascorbic Acid/HP-β-Cyclodextrin Inclusion Complex-Incorporated Electrospun Nanofibers. *Foods*, *12*(7), 1363. https://doi.org/10.3390/foods12071363

Książek, E. (2024). Citric Acid: Properties, Microbial Production, and Applications in Industries. *Molecules*, *29*(1), 22. https://doi.org/10.3390/molecules29010022

Liñan-Pérez, J.., & Puma-Isuiza, G. (2021). Actividad enzimática de palta fuerte (*Persea americana*) durante el almacenamiento en refrigeración. *Anales Científicos*, *82*(2), 296-302. https://doi.org/10.21704/ac.v82i2.1792

Mahmood, A., Napi, N.N.M., & Mohamad, N.J. (2024). The Effect of Inulin Substitution as A Fat Replacer on Physicochemical and Sensory Properties of Muffins. *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.*, 47, 495–508. DOI: https://doi.org/10.47836/pjtas.47.2.11

Mörkl, S., Stell, L., Buhai, D. V., Schweinzer, M., Wagner-Skacel, J., Vajda, C., Lackner, S., Bengesser, S. A., Lahousen, T., Painold, A., Oberascher, A., Tatschl, J. M., Fellinger, M., Müller-Stierlin, A., Serban, A. C., Ben-Sheetrit, J., Vejnovic, A.-M., Butler, M. I., Balanzá-Martínez, V., ... Holasek, S. J. (2021). 'An Apple a Day'?: Psychiatrists, Psychologists and Psychotherapists Report Poor Literacy for Nutritional Medicine: International Survey Spanning 52 Countries. *Nutrients*, *13*(3), 822. https://doi.org/10.3390/nu13030822

Ngoko Tchamba, E.-I., Tybussek, T., Muranyi, P., Nguetsop, V. F., Aghofack-Nguemezi, J., & Schwab, W. (2024). The Combined Effect of Lemon Peel Extract and Calcium Chloride on the Physical and Biochemical Quality Parameters of the Dessert Banana (*Musa acuminata* var. Dwarf Cavendish) Fruit. *Agriculture*, *14*(2), 222. https://doi.org/10.3390/agriculture14020222

Puma, E. (2021). *Influencia del tratamiento térmico y antioxidantes sobre la inactivación de la polifenoloxidasa en el puré de palta (Persea americana Mill) variedad Hass* (Tesis pregrado). Universidad Nacional de Moquegua. Moquegua, Perú. https://hdl.handle.net/20.500.14655/276

Reynolds, K. M., Juett, L. A., Cobb, J., Hulston, C. J., Mears, S. A., & James, L. J. (2022). Apple Puree as a Natural Fructose Source Provides an Effective Alternative to Artificial Fructose Sources for Fuelling Endurance Cycling Performance in Males. *Nutraceuticals*, *2*(3), 205-217. https://doi.org/10.3390/nutraceuticals2030015

Rodríguez, V., Hernández, P., Ávila, R., Ruiz, I. & Ochoa, C. (2020). Efect of natural extracts addition on antioxidant, color and sensory properties of avocado (*Persea americana* cv. criollo sp.) puree. *Journal of Food Measurement and Characterization, 14*, 2623–2634. https://doi.org/10.1007/s11694-020-00509-x

Romero, A. (2025). Métodos de deshidratación para la preservación de la calidad en manzanas. *VitalyScience Revista Científica Multidisciplinaria* , *3*(5), 17-32. https://doi.org/10.56519/6vf0q190

Saldívar, P. (2017). *Cultivo del Manzano (Malus domestica*). Campus Universitario El Cerillo, Facultad de Ciencias Agrícolas, México. http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/68164/Cultivo+de+Manzana.pdf ; jsessionid=3D12E641CD31101872F54BD3A16753C1?sequence=1

Sierocka, M., & Świeca, M. (2024). Natural Inhibitors of the Polyphenol Oxidase Activity Isolated from Shredded Stored Iceberg Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Applied Sciences*, *14*(21), 9980. https://doi.org/10.3390/app14219980

Vega, N, Salazar, S., Bautista, T., Muñoz G. Evaluación del efecto inhibidor de la enzima polifenol oxidasa en una salsa de aguacate (*Persea americana*.). *Entre Ciencia e Ingeniería, 14*, 27, 58-62, enero-junio 2020. DOI: https://doi.org/xxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Villegas Ordoñez, F., & Berrios Tauccaya, O. J. (2024). Análisis de técnicas de conservación de puré de frutas. Revista De Investigación Científica De La UNF – Aypate, 2(3), 1–17. https://doi.org/10.57063/ricay.v2i3.51

ANEXOS

Cartilla de evaluación sensorial

EVALUACIÓN SENSORIAL

RESPONSABLE: **FECHA:** _____

INDICACIONES: Frente a usted se presenta 10 muestras codificadas de puré de manzana, observe y pruebe cada uno de ellos, a continuación, marque con una X, el cuadrado que está junto a la frase que mejor describa su opinión sobre el producto queacaba de probar. Luego de degustar cada muestra tomar agua.

Categoría	Puntaje
Me disgusta mucho	1
Me disgusta moderadamente	2
Ni me gusta, ni me disgusta	3
Me gusta moderadamente	4
Me gusta mucho	5

Atributo	Calificación	Muestra			
		Juez	Juez	Juez	Juez
Color	Me disgusta mucho				
	Me disgusta moderadamente				
	Ni me gusta, ni me disgusta.				
	Me gusta moderadamente				
	Me gusta mucho				
Olor	Me disgusta mucho				
	Me disgusta moderadamente				
	Ni me gusta, ni me disgusta.				
	Me gusta moderadamente				
	Me gusta mucho				
Sabor	Me disgusta mucho				
	Me disgusta moderadamente				
	Ni me gusta, ni me disgusta.				
	Me gusta moderadamente				
	Me gusta mucho				
Textura	Me disgusta mucho				
	Me disgusta moderadamente				
	Ni me gusta, ni me disgusta.				
	Me gusta moderadamente				
	Me gusta mucho				

Comentarios

_____

_____

_____

¡MUCHAS GRACIAS!

Datos de Laboratorio

Tabla 21

Datos de la característica textura

Panelista	Solo agua	Zumo de *Citrus aurantium* al 7,5%	Zumo de *Citrus aurantium* al 10%	Zumo de *Citrus limon* al 5%	Zumo de *Citrus limon* al 10%
	T0	T1	T2	T3	T4
1	1	7	7	7	9
2	1	7	8	7	7
3	1	7	9	6	8
4	1	6	8	8	8
5	1	6	7	7	9
6	1	7	8	7	9
7	1	8	8	7	7
8	2	7	8	6	9
9	1	7	8	6	8
10	1	6	7	8	7

Tabla 22

Datos de la característica color

Panelista	Solo agua	Zumo de *Citrus aurantium* al 7,5%	Zumo de *Citrus aurantium* al 10%	Zumo de *Citrus limon* al 5%	Zumo de *Citrus limon* al 10%
	T0	T1	T2	T3	T4
1	1	6	7	7	9
2	1	5	7	6	8
3	1	7	7	7	7
4	1	6	8	6	9
5	2	5	7	8	9
6	1	6	7	6	9
7	2	6	8	8	7
8	1	6	8	6	9
9	1	6	8	7	7
10	1	5	7	7	8

Tabla 23

Datos de la característica sabor

Panelista	Solo agua	Zumo de *Citrus aurantium* al 7,5%	Zumo de *Citrus aurantium* al 10%	Zumo de *Citrus limon* al 5%	Zumo de *Citrus limon* al 10%
	T0	T1	T2	T3	T4
1	1	7	6	8	7
2	1	8	7	7	8
3	1	8	6	8	7
4	1	7	6	7	9
5	1	7	7	8	8
6	1	7	6	7	8
7	1	8	7	8	7
8	1	7	7	8	8
9	2	8	8	7	7
10	1	7	7	8	8

Tabla 24

Datos de la característica olor

Panelista	Solo agua	Zumo de *Citrus aurantium* al 7,5%	Zumo de *Citrus aurantium* al 10%	Zumo de *Citrus limon* al 5%	Zumo de *Citrus limon* al 10%
	T0	T1	T2	T3	T4
1	1	7	7	7	8
2	1	6	7	6	7
3	1	7	6	7	8
4	2	7	7	6	8
5	2	7	8	6	9
6	1	8	7	7	8
7	2	8	7	7	9
8	1	8	7	8	7
9	2	8	7	7	8
10	1	7	8	7	7

Tabla 25

Datos de la característica aceptación general

Panelista	Solo agua	Zumo de *Citrus aurantium* al 7,5%	Zumo de *Citrus aurantium* al 10%	Zumo de *Citrus limon* al 5%	Zumo de *Citrus limon* al 10%
	T0	T1	T2	T3	T4
1	1	7	7	7	8
2	1	7	7	7	8
3	1	7	7	7	8
4	1	7	7	7	9
5	2	6	7	7	9
6	1	7	7	7	9
7	2	8	8	8	8
8	1	7	8	7	8
9	2	7	8	7	8
10	1	6	7	8	8

Tabla 26

Datos de la característica pH

Repetición	Solo agua	Zumo de *Citrus aurantium* al 7,5%	Zumo de *Citrus aurantium* al 10%	Zumo de *Citrus limon* al 5%	Zumo de *Citrus limon* al 10%
	T0	T1	T2	T3	T4
1	6.42	3.76	3.26	3.32	3.35
2	6.64	4.03	3.62	3.39	3.41
3	6.96	3.69	3.58	3.51	3.27

Tabla 27

Datos de la característica solidos solubles

Repetición	Solo agua	Zumo de *Citrus aurantium* al 7,5%	Zumo de *Citrus aurantium* al 10%	Zumo de *Citrus limon* al 5%	Zumo de *Citrus limon* al 10%
	T0	T1	T2	T3	T4
1	5.78	8.41	10.57	7.43	9.58
2	5.46	9.06	11.18	7.68	10.14
3	4.89	8.72	10.69	8.11	9.75

Tabla 28

Datos de la característica acidez

Repetición	Solo agua	Zumo de *Citrus aurantium* al 7,5%	Zumo de *Citrus aurantium* al 10%	Zumo de *Citrus limon* al 5%	Zumo de *Citrus limon* al 10%
	T0	T1	T2	T3	T4
1	1.78	0.89	0.58	0.77	0.46
2	1.56	0.83	0.62	0.82	0.38
3	1.48	0.93	0.48	0.91	0.46

Tabla 29

Datos de la vida útil

Dias	Panelistas											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1