UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA DE POSGRADO

Programa de Doctorado en Ingeniería de Alimentos

Efecto del ultrasonido y pasteurización en la estabilidad fisicoquímica, microbiológica y funcional del néctar de *Morinda citrifolia, Averrhoa carambola y Solanum betaceum*

Tesis para optar el grado de Doctor en Ingeniería de Alimentos

Autor:
Mg. Ygnacio Santa Cruz, Abraham Guillermo
Código ORCID: 0000-0002-8013-8178

Asesor:
Dr. Domínguez Castañeda, Jorge Marino
Código ORCID: 0000-0003-0488-5726
DNI. N° 32975182

Línea de Investigación:
Desarrollo de zumos funcionales

Nuevo Chimbote - PERÚ
2025

UNS
POSGRADO

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

Yo, Dr. Domínguez Castañeda, Jorge Marino, certifico mi asesoramiento de la tesis titulada: **Efecto del ultrasonido y pasteurización en la estabilidad fisicoquímica, microbiológica y funcional del néctar de *Morinda citrifolia, Averrhoa carambola y Solanum Betaceum*,** cuyo autor es el **Mg. Ygnacio Santa Cruz, Abraham Guillermo,** ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando dentro de las áreas y líneas de investigación conforme al Reglamento General de grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa.

Nuevo Chimbote, setiembre del 2025

Dr. Domínguez Castañeda, Jorge Marino
Asesor
DNI: 32975182
Código ORCID: 0000-0003-0488-5726

UNS
ESCUELA DE POSGRADO

AVAL DE CONFORMIDAD DEL JURADO

Tesis titulada: Efecto del ultrasonido y pasteurización en la estabilidad fisicoquímica, microbiológica y funcional del néctar de M*orinda citrifolia*, *Averrhoa carambola y Solanum betaceum,* elaborado por el Magister Abraham Guillermo, Ygnacio Santa Cruz.

Dra. Aguirre Vargas Elza Berta
Presidenta
DNI: 10096335
Código ORCID:0000-0003-1659-9874

Dr. Ascurra Valle Víctor Alejandro
Secretario
DNI:17866619
Código ORCID: 0000-0001-5755-5267

Dr. Domínguez Castañeda, Jorge Marino
Vocal
DNI:32975182
Código ORCID: 0000-0003-0488-5726

UNS
ESCUELA DE POSGRADO

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

A los doce días del mes de setiembre del año 2025, siendo las 16:00 horas, en el aula P-01 de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador, designados mediante Resolución Directoral Nº 716-2025-EPG-UNS de fecha 24.07.2025, conformado por los docentes: Dra. Elza Berta Aguirre Vargas (Presidenta), Dr. Víctor Alejandro Ascurra Valle (Secretario) y Dr. Jorge Marino Domínguez Castañeda (Vocal); con la finalidad de evaluar la tesis titulada: ***"EFECTO DEL ULTRASONIDO Y PASTEURIZACIÓN EN LA ESTABILIDAD FISICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA Y FUNCIONAL DEL NÉCTAR DE MORINDA CITRIFOLIA, AVERRHOA CARAMBOLA Y SOLANUM BETACEUM"***; presentado por el tesista **Mg. Abraham Guillermo Ygnacio Santa Cruz,** egresado del programa de Doctorado en Ingeniería Alimentos.

Sustentación autorizada mediante Resolución Directoral Nº 795-2025-EPG-UNS de fecha 04 de setiembre de 2025.

La presidenta del jurado autorizó el inicio del acto académico; producido y concluido el acto de sustentación de tesis, los miembros del jurado procedieron a la evaluación respectiva, haciendo una serie de preguntas y recomendaciones al tesista, quien dio respuestas a las interrogantes y observaciones.

El jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como APROBADO, asignándole la calificación de DIECIOCHO (18)

Siendo las 17:15 horas del mismo día se da por finalizado el acto académico, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Dra. Elza Berta Aguirre Vargas
Presidente

Dr. Víctor Alejandro Ascurra Valle
Secretario

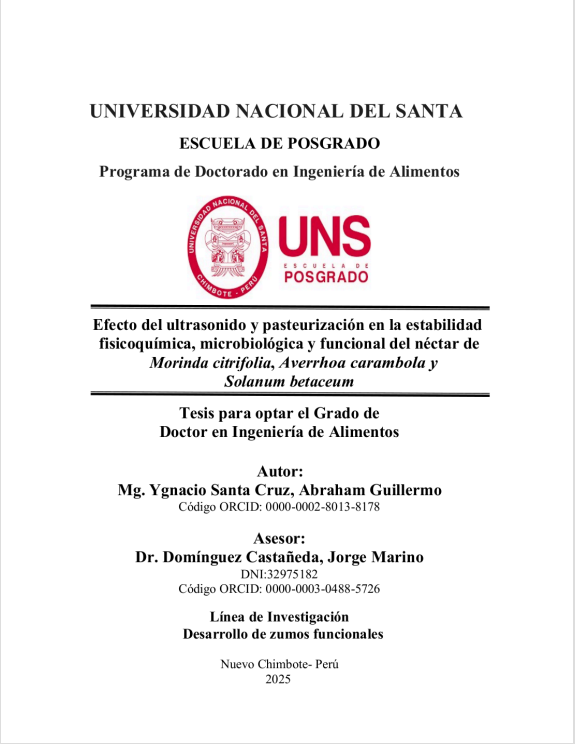
Dr. Jorge Marino Domínguez Castañeda
Vocal/Asesor

Recibo digital

Este recibo confirma quesu trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Abraham Guillermo Ygnacio Santa Cruz
Título del ejercicio:	Quick Submit
Título de la entrega:	Efecto del ultrasonido y pasteurización en la estabilidad fisico...
Nombre del archivo:	DE_MORINDA_CITRIFOLIA_AVERRHOA_CARAMBOLA_Y_SOLAN...
Tamaño del archivo:	15.93M
Total páginas:	156
Total de palabras:	35,734
Total de caracteres:	198,068
Fecha de entrega:	16-sept-2025 06:02p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega:	2753138228



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA DE POSGRADO

Programa de Doctorado en Ingeniería de Alimentos

Efecto del ultrasonido y pasteurización en la estabilidad fisicoquímica, microbiológica y funcional del néctar de *Morinda citrifolia, Averrhoa carambola y Solanum betaceum*

Tesis para optar el Grado de Doctor en Ingeniería de Alimentos

Autor:
Mg. Ygnacio Santa Cruz, Abraham Guillermo
Código ORCID: 0000-0002-8013-8178

Asesor:
Dr. Domínguez Castañeda, Jorge Marino
DNI:32975182
Código ORCID: 0000-0003-0488-5726

Línea de Investigación
Desarrollo de zumos funcionales

Nuevo Chimbote- Perú
2025

Derechos de autor 2025 Turnitin. Todos los derechos reservados.

Efecto del ultrasonido y pasteurización en la estabilidad fisicoquímica, microbiológica y funcional del néctar de Morinda citrifolia, Averrhoa carambola y Solanum betaceum

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%	15%	6%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.unam.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	mriuc.bc.uc.edu.ve Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	www.repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unf.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1%
10	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	<1%

DEDICATORIA

A Dios, por estar siempre en cada aprendizaje, por su amor infinito, por la salud y brindarme la fortaleza y sabiduría para lograr esta meta.

A mi querida madre, por sus bendiciones y oraciones a lo largo de mi vida para seguir superándome.
A mi recordado padre,

A mi recordado padre; cada esfuerzo que realizaste por mí no tiene precio, en cada logro adquirido se muestran tu afecto. Un abrazo hasta el cielo papá.

A mis hermanos, Pablo, Rubén, Elizabeth, José, David e Isaías, por todo el cariño y concejos para seguir superándome.

A mis sobrinos, que sigan superándose en el camino del conocimiento y sean grandes profesionales para servir al prójimo.

A los alumnos de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la UNPRG, por el ser el motivo para seguir superándome.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento al Dr. Jorge Domínguez Castañeda por haberme asesorado en el desarrollo de esta tesis doctoral.

A la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa, por haberme dado la oportunidad de seguir superándome.

A los Ingenieros que trabajan en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa, por su apoyo en el desarrollo de la investigación.

A la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, por el apoyo con el laboratorio de investigación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA xiii

AGRADECIMIENTO xiv

RESUMEN xx

ABSTRACT xxi

I. INTRODUCCIÓN 22

II. MARCO TEÓRICO 24

2.1 Antecedentes 24

2.2 Marco conceptual 27

2.2.1 Bebida funcional 27

2.2.2 Tecnología del ultrasonido 28

2.2.3 Pasteurización 29

2.2.4 El noni *(Morinda citrifolia)* 29

2.2.5 Tomate de árbol *(Solanum betaceum)* 31

2.2.6 La carambola *(Averrhoa carambola)* 32

2.2.7 Componentes bioactivos o fitoquímicos en frutas y bebidas 33

III. METODOLOGÍA 38

3.1 Método de investigación 38

3.2 Diseño de la investigación 38

3.3 Población y muestra 38

3.4 Operacionalización de las variables de la investigación. 38

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos 41

3.5.1 Proceso de elaboración 43

3.5.2 Determinación de la capacidad antioxidante, polifenoles totales y vitamina C. 47

3.5.3 Evaluación de las características fisicoquímicas 48

3.5.4 Evaluación microbiológica 48

3.5.5 Evaluación sensorial 49

3.5.6 Estudio de la vida útil 49

3.6 Técnicas de análisis de resultados 50

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 51

4.1 Características fisicoquímicas de las materias primas 51

4.2 Características fisicoquímicas del néctar sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonidos 53

4.3 Cuantificación de compuestos bioactivos de los néctares sometidos a tratamiento de ultrasonido y pasteurización 56

4.3.1 Cuantificación de polifenoles 56

4.3.2 Cuantificación de Vitamina C 62

4.3.3 Capacidad antioxidante en el néctar 68

4.4. Análisis estadístico de la evaluación fisicoquímica 84

4.5 Características del color instrumental 93

4.5.1 Características del color instrumental de los néctares sometidos a tratamiento de pasteurización 93

4.5.2 Características del color instrumental de los néctares sometidos a tratamiento de ultrasonido 95

4.6 Análisis estadístico de la evaluación sensorial 96

4.7 Evaluación según atributos sensoriales de los tratamientos de ultrasonido y pasteurización 108

4.8 Tiempo de vida útil de los néctares sometidos a tratamiento de pasteurización y ultrasonidos 110

4.9 Características microbiológicas de los néctares de los mejores tratamientos de ultrasonido y pasteurización 116

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 118

5.1 Conclusiones 118

5.2 Recomendaciones 119

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 120

VII. ANEXOS 132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación del ultrasonido 29
Tabla 2. Composición nutricional del noni en base a 100 gramos de parte comestible 31
Tabla 3. Composición físico-química del tomate de árbol por cada 100 g de pulpa 32
Tabla 4. Valor nutricional de la carambola en base a 100 gramos de parte comestible 33
Tabla 5. Operacionalización de las variables 39
Tabla 6. Determinación de características fisicoquímicos del producto 48
Tabla 7. Criterios microbiológicos para bebidas no carbonatadas 49
Tabla 8. Características fisicoquímicas de frutas en 100 gramos 51
Tabla 9. Polifenoles, vitamina C y capacidad antioxidante en las frutas empleados en los tratamientos de la investigación 52
Tabla 10. Características fisicoquímicas del néctar de los tratamientos de pasteurización y ultrasonidos 53
Tabla 11. Análisis de varianza para polifenoles totales de los néctares sometidos a tratamientos de ultrasonido y pasteurización 59
Tabla 12. Análisis de varianza para Vitamina C de los néctares sometidos a tratamientos de ultrasonido y pasteurización 65
Tabla 13. Análisis de varianza para los néctares sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonido por el método ABTS 70
Tabla 14. Análisis de varianza para los néctares sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonido por el método DPPH 75
Tabla 15. Análisis de varianza para los néctares sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonido por el método ORAC 79
Tabla 16. Estadísticos de los valores de pH, °Brix, acidez y viscosidad de los néctares sometidos tratamientos de pasteurización y ultrasonido 85
Tabla 17. Análisis de varianza de los resultados fisicoquímicos de los néctares sometidos a tratamientos de ultrasonido y pasteurización 87
Tabla 18. Prueba de comparaciones múltiples para las características fisicoquímicas del néctar 91
Tabla 19. Características del color instrumental de los néctares sometidos a tratamiento de pasteurización, según el tiempo de almacenamiento en días 93
Tabla 20. Características del color instrumental de los néctares sometidos a tratamiento de ultrasonido, según el tiempo de almacenamiento en días 95
Tabla 21. Estadísticos para las características sensoriales del néctar 97
Tabla 22. Análisis de varianza para las características sensoriales del néctar sometido a tratamientos de pasteurización y ultrasonido 99
Tabla 23. Prueba de múltiples rangos para las características sensoriales del néctar 100
Tabla 24. Prueba de Kruskal-Wallis para el atributo “apariencia general” 101
Tabla 25. Prueba de Mood para el atributo sensorial apariencia general 102
Tabla 27. Análisis de varianza para puntajes totales del análisis sensorial 105
Tabla 28 Prueba de múltiples rangos para puntajes totales 107
Tabla 29. Tiempo de la vida útil en días de los néctares según sus características fisicoquímicas, que fueron sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonidos y almacenadas a temperaturas de 10°C, 27°C y 37°C 110
Tabla 30. Tiempo de la vida útil en días de los néctares según sus características sensoriales, que fueron sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonidos y almacenadas a temperaturas de 10°C, 27°C y 37°C 113

Tabla 31. Características microbiológicas de los néctares, del mejor tratamiento de pasteurización, y almacenadas a temperatura de 27°C por 42 días 116
Tabla 32. Características microbiológicas de los néctares, del mejor tratamiento de ultrasonido y almacenadas a temperatura de 27°C por 42 días 116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de ensayo DPPH: reacción de decoloración radical en presencia del antioxidante 36
Figura 2. Mecanismo de reacción para el ensayo ABTS 37
Figura 3. Esquema experimental del proceso de investigación 42
Figura 4. Diagrama de Bloques de la elaboración de néctar de Morinda Citrifolia, Averrhoa carambola y Solanum betaceum 46
Figura 5. Cuantificación de polifenoles en el néctar sometidos a tratamiento de ultrasonido y pasteurización 56
Figura 6. Gráfica de efectos principales de temperatura y tiempo de los tratamientos de ultrasonido y pasteurización para polifenoles totales 60
Figura 7. Diagrama superficie-respuesta para polifenoles totales, para los néctares sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonido 61
Figura 8. Cuantificación de vitamina C de los néctares sometidos a tratamiento de ultrasonido y pasteurización 62
Figura 9. Gráfica de efectos principales de temperatura y tiempo de los tratamientos de ultrasonido y pasteurización para la vitamina C 66
Figura 10. Diagrama superficie-respuesta de la vitamina C, para los néctares sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonido 67
Figura 11. Capacidad antioxidante por el método de ABTS para los néctares que fueron sometidos a tratamiento de ultrasonido y pasteurización 68
Figura 12. Gráfica de efectos principales de temperatura y tiempo de los tratamientos de ultrasonido y pasteurización para la capacidad antioxidante por el método ABTS 71
Figura 13. Diagrama superficie-respuesta para los néctares sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonido por el método de ABTS 72
Figura 14 73
Figura 15. Gráfica de efectos principales de temperatura y tiempo de los tratamientos de ultrasonido y pasteurización para la capacidad antioxidante por el método DPPH 76
Figura 16. Diagrama superficie-respuesta para los néctares sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonido por el método de DPPH 77
Figura 17. Capacidad antioxidante por el método ORAC para los néctares que fueron sometidos a tratamiento de ultrasonido y pasteurización 78
Figura 18. Gráfica de efectos principales de temperatura y tiempo de los tratamientos de ultrasonido y pasteurización para la capacidad antioxidante por el método ORAC 80
Figura 19. Diagrama superficie-respuesta para los néctares sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonido por el método ORAC 81
Figura 20. Perfiles de valores previstos y deseabilidad de los polifenoles, vitamina C y capacidad antioxidante para tratamientos de ultrasonido 82

Figura 21. Perfiles de valores previstos y deseabilidad de los polifenoles, vitamina C y capacidad antioxidante para tratamientos de pasteurización.....82
Figura 22. Gráfico de cajas y bigotes de la evaluación fisicoquímica, según tratamiento de ultrasonido y pasteurización.....89
Figura 23. Gráfico de cajas y bigotes para los atributos sensoriales de apariencia general, consistencia, olor y sabor de los néctares sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonido.....103
Figura 24. Gráfica de cajas y bigotes para puntajes totales del análisis sensorial, según tratamientos.....106
Figura 25. Características sensoriales de los nectares sometidos a tratamientos de ultrasonido y pasteurización.....108

RESUMEN

La presente investigación se enfocó en la elaboración de un néctar de *Morinda citrifolia*, *Averrhoa carambola* y *Solanum betaceum*, aplicando ultrasonido con 9 tratamientos y pasteurización con 9 tratamientos; el tratamiento de pasteurización (80C/15min) obtuvo mayores valores de polifenoles totales (23,35±0,658 mgGAE/100g) y capacidad antioxidante ABTS (3855,87±21,66 uMol Trolox/100g); por el ensayo DPPH (155,528±4,8 uMolTrolox/100g), por el ensayo ORAC (1615,343±55,237 uMolTrolox/100g) y el tratamiento (80C/20min) presentó mayor extracción de vitamina C (44,2567±1,1014 mg/100mlAO); del el tratamiento de ultrasonido (45°C/15min) obtuvo mayores valores de polifenoles totales (33,59±0,984 mgGAE/100g), vitamina C (42,0833±1,889 mg/100mlAO) y capacidad antioxidante por el ensayo ABTS (3827,30±98,37 uMolTrolox/100g), por el ensayo DPPH (163,68±5,505 uMolTrolox/100g) y por el ensayo ORAC (1526,857±44,147 uMolTrolox/100g); los nectares del estudio presentaron valores fisicoquímicos promedio: pH 3,92±0,03, acidez 0,42±0,01, °Brix 13,72±0,03 y viscosidad 19,23±0,02 mPas; la evaluación sensorial ubico a los néctares en la escala hedónica “Me gusta mucho”; el tratamiento de pasteurización (80°C/10min) y el tratamiento de ultrasonido (45°C/20min) proyectaron mayor tiempo de vida útil; según los resultados microbiológicos los néctares sometidos a ultrasonido y pasteurización son inocuos y son aptos para el consumo humano.

Palabras clave: efecto, ultrasonido y pasteurización, néctar, *Morinda citrifolia*, *Averrhoa carambola*, *Solanum betaceum*

ABSTRACT

This research focused on the production of a nectar from Morinda citrifolia, Averrhoa carambola and Solanum betaceum, applying ultrasound with 9 treatments and pasteurization with 9 treatments; the pasteurization treatment (80C/15min) obtained higher values of total polyphenols (23.35±0.658 mgGAE/100g) and antioxidant capacity ABTS (3855.87±21.66 uMol Trolox/100g); by the DPPH assay (155.528±4.8 uMolTrolox/100g), by the ORAC assay (1615.343±55.237 uMolTrolox/100g) and the treatment (80C/20min) showed higher extraction of vitamin C (44.2567±1.1014 mg/100mlAO); from the ultrasound treatment (45°C/15min) obtained higher values of total polyphenols /33.59±0.984 mgGAE/100g), vitamin C (42.0833±1.889 mg/100mlAO) and antioxidant capacity by the ABTS assay (3827.30±98.37 uMolTrolox/100g), by the DPPH assay 163.68±5.505 uMolTrolox/100g. and by the ORAC assay (1526.857±44.147 uMolTrolox/100g); the nectars in the study presented average physicochemical values: pH 3.92 ± 0.03, acidity 0.42 ± 0.01, °Brix 13.72 ± 0.03 and viscosity 19.23 ± 0.02 mPas; the sensory evaluation placed the nectars on the hedonic scale "I like it a lot"; the pasteurization treatment (80 ° C/10 min) and the ultrasound treatment (45 ° C/20 min) projected a longer shelf life; according to the microbiological results, the nectars subjected to ultrasound and pasteurization are safe and suitable for human consumption.

Key words: effect, ultrasound and pasteurization, nectar, *Morinda citrifolia*, *Averrhoa carambola*, *Solanum betaceum*

I. INTRODUCCIÓN

Las personas a nivel mundial consumen bebidas procesadas, sin embargo, no todas estas bebidas conservan sus propiedades nutricionales y funcionales; al respecto, las tecnologías tradicionales de procesamiento térmico se utilizan ampliamente para extender la vida útil de los jugos de frutas, sin embargo, debido a que su efecto puede afectar las propiedades nutricionales y funcionales en las bebidas de frutas; además, en el mercado, se encuentran los néctares, que en su mayoría contienen aditivos químicos, como saborizantes artificiales, edulcorantes, colorantes sintéticos que no es buena para la salud, por ello, se debe fomentar el consumo de bebidas y néctares naturales como los que se propone en este estudio con frutas seleccionadas contienen compuestos bioactivos. En la presente investigacion se comparó la tecnología térmica tradicional (pasteurización) y con una tecnología emergente (ultrasonido), con el objetivo de evaluar las caracteristicas fisicoquímicas, funcionales, sensoriales, microbiológica y vida útil de los nectares, para ellos se empleó frutas de noni (*Morinda citrifolia)*, carambola (*Averrhoa carambola)* y tomate de árbol (*Solanum betaceum*), las cuales contienen compuestos bioactivos que actúan contra el envejecimiento celular, previene enfermedades crónicas; como la hipertensión arterial, males cardiovasculares, osteoporosis, cáncer entre otros, para esto se aplicó 9 tratamientos con la tecnología de pasteurización y 9 tratamientos con la tecnología de ultrasonido, cuya metodología y resultados se describen en el presente informe.

El ultrasonido es una alternativa para minimizar pérdidas durante el proceso ya que podrían tener un efecto mínimo sobre las cualidades nutricionales y compuestos bioactivos de las bebidas a base de frutas así mismo inactivan enzimas inhiben y eliminan microorganismos, mejorando su calidad del producto durante el almacenamiento. En los últimos años, la aplicación de la sonicacion en bebidas es una de las tecnologías emergentes, empleada en la industria alimentaria, ya que actualmente está incrementando el consumo de alimentos con compuestos bioactivos por sus beneficios para la salud debido a la preferencia de los nuevos consumidores que exigen productos alimenticios de alta calidad no solo en características sensoriales, sino también en propiedades nutricionales y funcionales. Los tratamientos térmicos tradicionales como la pasteurización son de vital importancia para proporcionar productos seguros en calidad microbiológica y estables durante el almacenamiento, sin embargo, puede provocar la degradación

de compuestos bioactivos y nutrientes, como la vitamina C, polifenoles y afectar la capacidad antioxidante de los alimentos (Lafarga et al., 2021).

La investigación se justifica porque, se pretende desarrollar una tecnología enfocada a la conservación de alimentos, para dejar de lado al tratamiento térmico tradicional, y permita conservar y minimizar las pérdidas de nutrientes, compuestos bioactivos e inocuidad, y a la vez ofrecer productos saludables a los consumidores, cuyo aroma, sabor y valor nutricional se modifican lo menos posible.

La hipótesis planteada en la investigación fue: "La aplicación del ultrasonido y pasteurización permitirá alcanzar mayor estabilidad fisicoquímica, microbiológica y funcional del néctar de *Morinda citrifolia*, *Averrhoa carambola* y *Solanum betaceum"*

La formulación del problema de investigacion fue la siguiente ¿Cómo influye la aplicación del ultrasonido y pasteurización en la estabilidad fisicoquímica, microbiológica y funcional del néctar de *Morinda citrifolia, Averrhoa carambola y Solanum betaceum*?

Los objetivos del estudio de néctar de *Morinda citrifolia*, *Averrhoa carambola* y *Solanum betaceum* sometido a tratamientos de ultrasonido y pasteurización fueron: caracterizar fisicoquímicamente las materias primas, cuantificar el contenido de polifenoles, vitamina C y capacidad antioxidante por los ensayos DPPH, ABTS y ORAC, determinar las características fisicoquímicas de los néctares, evaluar sensorialmente los néctares, analizar microbiológicamente el néctar y establecer el tiempo de vida útil del néctar.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Asraful et al. (2023), observaron que los jugos de piñas maduras y sobre-maduras tratadas con ultrasonido (37°C/5 min), pasteurizadas (90°C/5 min) y en combinación, mostraron mejoras significativas en luminosidad (L*), ácido ascórbico, fenoles totales y actividad de eliminación de radicales libres (DPPH), mas no así, en sólidos solubles totales (TSS) y color (a* y b*) que disminuyeron con respecto al control, en tanto, el pH y la acidez no cambiaron significativamente, como tal, las muestras sonicadas y pasteurizadas, permitieron conservar la calidad.

Kumur et al. (2020), evaluaron la influencia de diferentes condiciones de termosonicación en la calidad del jugo de manzana elefante (*Dillenia indica*); donde el jugo tratado por termosonicación a diferentes temperaturas (30–50 °C) y períodos de tiempo (15–60 min); siendo comparado los jugos que recibieron ondas ultrasonicas con aquellos jugos frescos tratados térmicamente, de los resultados, demostraron que el pH, acidez titulable y solidos solubles totales de jugos termosonicados y pasteurizado no produjeron diferencias significativas, del mismo modo, observaron que la termosonicación mejoró la calidad del jugo de manzana elefante, al aumentar significativamente los contenidos de fenoles totales (TPC), flavonoides totales (TFC) y actividad antioxidante (AA) y dar estabilidad microbiológica; además, indicaron que la termosonicación se puede remplazar al procesamiento térmico con mejoras en la calidad.

Bazán & Mejía (2023), elaboraron una bebida funcional a partir de naranja *(Citrus Sinensis)*, limón *(Citrus Limón)*, jengibre *(Zingiber officinale)* y miel, para el cual, utilizaron el diseño centroide simplex con superficie de respuesta y metodología de función de deseabilidad y metodología de implementación de función de calidad; primero caracterizaron la naranja, que presentó 89.32% de humedad, 0,59% de cenizas, 3,76 de pH, 0,91% de acidez, 11,17% de sólidos solubles, 40,79 mg/100 ml de vitamina C y 14,82 mg de EAG/100g de polifenoles; para el limón, la vitamina C, fue de 24,45 mg/100 ml y contenido total de polifenoles de 6,02 mg EAG/100 g; en el jengibre la vitamina C fue de 1,78 mg/100 ml y el contenido total de polifenoles fue 47,05 mg EAG/100g; y la miel tuvo 5,51 mg/kg 100ml de vitamina C y total de contenido de polifenoles de 5,53 mg EAG/100g., posteriormente prepararon 16 formulaciones, las cuales el

contenido de vitamina C osciló entre 1,79 y 35,46mg/100, polifenoles entre 4,83 y 15,65 mg de EAG/100 g y aceptabilidad oscilaron entre 1,34 y 7,85.

Calderón & Morán (2020), en una mezcla de jugo de carambola, maracuyá y mango, mostraron que contenía carotenoides (59,97 mg). β-caroteno/100 ml), contenido fenólico total (760,93 mg de ácidos biliares por 100 ml) y actividad antioxidante DPPH (65,41%), de igual forma concluyeron que el néctar óptimo se produjo con una combinación de 0,83 de jugo de maracuyá y 99,17 de jugo de carambola.

Paria & Terrones (2021), en la evaluación del efecto de la temperatura (85, 90 y 95 °C) y los tiempos de pasteurización (45, 60 y 120 segundos) sobre la actividad antioxidante del néctar de sanky y arándanos. relación 20/80 (peso/peso), confirmaron que no provocó diferencias significativas (pandlt;0,05) en la concentración de compuestos fenólicos (391.404 - 510.848 mgEAG/100 ml de muestra), pero afectó significativamente la capacidad antioxidante, que varió de 1185.971 - 896.913 µmol Trolox equiv./1000 ml. temperatura y tiempos de reacción (pandlt; 0,05), de igual forma confirmaron que sensorialmente la bebida tuvo alta calificación de aceptación, asimismo, el examen microbiológico durante 5 semanas con tratamientos térmicos de 85, 90 y 95 °C con tiempo de pasteurización de 45 segundos, reflejaron que las bebidas se encontraron dentro de los límites permitido de 10 UFC/ml, dichos resultados, mostraron que el sanky y arándano se presentan como una alterntativa para el desarrollo de bebidas funcionales.

Herrera (2020), en bebidas elaboradas a base de avena tratada con ultrasonido, encontró que la combinación de suero de avena de 35, 50 y 65% y ultrasonido (40 kHz y 11W/cm2) durante 0, 3 y 10 minutos son adecuadas, debido a que mostraron mejores propiedades, del cual eligió la combinación de 50% de suero y 50% de avena, en tanto, el suero, fue tratado con ultrasonido (40 kHz y 11 W/cm^2) a 25 o 55 °C durante 23 min el cual arrojó una mejor actividad antioxidante que con la pasteurización durante 10 min, por otro lado, las bebidas de avena Hera, tratadas con 15 minutos de ultrasonido (24 kHz) y potencia de 23 o 154 vatios, no fueron afectadas en sus propiedades fisicoquímicas y antioxidantes, sin embargo, el uso de la sonicación con pasteurización a 65°C durante 30 minutos, dio como resultado una mejor actividad antioxidante en las bebidas de suero de avena.

Cruz et al. (2022), determinaron que las condiciones óptimas para el néctar de yaca pasteurizado, fue 80% de amplitud a 45 ± 1°C durante 20 ± 1 min, permitiendo una estabilidad física del 68%, 60% de actividad de pectina metilesterasa, ácido ascórbico de 420 mg AA/L, fenólico total de 134 mg GAE/L; ABTS, DPPH y actividad quelante de 3510 µmol TE/L, 75 µmol TE/L y 96 %, respectivamente, en tanto, el néctar de yaca que recibió la aplicación de termoultrasonicado tuvo una menor carga microbiana y mayores sólidos solubles totales, ácido ascórbico, fenoles totales, actividad antioxidante que el pasteurizado.

Mohammad & Dornoush (2020), compararon el impacto del ultrasonido (US; 30 kHz; 2, 4, 6 y 8 min) y el ácido málico (MA; 0,5 y 1%), individualmente y en combinación, en la inactivación de patógenos transmitidos por alimentos como *Salmonella* Typhi, *Shigella Dysenteriae* , *Listeria monocytogenes* y *Shigella flexneri*, así como en el *β*-caroteno y fenólicos totales en el jugo de limón dulce, dichos resultados, indicaron que los niveles de reducción de las cuatro bacterias patógenas mejoraron con el aumento de la concentración de MA del 0,5% al 1,0%, asimismo, que el mayor efecto bactericida se observó en la combinación de tratamiento con EE. UU. y MA al 1%, lo que redujo el valor bacteriano inicial (7,2–7,6 log UFC/ml) a 5, 4,6, 3,5 y 3,8 log UFC/ml para *S.* Typhi, *S. Dysenteriae* , *L. monocytogenes* y *S. flexneri*, respectivamente, del mismo modo, confirman que el mayor daño a la membrana celular y la inactivación de enzimas se manifestó con el tratamiento combinado, lo que se relacionó con su efecto bactericida sinérgico y finalmente concluyeron que el tratamiento con EE. UU. en combinación con MA puede usarse como método potencial para mejorar la seguridad microbiológica del jugo de limón dulce.

Vásquez (2023), afirma que los resultados de la evaluación de vitamina C y capacidad antioxidante en jugos mixtos de uchuva (*Physalis peruviana*), tomate de árbol (*Solanu betaceum*) y piña (*Ananus comosus*), a través de los métodos DPPH, titulación volumétrica y aceptabilidad; mostraron diferencias significativas, asimismo, determinó que los jugos mixtos de uvacha, tomate de árbol y piña (33,33%; 33,33% y 33,33%) tuvieron mayor contenido de vitamina C (7,26 mg/g) y el jugo de uchuva y piña (50%; 50%) tuvo una capacidad antioxidante de 1.40 µmol Trolox/g. del concluyó que las preparaciones de jugos binarios y ternarios son una buena alternativa para la

industria de bebidas en comparación con los jugos puros debido a sus altas propiedades de antioxidante.

Shourove et al. (2020), reportan que los resultados de la evaluación del efecto del tratamiento térmico sobre la estabilidad de compuestos bioactivos del jugo de carambola combinado con diferentes tratamientos térmicos (70 °C, 80 °C y 90 °C) durante 20, 30 y 40 minutos, mostraron un mayor cambio de color general ($\Delta E = 11{,}04 \pm 0{,}76$) a 90 °C y 40 min, que el contenido total de polifenoles (TPC) del jugo fresco es (540,08 ± 16,64 mg GAE/100 ml) y no cambió significativamente con los cambios de temperatura, sin embargo, la mayor actividad eliminadora de DPPH se observó en el jugo fresco (60,19 ± 1,39%) que disminuyó (53,83 ± 1,43%) cuando se aplicó una temperatura de 90 °C durante 40 min.

De Albuquerque et al. (2021), investigaron el uso del tratamiento con ultrasonido para mejorar los compuestos bioactivos y las características de calidad de la bebida de cactus y lo compararon con el tratamiento térmico, donde los resultados mostraron que las bebidas tratadas con ultrasónico, presentaron mejor actividad antioxidante y más compuestos fenólicos que la bebida que recibió tratamiento térmico.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Bebida funcional

Un alimento funcional es un alimento que aporta determinados beneficios para la salud del consumidor, independientemente de sus propiedades nutricionales, y las bebidas funcionales pueden desempeñar un papel importante en la protección de la salud y la prevención de enfermedades (Enriquez & Ore, 2021).

La incorporación de ingredientes funcionales a las bebidas ofrece a los consumidores una forma conveniente y económica de satisfacer necesidades de salud específicas (Saavedra, 2023).

2.2.2 Tecnología del ultrasonido

Según Cassani et al. (2020), el ultrasonido es una tecnología muy extendida ya que tiene múltiples aplicaciones; el autor menciona que es una alternativa de bajo costo y que ofrece varias ventajas, como son: la reducción del tiempo de procesamiento, mayor eficiencia, mejores atributos para diferentes productos alimenticios; además, su naturaleza no destructiva permite la retención de las características del producto (texturales, nutricionales, y aspectos sensoriales); por otro lado (Chemat et al., 2011), considera esta tecnología, como beneficioso en el tratamiento de alimentos, para su conservación, ya que son efectivos contra células vegetativas, esporas y enzimas; acortan procesos y temperaturas; aumento de los fenómenos de transferencia de calor; se puede aplicar de tres formas: directamente sobre el producto, conectado al dispositivo y sumergido en un baño ultrasónico. Así mismo en la industria alimentaria esta técnica es muy importante porque se emplea para detectar impurezas en alimentos y bebidas, se puede controlar las características fisicoquímicas, durante el procesamiento, control de actividad de enzimas, entre otros (Campoli et al., 2018).

Las vibraciones en el equipo del baño ultrasónico, hacen que las partículas en el medio (agua o aire) se muevan como una onda, por lo que las partículas pueden acumularse en el medio y elevar la presión y la temperatura en el área, así como bajar la presión y bajar la temperatura (Raso & Álvarez, 2021). En cuanto a la cavitación, (Herrera, 2020) describe que después de pasar el ultrasonido en un medio líquido, se produce cavitación, se produce la interacción de ondas, líquido y gas disuelto, donde se produce la "cavitación acústica"; también indica que la "cavitación" se forma en regiones donde los fluidos están sujetos a presiones de gran amplitud que se liberan rápidamente, por lo que, las micro chispas que han alcanzado una dimensión crítica explotan o colapsan repentinamente para volver a sus dimensiones normales. Según (Estrada, 2022), esta técnica también destruye las células microbianas permitiendo la conservación de los alimentos y bebidas. Citando a (Bermúdez, 2018; Ponce, 2019) nos mencionan que esta técnica se puede utilizar como una tecnología de procesamiento de alimentos basada en procesos no térmicos que pueden destruir microorganismos a una temperatura cercana a la temperatura ambiente, evitando los cambios provocados por el calor en el sabor, color y valor nutricional de los alimentos.

Ultrasonido de alta y baja frecuencia

Dependiendo de los rangos de frecuencias utilizados, el ultrasonido se puede dividir en dos tipos: ultrasonido de baja intensidad y ultrasonido de alta intensidad.

Tabla 1.

Clasificación del ultrasonido

	Intensidad	**Efecto**
Ultrasonido	Baja frecuencia: 10-100 kHz Procesamiento o estabilización de alimentos	Rompimiento celular permeabilización de la membrana celular, cambios estructurales y fisicoquímicos, homogenización de emulsión
	Alta frecuencia: 1 -10 MHz Diagnóstico, control de calidad, fenómenos de relajación	Fines médicos: Ecografías, aplicaciones terapéuticas

Nota. Ultrasonido de alta y baja intensidad. Pérez (2019).

2.2.3 Pasteurización

Según Martínez & Rosenberger (2018), mencionan que, el proceso de pasteurización consiste en calentar líquidos a una temperatura que permita la destrucción de las células de microorganismos patógenos y así prolongar su vida útil; los mismos autores también mencionan que, el tiempo de pasteurización es un factor importante, pues con un tratamiento térmico excesivo el producto pierde su valor nutricional e incluso puede adquirir características sensoriales desagradables. Citando a Custode (2018), hace referencia que el tratamiento térmico afecta la concentración de compuestos fenólicos y antioxidantes en las frutas y verduras.

2.2.4 El noni *(Morinda citrifolia)*

Almeida et al. (2019) describen que la *Morinda citrifolia*, comúnmente conocido como noni, pertenece a una de las familias de angiospermas más grandes, las Rubiaceae; este género se caracteriza por tener especies de tipo arbustivo y se encuentra en todo el mundo, asimismo, la

Morinda incluye aproximadamente 40 especies que se distribuyen en varios continentes se han identificado más de 100 metabolitos y su actividad está relacionada con la actividad antibacteriana y antioxidante, antihelmíntico, analgésico, antiinflamatorio, antihipertensivo e inmunoestimulante.

Según Ahmad et al. (2018), el fruto tiene forma ovalada, mide entre 4 y 10 cm de largo y entre 3 y 4 cm de diámetro; así mismo, todas las partes de *Morinda citrifolia* se utilizan por sus propiedades medicinales. Los compuestos fenólicos identificados representan el grupo más grande de oligoelementos funcionales en el zumo (Almeida et al., 2019). El noni contiene una gran cantidad de vitaminas y aminoácidos que contribuyen al recambio celular y son muy importantes para el tratamiento y prevención de enfermedades crónicas e incluso mortales como el cáncer, patologías que se ponen de moda y que no es posible tratarlos en soluciones de medicina tradicional, gracias a sus propiedades antioxidantes (Duque, 2018).

Almeida et al. (2019), también mencionan que esta fruta es conocida por sus propiedades antioxidantes ya que reduce los radicales libres de oxígeno, evitando la peroxidación lipídica.

Se han identificado alrededor de 160 compuestos fitoquímicos en la planta de noni, los principales compuestos fenólicos son las antraquinonas, el ácido asperulosídico y la escopoletina, mientras que el principal alcaloide reportado es la xeronina; por otro lado, también se han identificado compuestos fenólicos con propiedades funcionales en el jugo (Carrillo, 2018). Los compuestos fenólicos que se encuentran en el jugo de noni se consideran los principales fitoquímicos funcionales, que incluyen damnacanthal, scopoletin, morindone, alitarin, aucubin, nordamnacanthal, rubiadin, entre otros; el compuesto damnacanthal es una antraquinona que recientemente se ha caracterizado por tener una actividad anticancerígena significativa; la escopoletina es una cumarina y tiene propiedades analgésicas y controla los niveles de serotonina en el cuerpo; aunque otros atribuyen todos los efectos beneficiosos a la xeronina (Pérez-Lopez et al., 2020).

Tabla 2.

Composición nutricional del noni en base a 100 gramos de parte comestible

Componentes	Cantidad
Humedad (g)	90,0
Calorías (kcal)	163,0
Grasa (g)	10,0
Proteína (g)	0,2 - 0,5
Fibra (g)	0,5 – 1,0
Ph	3,4 - 3,6
Vitamina A IU (mg)	2,0 - 2,26
Vitamina C (mg)	9.0 - 9,81
Calcio (mg)	20,0 – 25,0

Nota. Tomada de la revista Chemical composition of flour noni fruit. Soler-Morales et al. (2018)

2.2.5 Tomate de árbol *(Solanum betaceum)*

Según Barrera et al. (2022), el tomate de árbol es una especie vegetal procedente de un clima subtropical, se distribuye en países como Colombia, Perú, Bolivia, Ecuador y Nueva Zelanda, y su popularidad e importancia comercial lo han convertido en un producto de exportación. En el Perú se encuentra en la vertiente oriental de los Andes: Amazonas, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Junín, Pasco y San Martín, entre los 1000 y 2500 metros sobre el nivel del mar (Wang y Zhu, 2020). Se ha demostrado que los frutos de tomate de árbol tienen un mayor contenido de carotenoides en comparación con otras frutas andinas; químicamente es rica en fibra, potasio, vitamina C, carotenos y polifenoles lo que le confiere propiedades nutraceuticas y terapéuticas (Viera et al., 2022).

Tabla 3.

Composición físico-química del tomate de árbol por cada 100 g de pulpa

Parámetro	Cantidad
Humedad (%)	86,35
Proteínas (g)	2,31
Fibra bruta (g)	2,12
Grasa (g)	3,15
Ceniza (g)	1,37
Carbohidratos (g)	4,70
pH	3,.60
Solidos solubles	11,10
Acidez	1,67
Energía total (Kcal)	39,06

Nota. Tomado del repositorio "Evaluación fisicoquímica, sensorial y reológica de tomate de árbol. UNAS. Chávez (2022).

2.2.6 La carambola *(Averrhoa carambola)*

Barzola (2018), menciona que la carambola es una fruta exótica valorada en el mercado internacional, este cultivo puede distribuirse en climas tropicales y subtropicales; se cultiva por su fruto de color amarillo verdoso con cinco costillas salientes, de 9,5 centímetros de largo y 5 centímetros de ancho. La carambola madura tiene un sabor muy dulce y fresco, la pulpa es jugosa, fibrosa y ácida, se puede comer fresca o usarse en jugos, mermeladas, pasteles etc. Este fruto se considera exótica debido a su propia sección transversal en forma de estrella, su especial sabor y color, sabor agridulce y jugoso contiene compuestos fenólicos con actividad antifúngica, como taninos y vitamina C, flavonoides, carotenoides y polifenoxidasas, que confieren los frutos. alta capacidad antioxidante (Quispe et al., 2022). El consumo de esta fruta elimina los radicales libres, previene infartos, colesterol alto, cáncer de colon, enfermedades hepáticas, problemas de próstata y enfermedades de la piel, propiedades que le dan un importante mercado potencial (Castro, &

Altamar, 2019). Así mismo, Pucuhuayla & Valdivieso (2018), mencionan que la carambola contiene compuestos antioxidantes (taninos y vitamina C) que al ser ingeridos bloquean y eliminan los radicales libres del organismo, previniendo el cáncer de colon, la enfermedad de Alzheimer, los infartos, el colesterol alto, el envejecimiento prematuro y los problemas hepáticos y cutáneos, la carambola contiene fibra soluble que previene la absorción de colesterol por los intestinos, es baja en carbohidratos, rica en potasio y mínima en sodio, por lo que es recomendada para diabéticos y personas con trastornos de la presión arterial.

Tabla 4.

Valor nutricional de la carambola en base a 100 gramos de parte comestible

Componentes mayores	Cantidad
Humedad (g)	89,20
Proteínas (g)	0,50
Grasa (g)	0,1
Carbohidratos (g)	9,10
Fibra (g)	0,70
Cenizas (g)	0,40
pH	3,20
Solidos solubles (°B)	6,60
Energía total (Kcal)	35,70

Nota. Tomado de la revista de INIA "Frutales no tradicionales. Aprovechamiento industrial de la carambola". Cañizares, (2018).

2.2.7 Componentes bioactivos o fitoquímicos en frutas y bebidas

Las frutas no solo son consideradas, como fuentes ricas de micronutrientes y fibras dietéticas; sino también, como fuentes importantes de fitoquímicos o compuestos bioactivos que individualmente, o en combinación entre otras frutas, puede beneficiar la salud de los consumidores (Muhammad et al., 2020). La intensa actividad biológica de los fitoquímicos, junto con la que muestran algunos micronutrientes, hace que ambos tipos de compuestos contribuyan a la denominación de alimentos funcionales (Piña et al., 2023).

Los jugos, zumos y bebidas funcionales tienen componentes fisiológicos que complementan su valor nutricional y brindan beneficios adicionales para la salud o reducen el riesgo de enfermedades; así mismo, las bebidas que contienen compuestos bioactivos son aquellas que, por sus componentes fisiológicos, tienen beneficios para la salud además de su valor nutricional básico y que contienen uno o más ingredientes funcionales no convencionales en su composición, que resultan ser beneficiosos para la salud y por ende reducen el riesgo de enfermedades (Huaraca et al., 2023).

2.2.7.1 Polifenoles

Valencia et al. (2020), indican que los polifenoles son una de las principales clases de metabolitos secundarios, son difíciles de clasificar, pero se pueden dividir en cuatro grupos principales como: ácidos fenólicos, ligninas, taninos y flavonoides; los flavonoides se dividen en flavonas que incluyen isoflavonas y antocianinas; también mencionan que estos compuestos contienen más de 8000 estructuras químicas reportadas hasta el momento.

Por otro lado, Puma (2023) indica que los compuestos fenólicos tienen una amplia gama de propiedades fisiológicas, tales como: antialérgico, antiinflamatorio, antimicrobiano, antioxidante, antitrombótico, cardioprotector y vasodilatador; los compuestos polifenólicos incluyen fenoles simples., ácidos fenólicos (derivados del ácido cinámico y benzoico), flavonoides, cumarinas, taninos y lignanos condensados e hidrolizables.

2.2.7.2 Capacidad antioxidante

Montoya et al, (2022), establecen que los antioxidantes son sustancias químicas que desactivan los radicales libres o previenen su formación y por lo tanto previenen la degeneración celular, los antioxidantes donan un electrón a un radical libre, lo oxidan y lo convierten en un radical libre débil que es inofensivo; así mismo indica que, los antioxidantes más comunes en los alimentos vegetales son: las vitaminas C y E, los carotenoides, los flavonoides, antioxidantes y los compuestos fenólicos.

Cuando, Shivakumar & Kumar (2018) indican que la actividad antioxidante, es aquella, que es capaz de reaccionar con los radicales libres porque tiene una actividad biológica que evita

la oxidación de las moléculas biológicas y contribuye al efecto preventivo de ciertas enfermedades, los antioxidantes están asociados con procesos degenerativos, enfermedades provocadas por el estrés oxidativo; como por ejemplo para la prevención de enfermedades crónicas, ya que los antioxidantes son los encargados de los mecanismos de defensa del organismo frente a patologías relacionadas con el ataque de los radicales libres; así mismo los autores también hacen referencia que “un antioxidante es una sustancia que forma parte de los alimentos”. Desde una perspectiva química, un radical libre es cualquier especie (átomo, molécula o ion) que contiene al menos un electrón desapareado en su orbital más externo y puede existir de forma independiente “de ahí el término libre” (Montoya et al., 2022)

2.7.2.3 Métodos para la determinación de la capacidad antioxidante

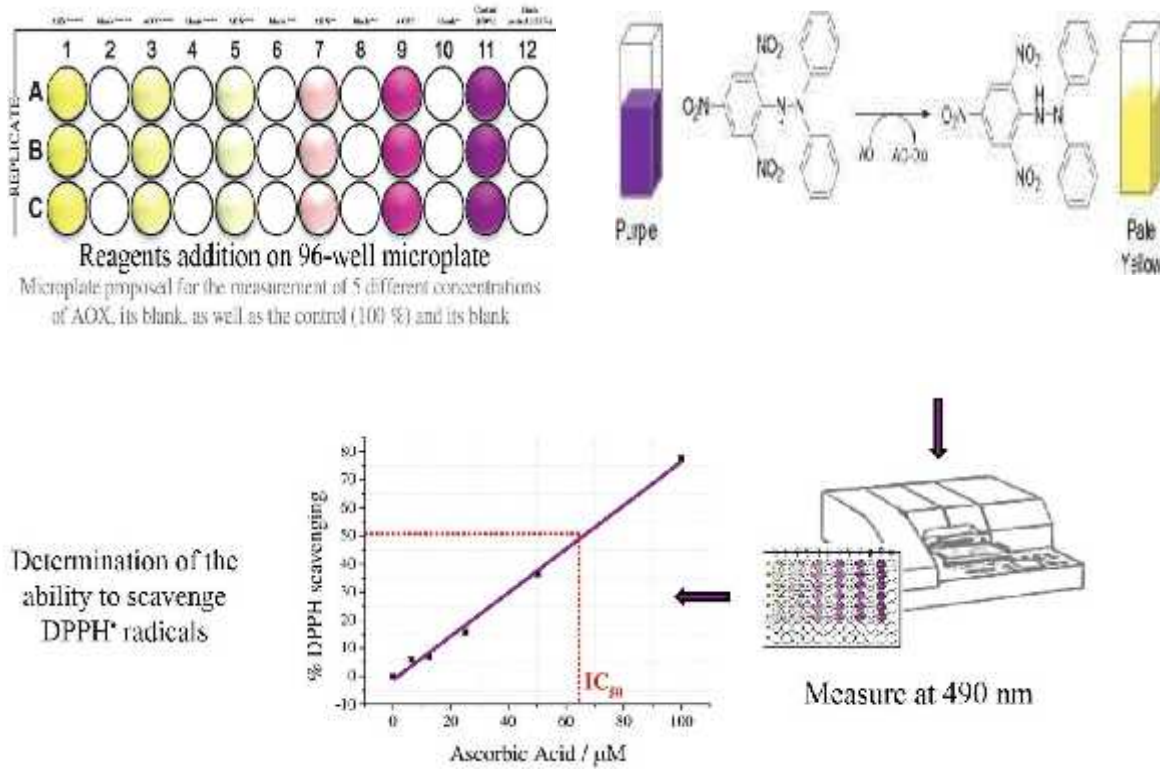
Existen varios métodos para determinar la capacidad antioxidante, como ABTS, ORAC, FRAP y el más utilizado es el DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo), estos métodos miden la capacidad antioxidante del comportamiento hidrofílico/acuoso del plasma, donde se encuentran los compuestos antioxidantes solubles en agua (Loachamin & Molina, 2022).

- **Método por inhibición del radical DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo)**

El 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo, conocido como DPPH, fue desarrollado por Brand-Williams et al (1995), la transferencia de electrones realza el color púrpura característico del radical, que se absorbe en metanol a 517 nm., la solución DPPH reacciona con el antioxidante (un sustrato que dona un átomo de hidrógeno) y el color púrpura comienza a desaparecer, el cambio de color se controla espectrofotométricamente; la singularidad del método radica en la reacción de la muestra con DPPH en metanol/agua, lo que permite una buena extracción de los compuestos antioxidantes de la muestra (Montealegre, 2021).

Figura 1.

Esquema de ensayo DPPH: reacción de decoloración radical en presencia del antioxidante



Nota. La figura muestra la reacción de decoloración radical em presencia del antioxidante. UNICAMP (2019). Journal Brazilian Chemical Society

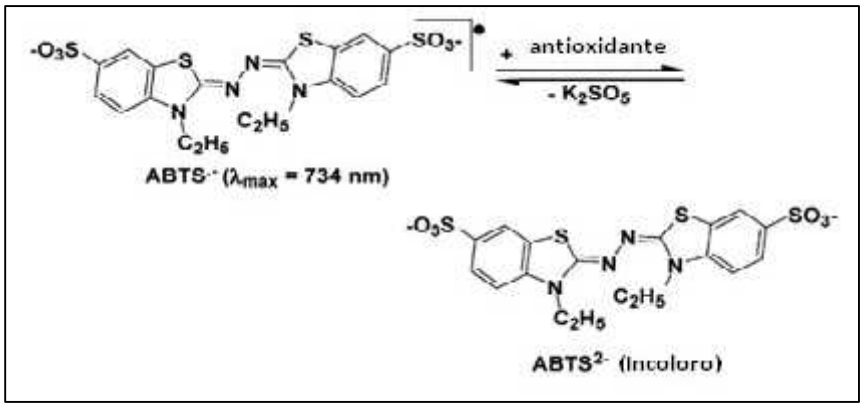
- **Método ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity)**

Este método de ensayo fue propuesto por Cao et al. (2012), el que posteriormente fue modificada por Ou et al. (2019). Según Cordero (2023), el método ORAC se basa en la medición del daño de los radicales libres a un compuesto de prueba fluorescente (CPF), evaluado mediante un cambio en su intensidad de fluorescencia; el cambio en la intensidad de la fluorescencia es un índice del grado de daño de los radicales libres; de manera similar, para la cuantificación se utiliza la técnica de medición del área bajo la curva, que puede combinar simultáneamente la medición del porcentaje de inhibición y el tiempo de inhibición de la actividad de los radicales libres inducida por antioxidantes en un solo valor.

- **Método ABTS (Ácido 2,2′-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico))**

El ensayo se basa en la reducción por la presencia de compuestos antioxidantes de un conocido radical metaestable (ABTS) que puede formarse mediante varios enfoques diferentes y usarse en muchas metodologías de determinación diferentes, como medidas fotométricas automatizadas en microplacas y previa separación por cromatografía líquida. Otro aspecto interesante es que, en algunos casos, el método ABTS/TAC permite procesos hidrófilos secuenciales y determinaciones de actividad antioxidante lipófila, obteniendo valores de actividad antioxidante total a través de los datos sumatorios de ambos tipos de antioxidantes; así mismo, el principio del método ABTS para determinar el T-AOC es el siguiente: El ABTS se oxida a ABTS+ verde mediante un oxidante apropiado, que puede inhibirse si existen antioxidantes; se puede determinar y calcular midiendo la absorbancia de ABTS+ a 414 nm o 734 nm. (Cano et al., 2023).

Figura 2.
Mecanismo de reacción para el ensayo ABTS



Nota. Mecanismo de reacción para el ensayo ABTS. Huang et al. (2005).

III. METODOLOGÍA

3.1 Método de investigación

La investigación por su naturaleza es de tipo experimental, cuantitativa y aplicada, debido a que se manipuló variables independientes y se evaluó los efectos en las variables dependientes.

3.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigacion es de carácter experimental y cuantitativo, ya que a los datos de los resultados se aplicaron cálculos estadísticos

3.3 Población y muestra

Población

La población fueron las frutas Noni (*Morinda citrifolia)*, carambola (*Averrhoa carambola) y* tomate de árbol *(Solanum betaceum*), que se comercializan en el mercado mayorista "La perla" en la ciudad de Chimbote y en mercado mayorista de "Moshoqueque" en la ciudad de Chiclayo.

Muestra

Las muestras que se empleó en la investigación fueron: 60 kg. de noni, 30 kg. de carambola *y 30* kg. de tomate de árbol.

3.4 Operacionalización de las variables de la investigación.

La operacionalización de las variables se basó en las variables independientes y dependientes, así como en los indicadores de la investigación realizada.

Tabla 5.

Operacionalización de las variables

Tipo de variable	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Valores
Variables independientes	Ultrasonido:	Son ondas sonoras cuya frecuencia supe el límite perceptible por el oído humano.	- El tratamiento de ultrasonido del néctar se realizará en un equipo de ultrasonido con frecuencia de 50 kHz, en el cual se variará la temperatura y tiempo.		
	Temperatura	La temperatura es una medida del calor o energía molecular, realizada por un termómetro.	- Niveles de calor aplicado durante el tratamiento ultrasónico, del néctar, controlado a diferentes temperaturas.	°C	35, 45 y 55
	Tiempo	Es una magnitud física que se utiliza para medir la duración de uno o más acontecimientos	- Se refiere a los minutos que será sometido el néctar a tratamiento ultrasónico.	Min.	15, 20 y 25
	Pasteurización:	Proceso térmico que es realizado en líquidos, con la intención de reducir la presencia de agentes patógenos	- Nivel de calor que recibirá el néctar a diferentes temperaturas y tiempos, a realizarse en una marmita.		
	Temperatura	La temperatura es una medida del calor o energía molecular, realizada por un termómetro.	- Nivel de calor aplicado durante la pasteurización del néctar con diferentes niveles de temperatura.	°C	60, 70 y 80
	Tiempo	Es una magnitud física que se utiliza para medir la duración de uno o más acontecimientos	- Se refiere a los minutos que será sometido el néctar a tratamiento de pasteurización	Min.	10, 15 y 20
	Polifenoles totales	Son moléculas antioxidantes que se encuentran, en mayor o menor medida, en casi todas las plantas, y "que aportan un beneficio a la salud del cuerpo humano"	Es la cantidad total de moléculas antioxidantes presente en las materias primas y néctar, representado por el ácido gálico (AG).	mg AGE/100 g	Alto, medio o bajo
	Capacidad antioxidante	Es la capacidad que tienen los antioxidantes por capturar o inhibir radicales libres"	- Es la capacidad que tiene un antioxidante en capturar o inhibir al radical libre 1,1- difenil-1-picrilhidracilo (DPPH). - Es la capacidad de la muestra para estabilizar el respectivo radical químico en medio acuoso - Es evaluado a través del cambio en la intensidad de su fluorescencia, es un índice del grado del daño del radical libre	% de inhibición del DPPH % Inhibición ABTS^{o+} % Inhibición ORAC	Alto, medio o bajo

Variables dependientes	Vitamina C	Es una vitamina hidrosoluble, protege al organismo del daño causado por los radicales libres y se determina mediante método analítico.	Es el ácido ascórbico contenido en las materias primas a emplear y néctar a elaborar, el cual es determinado por espectrofotometría.	mg/100 ml	6-10
	Color	Es una propiedad de la materia que requiere de la luz para ser percibida.	Es la descripción instrumental de la percepción del color por el ojo humano, determinado por colorimetría mediante el método CIEL* a* b*.	CIE *L *a*b	4 -60
	Aceptabilidad sensorial	Es una evaluación que realizan panelistas a un alimento o bebidas, a través de los sentidos	Consiste en dar a los panelistas muestras de néctar para que evalúen a través de sus sentidos, donde discriminaran la calidad sensorial.	Aroma, sabor, apar. general y consistencia	1 al 9
	Recuento de microrganismos:	Método para determinar los microorganismos presentes en una muestra	"Requisitos microbiológicos establecidos por la Norma Técnica Peruana NTP 203.110.2009 (jugos néctares y bebidas)"		
	Coliformes totales		Se realiza por el método del número más probable	NMP/ml	<3
	Aerobios mesófilos		Técnica de conteo de unidad formadora de colonias en un ml	UFC/ml	<10
	Recuento de mohos		Técnica de conteo de unidad formadora de colonias en 1 ml	UFC/ml	<10
	Recuento de levaduras		Técnica de conteo de unidad formadora de colonias en 1 ml	UFC/ml	
	Vida útil	El tiempo durante el cual se conservan las características nutricionales, fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de los alimentos	Consiste en colocar a 3 temperatura de almacenamiento de los lotes de néctares de los tratamientos	°C	10, 27 y 37
			Tiempo que se almacenaran los néctares de los tratamientos	Días	1 a 42

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la recolección de datos de la investigacion se emplearon técnicas instrumentales y de evaluación.

La investigación comprendió tres etapas según se detalla a continuación y en las figuras 3 y 4, las mismas que se describen a continuación:

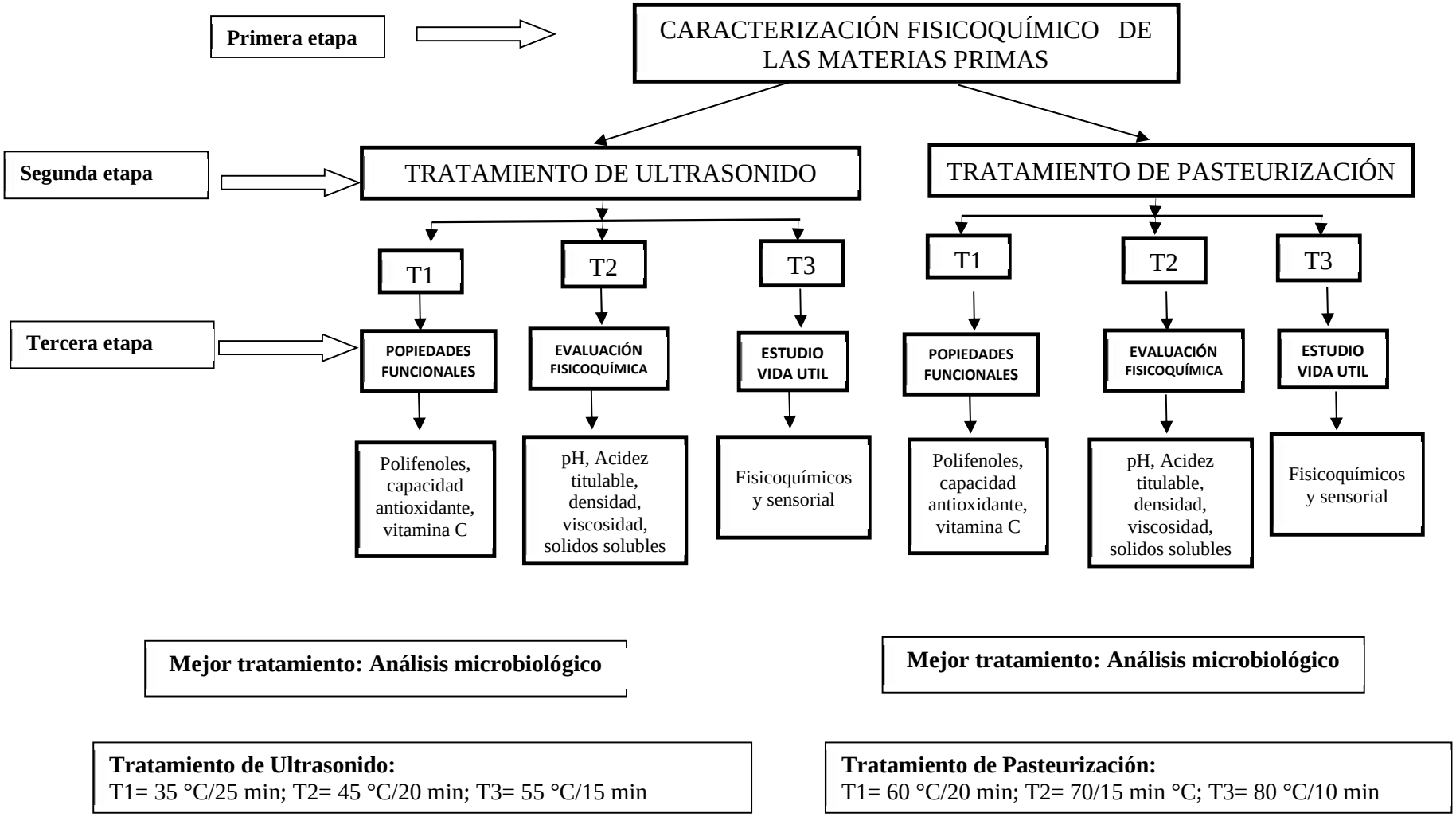
- **Primera etapa:** Se caracterizó a las materias primas que se emplearon en la elaboración de néctar, a través del pH, acidez titulable, solidos solubles, vitamina C, polifenoles totales y capacidad antioxidante.

- **Segunda etapa:** Consistió en elaborar el néctar y se sometió 2 tratamientos en estudio (tratamiento ultrasónico y tratamiento de pasteurización).

- **Tercera etapa:** Consistió en cuantificar los polifenoles totales, capacidad antioxidante por los métodos DPPH, ABTS y ORAC, Vitamina C y polifenoles totales, análisis fisicoquímicos, vida útil por la ecuación de Arrehnius (sensorial y fisicoquímico). Las mejores muestras de los tratamientos de pasteurización y ultrasonido fueron analizadas microbiológicamente

Figura 3.

Esquema experimental del proceso de investigación.



Mejor tratamiento: Análisis microbiológico

Mejor tratamiento: Análisis microbiológico

Tratamiento de Ultrasonido:
T1= 35 °C/25 min; T2= 45 °C/20 min; T3= 55 °C/15 min

Tratamiento de Pasteurización:
T1= 60 °C/20 min; T2= 70/15 min °C; T3= 80 °C/10 min

3.5.1 Proceso de elaboración

A continuación, se describe las operaciones de la figura 4 de la elaboración del néctar de *Morinda Citrifolia, Averrhoa carambola* y *Solanum betaceum*

a. Recepción de las materias primas

Las frutas noni (*Morinda citrifolia)*, carambola (*Averrhoa carambola)* y tomate de árbol *(Solanum betaceum*), se adquirieron del mercado mayorista de abastados "La Perla" de la ciudad de Chimbote y dispuestas en el laboratorio de la Universidad nacional del Santa en Nuevo Chimbote; así como en el mercado mayorista de "Moshoqueque" de la ciudad de Chiclayo y dispuestas en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo en Lambayeque.

b. Selección y limpieza

Las frutas fueron seleccionadas manualmente bajo criterios de calidad sanitaria macroscópica y características organolépticas, uniformidad; esta operación se realizó de forma manual, separando aquellos que presentaron deterioro físico sin ataque de insectos o en estado de descomposición y luego fueron lavados con agua destilada con la finalidad de eliminar material extraño que pudiese contener.

c. Pesado

Las frutas fueron pesadas en una balanza digital a fin de conocer el rendimiento final de las pulpas de las 3 frutas para la elaboración del producto en investigación.

d. Lavado.

Esta operación consistió en lavar las frutas con agua destilada para eliminar impurezas que puedes haberse adherido en las frutas, esto se realizó manualmente con agua pasteurizada fría.

e. Pelado y despepitado de la carambola (*Averrhoa carambola)* y tomate de árbol *(Solanum betaceum*)

Esta operación se realizó manualmente y con ayuda de cuchillos y cucharas, se retiraron la piel y semillas de la carambola y del tomate de árbol.

f. Ablandado del fruto y exudación del zumo de noni (*Morinda citrifolia)*

Los frutos de noni previamente recepcionados, seleccionados y lavados fueron depositados en recipientes herméticos y fueron cerrados y almacenados por un tiempo de 10 días a temperatura ambiente, durante el tiempo de almacenamiento los frutos se ablandaron y exudaron un zumo, el cual se extrajo por decantación y filtración, para ser empleado en la elaboración del néctar.

g. Pulpeado de carambola (*Averrhoa carambola)* y tomate de árbol *(Solanum betaceum*)

Esta operación consistió en pulpear las frutas por separado, hasta obtener una pulpa muy refinada.

h. Filtrado

Las pulpas de tomate de árbol y carambola, así como el zumo o exudado de noni se filtraron por separado con el fin de separar residuos de semillas.

i. Combinación de pulpa refinadas y zumo de noni

En esta operación se combinaron las pulpas de carambola, tomate de árbol y zumo de noni de la siguiente manera:

50% zumo de noni, 25% de pulpa de carambola y 25% de pulpa de tomate de árbol.

j. **Dilución**

El total de pulpas de carambola, tomate de árbol y zumo de noni fueron diluidas (1:2,5), con agua previamente pasteurizada y enfriada a temperatura ambiente

k. Filtrado

El néctar en proceso se filtró a fin de retirar partículas extrañas en el producto y que pueda afectar al producto final.

l. Adición de sacarosa y aditivos químicos

En esta operación se agregó la sacarosa en un 10%, así mismo se agregó 0.1% de Carboxil metil celulosa para mejorar la consistencia, así como se adiciono como 0.025 % de sorbato de potasio.

m. Tratamiento por ultrasonido

Un tratamiento se sometió a ultrasonido bajo potencia de 50KHz y a temperaturas tiempo de 35°C/25 min., 45°C/20 min. y 55°C/15min.

Previamente el néctar fue envasado en botellas de vidrio de 125 ml (las botellas fueron de primer uso, las cuales se esterilizó antes del envasado del néctar).

n. Tratamiento por pasteurización

Un tratamiento fue sometido a pasteurización a temperaturas y tiempos de 60°C/20 min. 75°C/15 min. y 80°C/10 min.

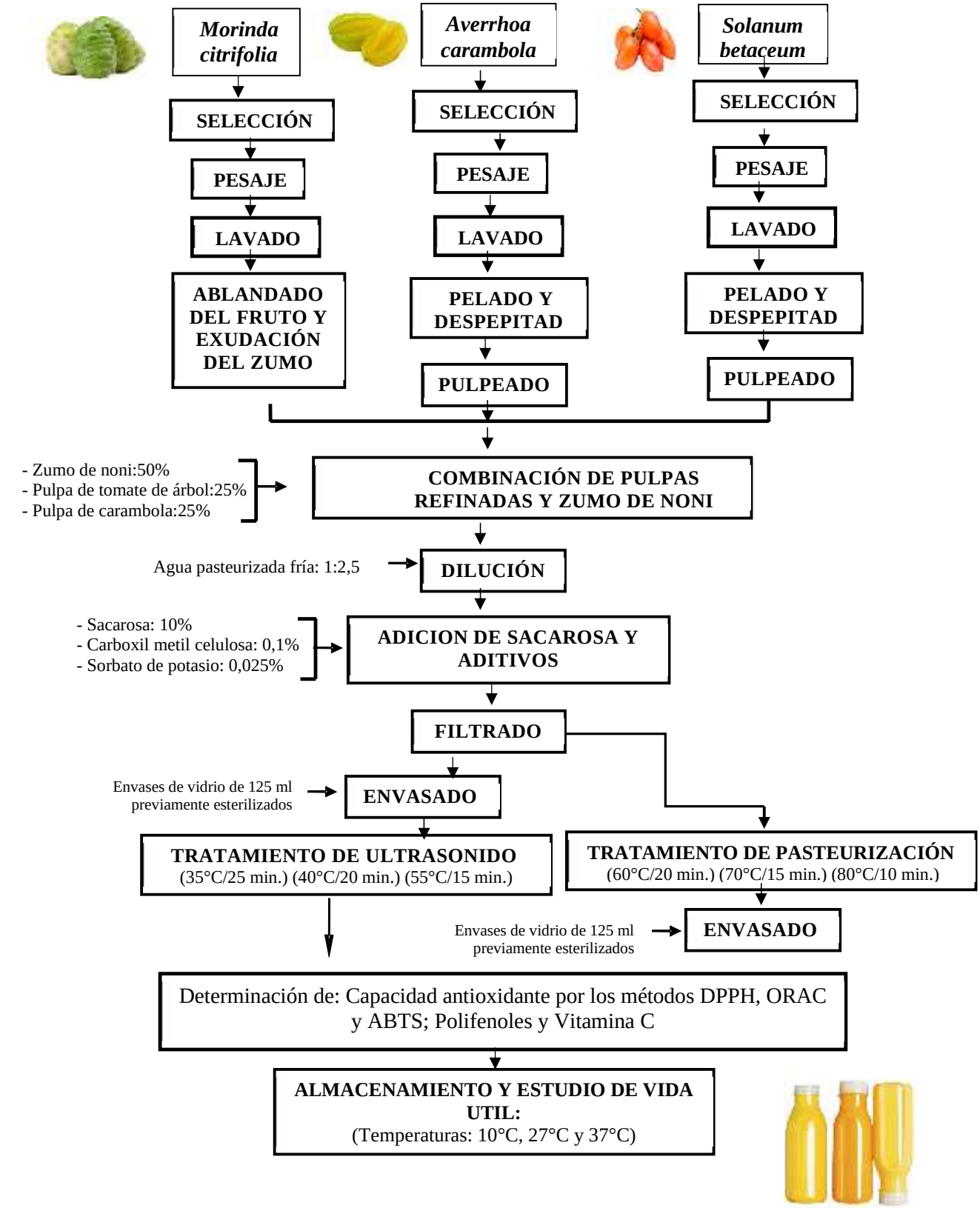
El néctar pasteurizado según el tiempo y temperatura de pasteurización fue envasado en botellas de vidrio de 125 ml (las botellas fueron de primer uso, las cuales se esterilizó antes del envasado del néctar).

o. Almacenamiento

Los productos obtenidos se almacenaron a temperaturas de 10°C, 27°C y 37°C hasta la realización de los análisis correspondientes, el almacenamiento en las 3 temperaturas se realizó hasta los 42 días, para posteriormente evaluar su vida útil por el método de Arrhenius.

Figura 4.

Diagrama de Bloques de la elaboración de néctar de Morinda Citrifolia, Averrhoa carambola y Solanum betaceum



3.5.2 Determinación de la capacidad antioxidante, polifenoles totales y vitamina C.

a. Determinación de la capacidad antioxidante

La actividad antioxidante del néctar mix de noni (*Morinda citrifolia)*, carambola *(Averrhoa carambola)* y tomate de árbol *(Solanum betaceum*) se realizó aplicando 3 métodos o ensayos. El método DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidracilo), ATBS (ácido 2,2'–azino–bis–3–etillbenzotiazolin–6–sulfónico), estos métodos son basados en la transferencia de electrones y ORAC (Capacidad de absorción de radical libre) basado en la medida de la transferencia de los átomos de hidrógeno, conforme se describe en el anexo 1.

Para determinar la capacidad antioxidante por el método ORAC (oxygen radical absorbance capacity) se siguió el procedimiento de la AOAC (2012) y de Ou et al. (2019).
Se realizo con un buffer fosfato a 75 mMa a pH 7,4 con NaOH 1M. se preparó una solución madre de fluoresceína al 100 uM el cual se protegió de la luz. Se preparo una solución Trolox y se disolvió en 5 ml deBuffer.

Se preparo una solución al 235 mM de AAPH, se pesó 0.207 g del reactivo AAPH y se disolvió en 5mL de solución Buffer F, el cual se mantuvo refrigerado protegiéndose de la luz. Se tomó 10 mL de la muestra y se centrifugó a 3000 RPM por un tiempo de 15 min. se filtró con una alícuota de 5 ml. Se empleó placas oscuras de 96 pocillos para ser lecturadas por el equipo multimodal. La microplaca preparada se coloca en el lector de microplaca y se pone a temperatura a 37 °C por 15 minutos, después de este tiempo se añadió 25 uL de AAPH a todos los pocillos experimentales. Se midió la intensidad de la fluorescencia cada tres minutos durante un período de 90 minutos con una longitud de onda de excitación de 485 nm y una longitud de onda de emisión de 520 nm. en el lector de microplacas.

b. Determinación de polifenoles totales

Los polifenoles totales (PT) se determina utilizando el método colorimétrico de Folin Ciocalteu diseñado por Singleton & Rossi en el año 1965 y fue adaptado por Muñoz-Bernal et al (2017)**,** adaptado del ensayo en placa de 96 pocillos desarrollado por Bazán & Mejía (2023) y Guzmán (2021). El método empleado se describe en el anexo 1

c. Determinación de vitamina C

Se empleo el método del 2-6 diclorofenol indofenol, desarrollado por Bazán & Mejía (2023). El método empleado se describe en el anexo 1

3.5.3 Evaluación de las características fisicoquímicas

Las características fisicoquímicas del producto se realizaron aplicando los métodos que se indican en la tabla 8.

Tabla 6.

Determinación de características fisicoquímicos del producto

Parámetros a evaluar	Métodos
pH	Método AOAC 981.12 - Potenciometria
°Brix	Método AOAC 932.12 - Refractómetro digital
Acidez titulable	Método AOAC 942.15 (2002) -Titulometría
Humedad	Método AOAC 950.46 – Gravimétrico
Viscosidad	Método Brookfiel. Referencia A.ST.M.D1439-03
	American Society for Testing Materials.
Color	Método CIELab (1976) Colorímetro digital

3.5.4 Evaluación microbiológica

Se realiza al mejor tratamiento de los néctares, aplicando los criterios microbiológicos del MINSA (2008).

Tabla 7.

Criterios microbiológicos para bebidas no carbonatadas

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por ml	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10	10
Mohos	2	3	5	2	1	10
Levaduras	5	2	5	2	1	10
Coliformes	5	2	5	0	<3	--

Nota. Tomado de la Norma sanitaria de criterios microbiológicos para bebidas no carbonatadas MINSA (2008)

3.5.5 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial de la bebida se realizó con 30 jueces semi-entrenados. El método aplicado fue de la categorización cualitativa de muestras según apreciaciones hedónicas, donde se determinó el tratamiento de mayor aceptabilidad mediante una cartilla de evaluación sensorial en una escala del 1 al 9, los panelistas evaluaron las muestras para cada atributo, donde el puntaje máximo es 9 (me gusta muchísimo) y la mínima es 1 (me disgusta muchísimo).

3.5.6 Estudio de la vida útil

La investigación se centró en un diseño correlacional y relacional para determinar la cinética de degradación de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de muestras de néctar de *Morinda citrifolia, Averrhoa carambola* y *Solanum betaceum* sometido a 10, 27 y 37 °C., y evaluado a los 1, 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días de almacenamiento; en el cual se analizó la relación entre variables como pH, acidez, sólidos solubles, y sensorial para determinar la vida útil del néctar empleando la ecuación de Arrhenius aplicado por (Crapse et al., 2021).

- **Cálculo de la vida útil y cinética de deterioro del néctar**

  Las muestras de néctar dispuestas en envases de vidrio, se almacenaron a temperaturas de 10, 27 y 37°C., luego, se realizará muestreo a 1, 7, 14, 21, 28 y 35 días, a los cuales mediante análisis físico-químicos y microbiológicos, se cuantificará un factor de calidad (acidez, pH, mohos y bacterias), cuyos resultados, permitirá determinar el orden de

reacción de deterioro y con el parámetro límite, se despejará a partir de la siguiente ecuación el tiempo (t) de vida útil:

$$d [A] / d t = k [A]^n$$

Dónde:

[A] es el valor cuantitativo del factor de calidad o de la reacción de deterioro, k es la reacción a tasa constante y n el orden de la reacción.

Asimismo, con el fin conocer la cinética de degradación del néctar con respecto a la temperatura, se aplica el modelo de la ecuación de Arrhenius, que se detalla a continuación:

$$\mathbf{k = K_o\, e^{-Ea/RT}}$$

Donde:

K = Es la constante de velocidad de deterioro.
K_o= Factor de frecuencia, también denominada preexponencial (constante independiente de la temperatura).
Ea= Energía de activación en kcal/mol. K
R = Constante universal de los gases en kcal/ mol;
T = Temperatura absoluta en K.

3.6 Técnicas de análisis de resultados

Para los resultados de polifenoles, vitamina C y capacidad antioxidante del néctar, se empleó procedimientos estadísticos de ANOVA, pruebas post hoc y prueba de deseabilidad.

Para los resultados fisicoquímicos, se aplicó procedimientos estadísticos de ANOVA, prueba de Levene´s, y pruebas post hoc (pruebas de múltiples rangos, pruebas de contraste).

Para procesar los resultados de evaluación sensorial se aplicó procedimientos estadísticos de ANOVA, prueba de Levene´s, prueba de Kruskal-Wallis, Prueba de Mood y pruebas post hoc.

Para determinar el tiempo de vida útil a las tres temperaturas a las que se almaceno el néctar, se empleo el modelo de la ecuación de Arrhenius

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Características fisicoquímicas de las materias primas

Las características fisicoquímicas de pH, acidez titulable y °Brix de las materias primas empleadas en la investigación (*Solanum betaceum*, *Averrhoa carambola* y *Morinda citrifolia*) se realizó en zumo de las frutas, estas mediciones fueron por triplicado para cada análisis como se muestra en la siguiente tabla

Tabla 8.

Características fisicoquímicas de frutas en 100 gramos

Descripción	*Solanum betaceum*	*Averrhoa carambola*	*Morinda citrifolia*
	Cantidad	Cantidad	Cantidad
Humedad (g)	91,83 ± 0.27	90,87 ± 0.15	85,28 ± 0.29
pH	3,91 ± 0.01	2,82 ± 0.05	3,81 ± 0.12
Acidez titulable	1,64 ± 0.01	0,77 ± 0.02	0,88 ± 0.02
°Brix	7,28 ± 0.021	7,34 ± 0.02	10,27 ± 0.03

En la tabla 10 se muestran las características fisicoquímicas de las materias primas empleadas en la investigación; estos resultados se compararan con los obtenidos en otras investigaciones; Alfaro (2019) reportó en su investigación, que la pulpa del noni tiene 8,4 °Brix, acidez 0,33%, pH 4,93 y humedad 88,49%; así mismo Barra (2019), en su investigación realizada del zumo de noni, obtuvo 3,72 de pH, 0,72% de acidez, 83,82% de humedad y °Brix 11,03.Por otro lado, Matute-castro et al. (2022), en su investigación “diseño de una bebida a base de *Solanun bataceum* (tomate de árbol) y cascarilla de *Theobroma cacao* (cacao)” obtuvieron 3,5 de pH, acidez 1,98% y °Brix 9,6; así mismo, Medina & Pagano (2003), mencionan que el pH y la acidez además de ser una medida de intensidad del sabor ácido de un fruto, es muy importante en el control del desarrollo de poblaciones de microorganismos y en la actividad de sistemas enzimáticos. De los resultados fisicoquímicos de las frutas empleadas en la investigacion comparados con los resultados que reportan los autores mencionados, se aproximan, el autor trabajó y analizo sólo el zumo de noni y el zumo de carambola y no con toda la pulpa de las frutas, además esto se debe al grado de madurez y denominación de origen de las frutas empleadas en las investigaciones.

Tabla 9.

Polifenoles, vitamina C y capacidad antioxidante en las frutas empleados en los tratamientos de la investigación

Muestras de Frutas	Polifenoles (mgGAE/100g)	Vitamina C (mg/100 ml A.O)	Capacidad antioxidante según ensayo (uMol Trolox/100g)		
			ABTS	DPPH	ORAC
Noni (Zumo)	19,934 ± 0,20	142,374 ± 16,73	3861,245 ± 7,76	180,227 ± 3,61	1742,513 ± 38,89
Carambola	18,606 ± 0,18	29,462 ± 1,78	1949,007 ± 1,49	21,282 ± 5,08	754,276 ± 34,31
Tomate de árbol	6,982 ± 0,08	46,258 ± 2,65	3849,930 ± 6,23	84,894 ± 3,62	1656,189 ± 23,46

En la tabla 11, se muestra los compuestos bioactivos (Polifenoles, Vitamina C y Capacidad antioxidante según ensayo), de las frutas empleados en la investigación, según Márquez, et al. (2014) analizaron polifenoles del tomate de árbol encontrándose 5,24 mg EAG/100g. Rojas et al (2017) determinaron que la pulpa de tomate de árbol tuvo 6,55 mg AGE/100g de polifenoles; Alfaro (2019) reporto en su investigación, que la pulpa del noni tuvo 17,77 mg GAE/100 g de polifenoles; así mismo (Barra, 2019) obtuvo 18,68 mg EAG/100 g de polifenoles del zumo de noni por prensado neumático. En cuanto a la vitamina C, Rojas et al. (2017), determinaron en su investigación que la pulpa de tomate de árbol tuvo 38,83 mg /100ml A.O; por otro lado, (Alfaro, 2019) reportó en su estudio que la pulpa del noni tuvo 141 mg/100ml A.O; así mismo, (Barra, 2019) determinó que en el zumo de noni por prensado neumático provenientes de la provincia de Satipo fue de 139,57 mg /100ml A.O; por otro lado, (Ramos, 2011), en su investigación empleó los 3 métodos o ensayos para determinar la capacidad antioxidante que fueron ABTS, DPPH y ORAC, donde los resultados obtenidos por el método ORAC fue superior a los resultados por el método ABTS, y el que reporto en menor cantidad de capacidad antioxidante fue por el método DPPH, también, (Márquez et al., 2014) analizaron la actividad antioxidante del tomate de árbol por el método ABTS encontrándose 3690,9 uMET/100g; (Rojas et al., 2017) determinaron por el método DPPH que la pulpa de tomate de árbol obtuvo una capacidad antioxidante de 73,31 µMET/100g, y por el método ABTS 3441,65 µMETrolox/100g; (Alfaro, 2019) reporto que la pulpa del noni reportó 180,56 uMET/100g de capacidad antioxidante por el método DPPH similar al obtenido por el investigador; Según (Barra, 2019) la capacidad antioxidante por el método de

DPPH del zumo de noni obtenido por prensado neumático provenientes de la provincia de Satipo fue 179,54 uMET/100g.

De los resultados de análisis de polifenoles, vitamina C, capacidad antioxidante por los tres ensayos ORAC, DPPH Y ABTS de las frutas empleadas en la investigación, el noni reporto mayor capacidad antioxidante contra los radicales libres para prevenir enfermedades crónicas en los consumidores. De los resultados del análisis comparado con los autores citados, existe una mínima diferencia en los valores encontrados y esto se debe a la composición nutricional de las frutas, variedad, índice de madurez y condiciones ambientales y agronómicas.

4.2 Características fisicoquímicas del néctar sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonidos

Tabla 10.

Características fisicoquímicas del néctar de los tratamientos de pasteurización y ultrasonidos

Características fisicoquímicas	*Tratamientos de pasteurización*			*Tratamientos de ultrasonido*		
	T1 (60°C/20min)	T2 (70°C/15min)	T3 (80°C/10min)	T1 (35°C/25min)	T2 (45°C/20min)	T3 (55°C/15min)
pH	3,88 ± 0,03	3.88 ± 0,03	3,92 ± 0,02	3,88 ± 0,02	3,91 ± 0,02	3,87 ± 0,03
°Brix	13,81 ± 0,03	13,9 ± 0,01	13,71 ± 00	13,72 ± 0,02	13,74 ± 0,01	13,74 ± 0,01
Acidez (g ácido/100g)	0,43 ± 0,01	0,43 ± 0,01	0,41 ± 0,01	0,43 ± 0,01	0,43 ± 0,02	0,43 ± 0,02
Viscosidad (mPas)	19,26 ± 0,02	19,18 ± 0,04	19,13 ± 0,01	19,21 ± 0,02	19,23 ± 0,02	19,23 ± 0,02

La tabla 12 muestra los resultados fisicoquímicos del néctar de los tratamientos de pasteurización y ultrasonidos, **s**egún los tratamientos de pasteurización mostrados en la tabla muestran que a medida que aumenta la temperatura y disminuye el tiempo del tratamiento, el pH aumenta ligeramente y disminuye la acidez, pero lo grados °Brix y la viscosidad disminuyen; por otro lado, referente a los resultados fisicoquímicos del néctar de los tratamientos sometidos a

ultrasonido, se observa que casi no hubo diferencia significativa entre los 3 tratamientos. (Mamani & Quiroz 2017) en su investigación de néctar de noni con maracuyá por tratamiento de pasteurización, obtuvieron 13,86 °Brix, acidez 0,44%, pH 3,86; (Rojas, 2019) en su investigación de néctar sometido a de pasteurización de 99,5ºC/1min. obtuvieron pH de 3,33 y 13,5 ºBrix; (Saeeduddin et al., 2017) en su investigación de pasteurización de jugo de pera reportó un pH 3.76, acidez 0,47 y 14.2 °Brix; (Contreras & Purisaca, 2018) en su estudio realizado de una bebida funcional a partir de yacón y piña en tratamiento de pasteurización de 90°C/2min obtuvieron como resultado un pH de 3,58 y 0,36 % de acidez y 13,97 °Brix; por otro lado, (Rojas, Repo & Encina, 2017) obtuvieron un néctar de tomate de árbol con 3,5 de pH y 13°Brix. (Poussian et al., 2024) en su investigación de evaluación de la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial de néctares de frutos ciruela, que todas las formulaciones presentaron porcentajes de acidez inferiores al 1%; por otro lado, (Kone-Soro et al., 2020) en su investigación, efecto del proceso de valorización de la pulpa de ciruelas en néctares sobre las características fisicoquímicas y nutricionales, menciona que todas las muestras evaluadas tenían valores de pH que oscilaban entre 3,45 y 4,64; (Napio, 2016), manifiesta que todas las muestras analizadas del néctar elaborado de karité tuvieron valores de pH entre 3,45 ± 0,03 y 4,49 ± 0,01, y que están dentro del rango de pH acido; también (Oladunjoye, 2025), en su investigación termosonicación de la bebida de tamarindo para mejorar la calidad sometidos a 45 kHz, 200 W a 40°C/10 min, 50°C/20min y 60°C/30min, demostraron que las muestras sonicadas no presentaron diferencias significativas en el pH, °Brix y acidez titulable; sin embargo aumento significativamente la viscosidad a 21,20 cP., citando a (Ponce, 2019) en su investigación reportó que el tiempo de exposición al tratamiento con ultrasonido en néctares por 30 min. casi no tienen un efecto significativo sobre las los sólidos solubles y acidez; **(**Krishnan, Kumar & Mili, 2019), indicaron que los néctares sometidos a tratamiento ultrasónico en cuanto al pH, la acidez titulable y los °Brix no se vieron afectados, ya que eran similares a la muestra control; (Oladunjoye, 2025) determinó que el tratamiento con pasteurización resultó significativamente en valores de 3,42 de pH, 6,20 de °Brix y 0,28 de acidez titulable, mientras que las muestras del tratamiento sonicación mostraron patrones similares con valores de 3,42 de pH, °Brix 6,30 y 0,26 a 0,29 % de acidez titulable; por otro lado, (Paria & Terrones, 2021) mencionan que la caracterización de néctar de sanky con arándano, pasteurizado a 85°C/45seg el pH tuvo un valor de 4,5, 15,06 °Brix y acidez de 0,40; así mismo, (Custode, 2015) menciona que en los néctares se presenta un contenido entre 12 - 15 °Brix; (Zhao et al., 2013) establecieron que para

el tratamiento térmico en el jugo de pepino 85°C/15seg aumenta su pH de 6.60 a 6.73, la explicación de estos cambios puede deberse al grado de disociación de los ácidos en el agua; Citando a (Cao et al., 2019) quienes investigaron los efectos del ultrasonido en parámetros fisicoquímicos y ácido ascórbico del jugo de arrayán a 20 kHz durante 2-10 min reportaron diferencias notables en los valores de pH, sólidos solubles y acidez titulable en las muestras tratadas con ultrasonido; (Mukhtar et al., 2024) en su estudio comparativo de los procesos de pasteurización de 95 a100 °C durante 4 min y termosonicación de 25 kHz a 40 y 50 °C, en néctar de sandía y remolacha, demostraron que todas las muestras procesadas por termosonicación conservaron las características fisicoquímicas normales; (Sattar et al., 2019) manifiestan que, la influencia del tratamiento de pasteurización a 90°C/10 min y tratamiento de ultrasonido a 20 kHz y 130 W durante 30, 60 y 90 min a temperatura ambiente de una bebida funcional de durazno, no mostraron cambios significativos en el pH ni en el grado Brix del jugo.

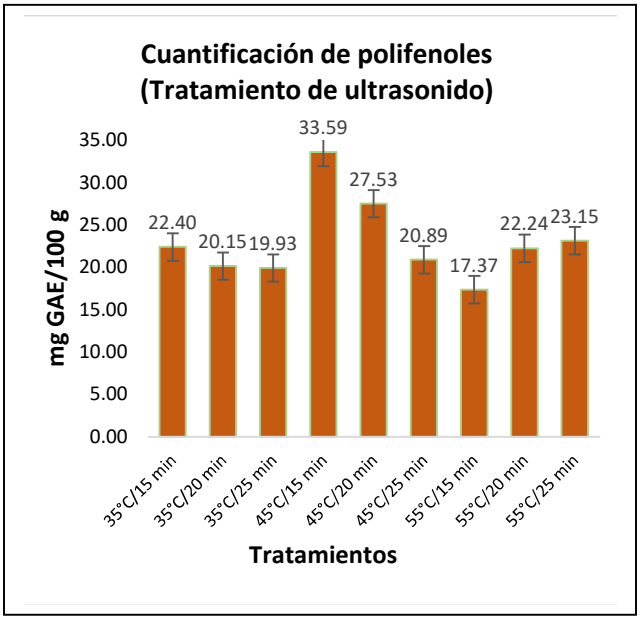
Los resultados de las características fisicoquímicas del néctar de la investigación comparado con los autores citados se asemejan y se encuentran dentro de la Norma técnica peruana para néctares y jugos de frutas, las diferencias con los resultados de los autores citados se deben a las diferentes frutas empleadas, variedad de frutas, grado de madurez, presencia de ácidos orgánicos en las frutas, adición de acidulantes y porcentaje de azúcar en el néctar, combinaciones de pulpas en néctar, variedad y parámetros de proceso y tiempo y condiciones de almacenamiento.

4.3 Cuantificación de compuestos bioactivos de los néctares sometidos a tratamiento de ultrasonido y pasteurización

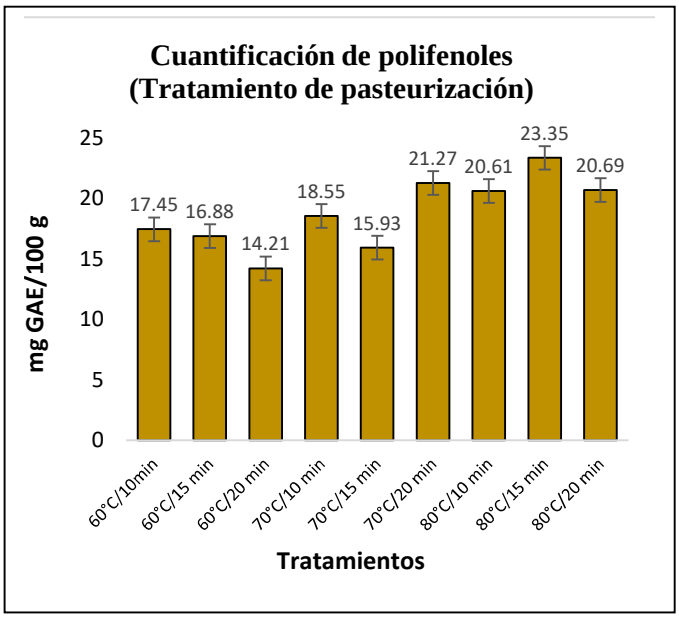
4.3.1 Cuantificación de polifenoles

Figura 5.

Cuantificación de polifenoles en el néctar sometidos a tratamiento de ultrasonido y pasteurización



a. Tratamiento de ultrasonido



b. *Tratamiento de pasteurización*

Según la figura 5(a), de cuantificación de polifenoles en el néctar sometidos a tratamiento de ultrasonido; el que presentó mayor cantidad de polifenoles, fue el T4 (45°C/15min) que se tuvo 33,59 mg GAE/100g. En la figura 5(b), el néctar sometido a tratamiento de pasteurización, el T8 (80C/15min) presentó mayor cantidad de polifenoles 23,35 mg GAE/100g, seguido del tratamiento T6 (70°C/20min) 21,27 mg GAE/100g y el tratamiento que obtuvo menor cantidad de polifenoles fue el T3 (60°C/20 min) 14,21 mg GAE/100g. Rojas et al, (2017), sometió un néctar sometido a pasteurización de 99,5ºC/1 min., donde obtuvieron compuestos fenólicos 32,96 mg GAE/100g. (Cheng et al., 2007), demostraron que todas las muestras de jugo sonicado mostraron un aumento significativo en los polifenoles totales en comparación con la muestra que no fueron sonicadas; así mismo; (Paria & Terrones., 2021), pasteurizaron una bebida a base de sanky y arándano

demostrando que, a una temperatura de 85°C mayor eran los valores de polifenoles. Según (Pérez & Ramírez., 2018), reportaron en su investigación que a una temperatura de 85°C/15seg. obtuvieron 150,52 mg EAG /L de polifenoles. Por otro lado, (Oladunjoye, 2025), en su investigación "termosonicación de la bebida de tamarindo para mejorar la calidad" demostró que las muestras sonicadas a 40°C/10 min, 50°C/20min mejoraron significativamente los compuestos fenólicos mientras que con el tratamiento a 60°C/30min se redujo al aumentar el tiempo. (Sattar et al., 2019) manifiestan que, la influencia del tratamiento de pasteurización a 90°C/10 min y tratamiento de ultrasonido a 20 kHz y 130 W durante 30, 60 y 90 min a temperatura de 26°C de una bebida funcional de durazno, mostraron cambios significativos en el tratamiento térmico de pasteurización ya que provoco la disminución de polifenoles, mientras que el tratamiento de sonicación durante 90 min aumentó al máximo la actividad de este compuesto. También, (Saeeduddin et al., 2017), manifiestan que en el jugo de pera tratado con ultrasonido a 65°C/10min, disminuyeron los polifenoles totales, mientras que el tratamiento de pasteurización 95°C/5min fue significativamente mayor en polifenoles, que el tratamiento de ultrasonido. Citando a (Tchuenchieu; 2018), en su evaluación del "tratamiento térmico de pasteurización con carvacrol en jugos de naranja, piña y sandía", demostraron que la pasteurización a temperaturas suaves (50-70 °C) conserva mejor el color, aumenta el contenido fenólico total, siendo una alternativa para limitar los efectos negativos de la pasteurización convencional en la calidad de los jugos de fruta. (Rana et al., 2013) evaluaron el efecto de los tratamientos de ultrasonidos en el jugo de toronja a una frecuencia de 28 kHz a 20°C los resultados mostraron una mejora significativa en los polifenoles totales en todas las muestras de jugo sonicadas durante 30, 60 y 90 min**. (**Guerrouj et al., 2016), sonicaron zumo de naranja durante 10, 20 y 30 min. a una frecuencia de 24 kHz a temperaturas de 43-45 °C, los tratamientos mostraron una mejora en la mayoría de los compuestos fenólicos totales. (Paramjeet & Parag, 2015) realizaron una comparación de la pasteurización a 80°C/10min y de ultrasonidos de 20 kHz/15min en jugos de frutas y vegetales (jugos de naranja, lima dulce, zanahoria y espinaca) establecieron que los jugos procesados por ultrasonidos retuvieron la mayoría de los polifenoles, estableciendo la utilidad del tratamiento de ultrasonido para mantener polifenoles de las bebidas. También **(**Seydi, et al., 2019) manifiestan que mediante el tratamiento de ultrasonido en jugo de membrillo a 30°C/2, 35°C/4, 40°C/6, 45°C/8 y 50°C/10, los valores de optimización para el jugo fueron 38,7°C/5,6 minutos, ya que en el contenido de polifenoles fue de 39,15 mg GAE/100g. citando a (Alam et al., 2023) quienes evaluaron en jugo

de piña los efectos del tratamiento con ultrasonido (37°C/5min) y pasteurización (90°C/5min), demostrando que con el tratamiento de ultrasonido se obtuvo mayor cantidad de polifenoles y con el tratamiento de pasteurización se redujo significativamente los polifenoles. (Margean et al., 2020) mencionan que en el jugo uva pasteurizado a 80°C/2 min, 81°C/2 min, 82°C/2 min obtuvieron resultados que indicaron el mismo nivel de contenido de polifenoles para todas las muestras pasteurizadas; (Santhirasegaram et al., 2015), pasteurizaron jugo de mango a 90°C/30seg por 90°C/60seg, y sonicación 25°C/15 min, 25°C/30min y 25°C/60min, los resultados mostraron una mejor retención de compuestos fenólicos en el jugo sonicado a 25°C/30min en comparación con los tratamientos del jugo pasteurizado.

Los reportes de los resultados de los autores citados comparado con la investigacion realizada por el autor, puede ser debido a variaciones en temperaturas y tiempos durante el tratamiento de pasteurización y ultrasónico de los néctares, así como, parámetros de frecuencia ultrasónica, potencia del equipo de ultrasonido empleados, a las materias primas empleadas en la elaboración de nectares con elevados compuestos bioactivos; por otro lado los compuestos fenólicos en algunos casos pueden aumentar debido a que el calor puede transformar las estructuras de los compuestos fenólicos en ácidos fenólicos más detectables, en algunas ocasiones se puede manifestar una disminución de los compuestos fenólicos debido a la desnaturalización de la estructura y los tratamientos térmicos por lo general pueden ser la causa de la disminución de los antioxidantes naturales, también se debe a la degradación por oxidación y su polimerización con proteínas.

Tabla 11.

Análisis de varianza para polifenoles totales de los néctares sometidos a tratamientos de ultrasonido y pasteurización

Fuente	Tratamiento de ultrasonido					Tratamiento de pasteurización				
	SC	G.L.	CM	Razón-F	Valor-P	SC	G.L	CM	Razón-F	Valor-P
A: Temperatura	0,68445	1	0,68445	0,07	0,7892	3,89205	1	3,89205	0,72	0,4067
B: Tiempo	18,9523	1	18,9523	2,04	0,1699	6,21869	1	6,21869	1,15	0,2969
AA	25,4753	1	25,4753	2,74	0,1145	14,4047	1	14,4047	2,66	0,1191
AB	2,24468	1	2,24468	0,24	0,6290	22,2769	1	22,2769	4,12	0,0566
BB	346,003	1	346,003	37,16	0,0000	59,0739	1	59,0739	10,93	0.0037
Bloques	0,53834	2	0,26917	0,03	0,9715	1,44521	2	0,722604	0,13	0,8757
Error total	176,902	19	9,31062			102,721	19	5,40634		
Total (corr.)	570,80	26				210,032	26			

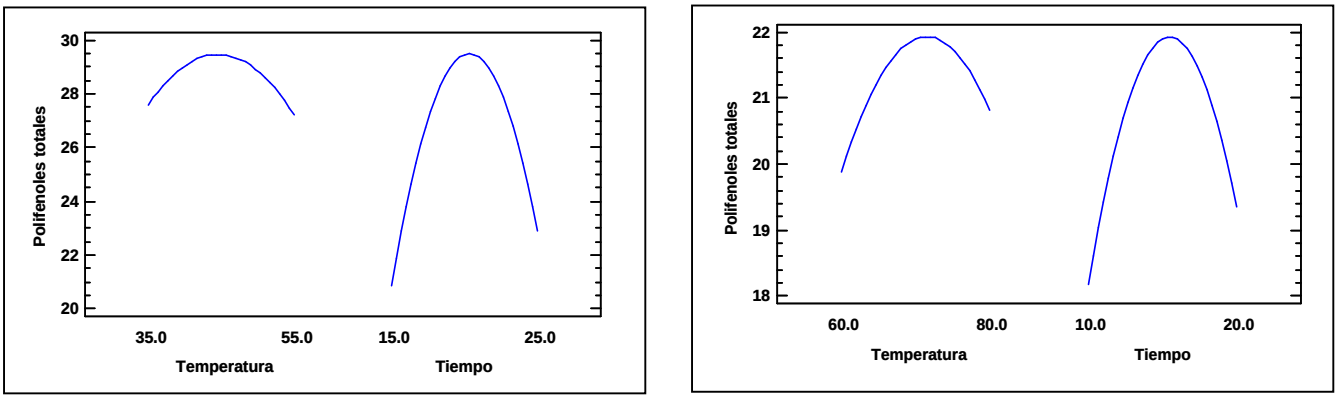
R^2 = 69,0081 % en ultrasonido R^2 = 51,0929 % en pasteurización

Según la tabla 13 del ANOVA del contenido de polifenoles totales, se observa que los factores principales de variación son la temperatura y el tiempo; sin embargo, existe diferencia significativa en polifenoles totales en la interacción del tiempo en los tratamientos de ultrasonido de los néctares, ya que el valor-P es menor a 0,05, lo que indica que es significativamente diferente de cero con un 95% de confianza; esto se debe a que los tiempos variaron en 5 minutos por tratamiento (15, 20 y 25 minutos).

Así mismo, existe diferencia significativa en polifenoles totales en la interacción del tiempo en los tratamientos de pasteurización de los néctares, ya que el valor-P es menor a 0,05 (0.0037) lo también que indica que es significativamente diferente de cero con un 95% de confianza; esto al igual que en los tratamientos de ultrasonido se debe a que los tiempos variaron en 5 minutos por tratamiento (10, 15 y 20 minutos).

Figura 6.

Gráfica de efectos principales de temperatura y tiempo de los tratamientos de ultrasonido y pasteurización para polifenoles totales



a. Tratamiento de ultrasonido *b. Tratamiento de pasteurización*

De la figura 6(a) de la gráfica de efectos principales para los polifenoles sometidos a tratamiento de ultrasonido, indica que la cuantificación de polifenoles aumenta a medida que se aumenta la temperatura, optimizándose entre 45 a 46°C y luego empieza a descender. En cuanto al tiempo la optimización se sitúa entre 20 a 21 minutos, esto se debe a que cuando aumenta la temperatura y el tiempo de optimización en el tratamiento de sonicacion, la extracción de polifenoles empieza a descender.

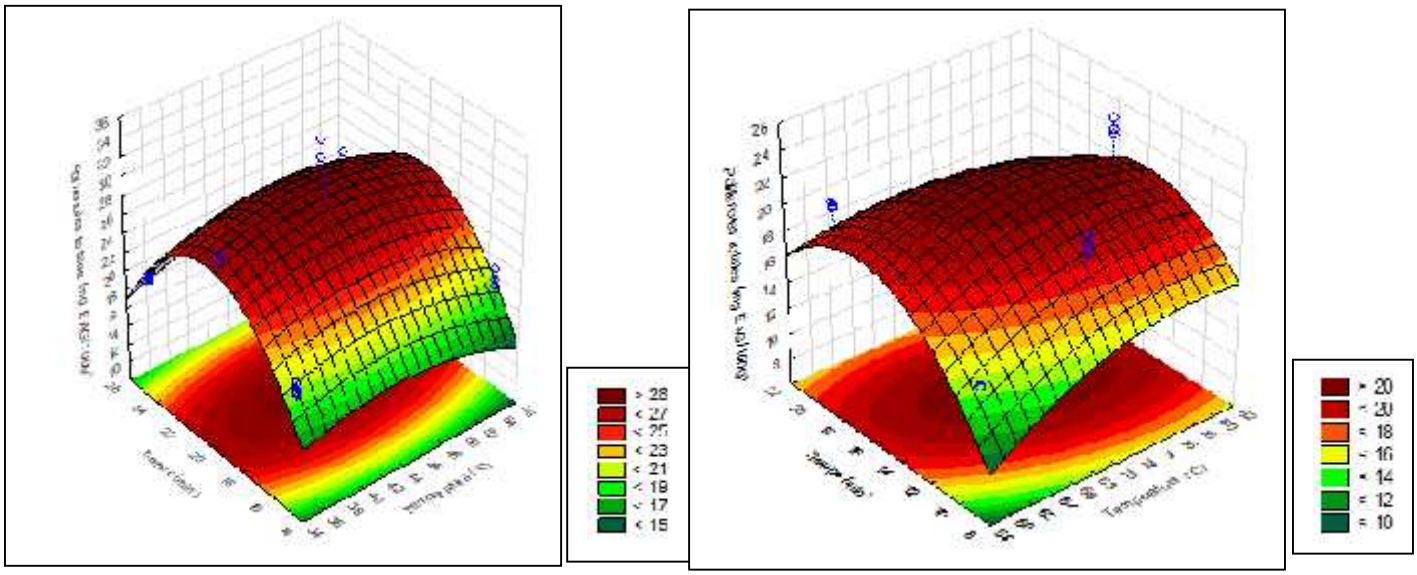
De la figura 6(b) de la gráfica de efectos principales para los polifenoles sometidos a tratamiento de pasteurización, indica que la cuantificación de polifenoles aumenta a medida que se aumenta la temperatura, optimizándose aproximadamente entre 72 a 74°C y luego empieza a variar, el tiempo de optimización se sitúa entre 15 y 16 minutos, esto se debe a que cuando aumenta la temperatura y el tiempo de optimización en el tratamiento de pasteurización la extracción de polifenoles empieza a variar en descenso.

Dubrovic et al. (2011), compararon los tratamientos de ultrasonido con los tratamientos de pasteurización en la estabilidad de polifenoles en jugo de fresa, observaron una reducción de polifenoles del tratamiento de pasteurización 85°C/ 2 min entre un 5,3 % y un 5,8 % en comparación con los jugos sin tratar; de los tratamientos con ultrasonidos de 20°C/ 3, 6 y 9 min,

40°C/ 3, 6 y 9 min, y 60°C/3 y 6 min, la reducción de polifenoles fue menor 0,7-4,4 % en comparación con los jugos sin tratar; pero del tratamiento ultrasónico a 55°C/9 min, el contenido de polifenoles en comparación con el jugo sin tratar se redujo entre un 5,8 y un 7,1 %, y su degradación fue mayor que la de los jugos pasteurizados. De la investigacion realizada por el autor comparado con el autor citado se confirma que aplicando tratamientos térmicos y sonicaciones elevadas disminuye los compuestos fenólicos en bebidas de frutas y que los tratamientos de ultrasonidos pueden reemplazar a la pasteurización en términos de conservación del contenido total de polifenoles.

Figura 7.

Diagrama superficie-respuesta para polifenoles totales, para los néctares sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonido



Ecuación de regresión $z = -129.20 + 1.66x - 0.02x^2 + 11.97y - 0.30y^2 + 0.009xy$.

a. Tratamiento de ultrasonido

Ecuación de regresión $z = -129.20 + 1.66x - 0.02x^2 + 11.97y - 0.30y^2 + 0.009xy$.

b. Tratamiento de pasteurización

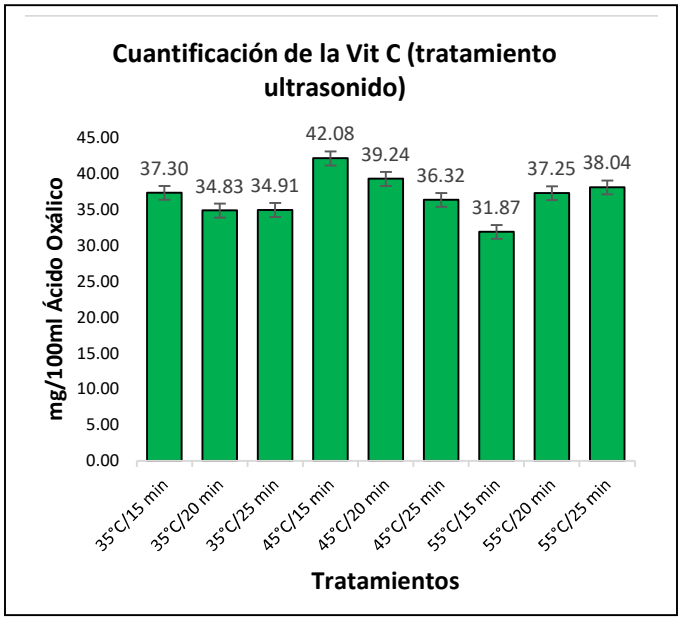
Según el diagrama superficie-respuesta mostrada en la figura 7(a) para polifenoles totales de los

tratamientos de néctar sometidos a ultrasonido, muestra que la máxima optimización de polifenoles se ubica en temperaturas 45 a 46°C y tiempos de 15 a 16 min, como también se muestra en las figuras 5(a) y en la figura 6(a) que indica la temperatura y tiempo óptimo para la maximización de extracción de polifenoles por ultrasonido. Del diagrama superficie-respuesta para polifenoles totales de los tratamientos de néctar sometidos a pasteurización, según tiempo y temperatura mostradas en la figura 7(b), muestra que la máxima optimización de polifenoles se ubica en temperaturas 72°C a 74°C y tiempos de 15 a 16 minutos, como también se muestra en las figuras 5(b) y en la figura 6(b) que indica la temperatura y tiempo óptimo para la maximización de extracción de polifenoles por tratamiento de pasteurización.

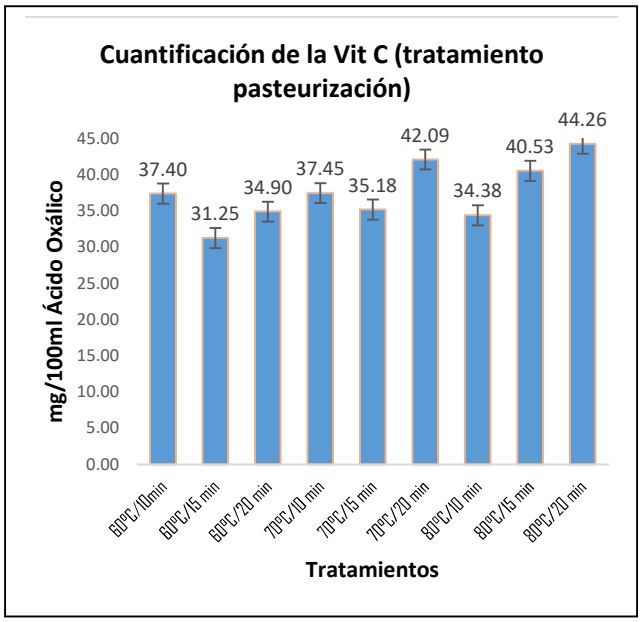
4.3.2 Cuantificación de Vitamina C

Figura 8.

Cuantificación de vitamina C de los néctares sometidos a tratamiento de ultrasonido y pasteurización



a. Tratamiento de ultrasonido



b. Tratamiento de pasteurización

Según la figura 8(a), de cuantificación de vitamina C en el néctar de *Morinda citrifolia, Averrhoa carambola y Solanum betaceum* sometidos a tratamiento de ultrasonido; el que presentó mayor cantidad de vitamina C, fue el tratamiento T4 (45°C/15min) que obtuvo 42,0833 mg/100 ml A.O. También se observa en la figura 8(b), de cuantificación de vitamina C en el néctar sometidos a tratamiento de pasteurización; el que presentó mayor cantidad de vitamina C, fue el tratamiento T9 (80°C/20min) que se obtuvo 44,2567 mg/100 ml acido oxalico, seguido del tratamiento T6 (70°C/20min) que se tuvo 42,0900 mg/100 ml ácido oxálico y del tratamiento que se obtuvo menor cantidad de vitamina C fue el T2 (60°C/15min) cuya cantidad de vitamina C fue 31,2500 mg/100 ml acido oxalico; por otro lado (Ponce, 2019) demostró sobre el contenido de vitamina C en la pulpa de camu camu tuvo mayor extracción al aplicar un tiempo de 30 minutos a una frecuencia de 40 Khz; sin embargo a 45 y 60 min se pudo notar un descenso de 50% de vitamina C**,** así mismo, (Javanmardi, 2016) demostró que la pasteurización de temperaturas suaves (50-70 °C) conserva mejor el contenido de vitamina C. (Rojas et al., 2017), en su investigación de néctar de granadilla con maracuyá sometido a de pasteurización de 99,5ºC/1 min. obtuvieron 11,45 mg de ácido ascórbico/100g., (Asraful et al., 2023), demostraron que las muestras de jugo de piña que fueron sonicadas contenían más vitamina C. Citando a (Perez & Ramirez, 2018) en su investigaron de bebida funcional a base de melón, mencionan que a una temperatura de 85°C/15 segundos obtuvo 4,32 mg Ác. Ascórbico/ 100 ml; por otro lado (Cao et al., 2019) investigaron los efectos del ultrasonido en el ácido ascórbico del jugo de arrayán a 20 kHz durante 2-10 min, donde no se encontraron diferencias notables en los valores de la vitamina C. (Tchuenchieu et al., 2018), en su investigación "Efecto de la pasteurización baja en combinación con carvacrol capacidad antioxidante, contenidos fenólicos y de vitamina C de jugos de frutas", demostraron que la pasteurización de temperaturas suaves (50-70 °C) conserva mejor el contenido de vitamina C en jugos de naranja, piña y sandía, siendo una alternativa para limitar los efectos negativos de la pasteurización convencional en la calidad de los jugos de fruta. (Oladunjoye & Olorunsola, 2025), en su estudio de termosonicación de la bebida de tamarindo para mejorar la calidad sometidos a 45 kHz, 200 W a 40°C/10 min, 50°C/20min y 60°C/30min, demostraron que las muestras sonicadas a tratamientos de 40°C/10 min, 50°C/20min mejoró significativamente la cuantificación de la vitamina C, mientras que el tratamiento a 60°C/30min se redujo la vitamina C al aumentar el tiempo. (Rana et al., 2013) evaluaron el efecto de los tratamientos de ultrasonidos en el jugo de toronja a una frecuencia de 28 kHz a 20°C; los resultados mostraron una mejora

significativa en el ácido ascórbico en todas las muestras de jugo sonicadas durante 30, 60 y 90 minutos. (Saeeduddin et al., 2017), manifiestan que el jugo de pera tratado con ultrasonido 65°C/10min, redujo el ácido ascórbico, mientras que el tratamiento de pasteurización 95°C/5min es significativamente mayor que el tratamiento de ultrasonido. (Paramjeet & Parag, 2015) realizaron una comparación de la pasteurización a 80°C/10min y de ultrasonidos de 20 kHz/15min., en jugos de frutas y vegetales (jugos de naranja, lima dulce, zanahoria y espinaca) establecieron que los jugos procesados por ultrasonidos retuvieron la mayoría de ácido ascórbico estableciendo la utilidad del tratamiento de ultrasonido para mantener el ácido ascórbico de las bebidas. **(**Seydi, et al., 2019) manifiestan que, mediante tratamiento de ultrasonido en jugo de membrillo a 30°C/2, 35°C/4, 40°C/6, 45°C/8 y 50°C/10, los valores de optimización para el jugo de membrillo fueron 38,7 °C, 5,6 minutos, de ácido ascórbico de 3,78 mg/100ml, por otro lado, (Margean et al., 2020) en jugo uva pasteurizado a 80°C/2min y tratamiento ultrasónico con una amplitud del 50 y 70% durante 5 y 10 minutos, obtuvieron el nivel más alto de ácido ascórbico en las muestras sonicadas por 10 min con una amplitud del 70%.

De los resultados obtenidos de la investigacion realizada comparada con los resultados de los investigadores citados, se confirma que los nectares sometidos a pasteurización y ultrasonido y que son sometidos a tratamientos extremos como temperatura y tiempo, parámetros de frecuencia ultrasónica como la potencia del equipo de ultrasonido empleados disminuyen la cantidad de vitamina C, además durante la cavitación puede haber mayor extracción de vitamina C ya que se libera el oxígeno que queda atrapado durante operaciones anteriores del procesamiento del néctar, también porque la vitamina C es muy inestable y es afectada por la temperatura el tiempo y el oxígeno durante el proceso, análisis y almacenamiento del producto, otro de los factores se debe a las materias primas empleadas en la elaboración de nectares como es el caso del noni, camu camu etc., ya que son frutos con elevada vitamina C.

Tabla 12.

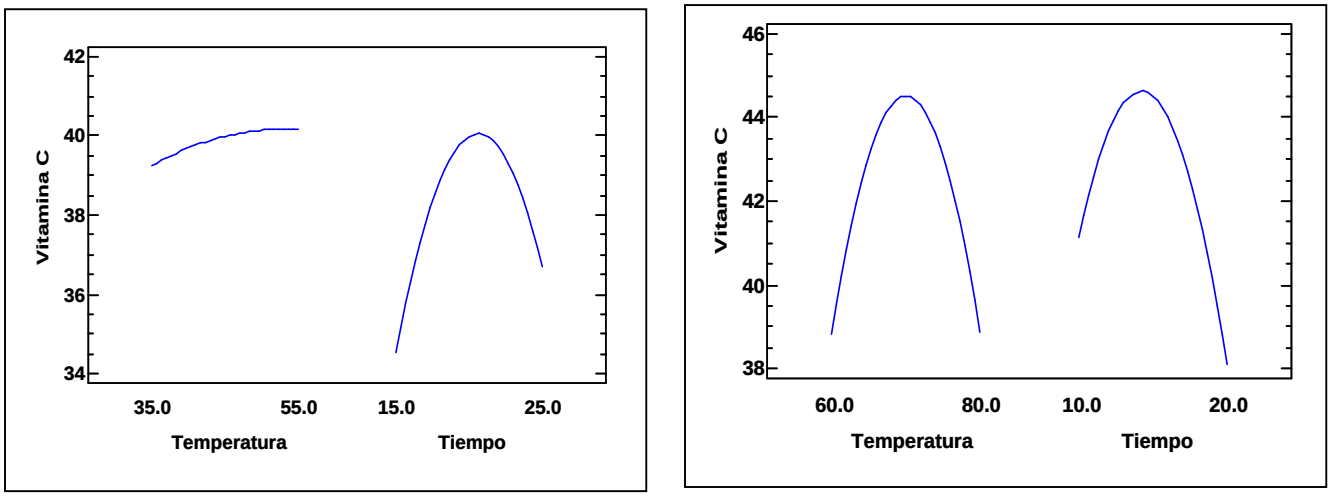
Análisis de varianza para Vitamina C de los néctares sometidos a tratamientos de ultrasonido y pasteurización

Fuente	Tratamiento de ultrasonido					Tratamiento de pasteurización				
	SC	G.L	CM	Razón-F	Valor-P	SC	G.L	CM	Razón-F	Valor-P
A: Temperatura	3,60014	1	3,60014	0,81	0,3782	0,02645	1	0,02645	0,01	0,9213
B: Tiempo	20,6939	1	20,6939	4,68	0,0435	41,7089	1	41,7089	15,79	0,0008
AA	0,52215	1	0,52215	0,12	0,7349	190,594	1	190,594	72,16	0,0000
AB	0,598533	1	0,598533	0,14	0,7170	8,72107	1	8,72107	3,30	0,0850
BB	114,931	1	114,931	25,99	0,0001	142,756	1	142,756	54,05	0,0000
Bloques	1,72169	2	0,860844	0,19	0,8247	2,1121	2	1,05605	0,40	06759
Error total	84,0064	19	4,42139			50,1808	19	2,6411		
Total (corr.)	226,074	26				436,1	26			
R^2 = 62,8412 %						R^2 = 88.4933 %				

Según la tabla 14 del ANOVA de la vitamina C, presenta un valor-P menor a 0,05, y esto se dio en interacción de los tiempos de los tratamientos de ultrasonido lo que indica que el tiempo aplicado es significativo para en la extracción de vitamina C y es diferente de cero con un 95% de confianza. El R^2 del modelo explica el 62,8412% de la vitamina C del néctar. Así mismo, en la misma tabla se observa que los tratamientos de pasteurización presentan un valor-P menor a 0,05, y esto se dio en el tiempo y en la interacción de las temperaturas y la interacción de los tiempos de los tratamientos, lo que indica que la interacción de los tratamientos es significativa para en la extracción de vitamina C y es diferente de cero con un 95% de confianza. El R^2 del modelo explica el 88,8493% de la variabilidad en vitamina C.

Figura 9.

Gráfica de efectos principales de temperatura y tiempo de los tratamientos de ultrasonido y pasteurización para la vitamina C

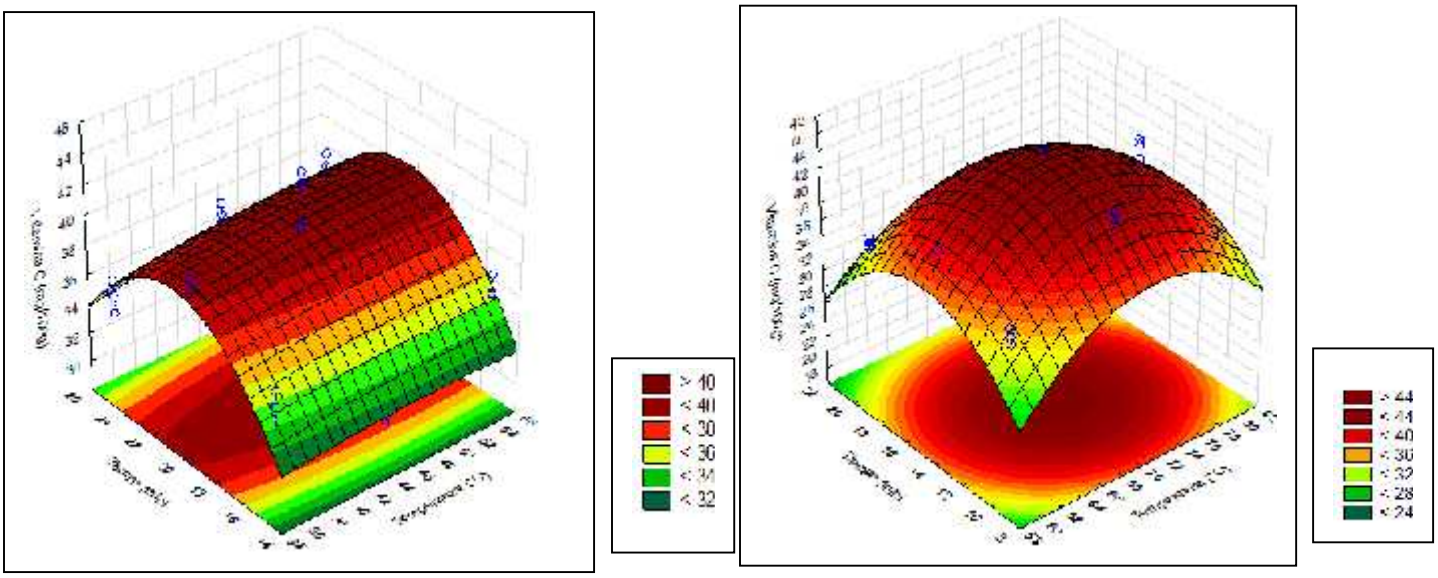


a. Tratamiento de ultrasonido *b. Tratamiento de pasteurización*

De la figura 9(a) de la gráfica de efectos principales para la vitamina C, sometidos a tratamiento de ultrasonido, indica que la cuantificación de vitamina C aumenta a medida que se aumenta la temperatura, optimizándose aproximadamente en 50 a 55°C y con un tiempo de 18 a 20 minutos; así mismo de la figura 9(b) de la gráfica de efectos principales para la vitamina C, sometidos a tratamiento de pasteurización, indica que la cuantificación de vitamina C aumenta a medida que se aumenta la temperatura, optimizándose en 70 a 72°C y el tiempo se sitúa aproximadamente en 14 a 16 minutos

Figura 10

Diagrama superficie-respuesta de la vitamina C, para los néctares sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonido



Ecuación de regresión $z = -38.30 + 0.22x - 0.003x^2 + 7.02y - 0.175y^2 + 0.004xy$.

Nota. Ecuación de regresión $z = -289.17 + 8.15x - 0.056x^2 + 6.74y - 0.195y^2 - 0.017xy$.

a. Tratamiento de ultrasonido

b. Tratamiento de pasteurización

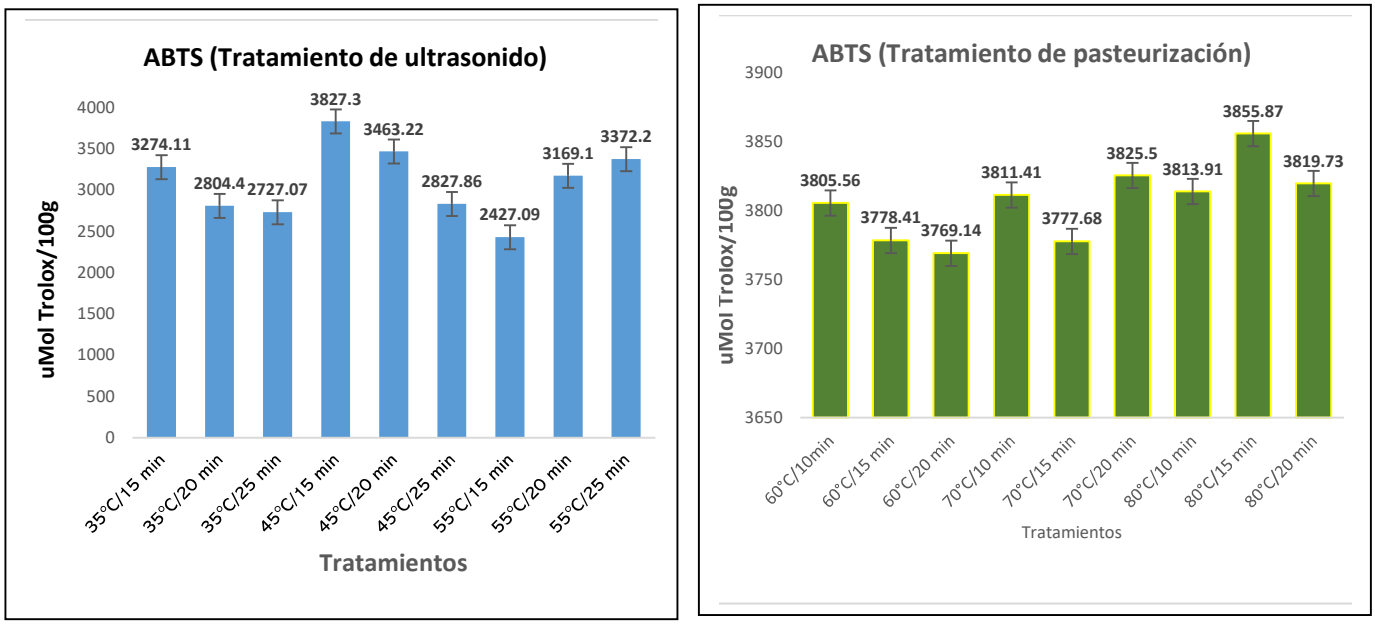
Del diagrama superficie-respuesta para vitamina C de los tratamientos de néctar sometidos a tratamientos de ultrasonido, la interacción del tiempo y temperatura mostradas en la figura 10(a), muestra que la máxima optimización de vitamina C y se ubica en temperaturas 50 a 55°C y tiempos de 18 a 20 min; así mismo del diagrama superficie-respuesta para vitamina C de los tratamientos de pasteurización, mostradas en la figura 10(b), muestra que la máxima optimización de vitamina C se ubica en temperaturas 70 a 72°C y tiempos de 14 a 16 min.

4.3.3 Capacidad antioxidante en el néctar

- **Capacidad antioxidante por el ensayo ABTS**

Figura 11.

Capacidad antioxidante por el método de ABTS para los néctares que fueron sometidos a tratamiento de ultrasonido y pasteurización



a. Tratamiento de ultrasonido *b. Tratamiento de pasteurización*

Según la figura 11(a), de capacidad antioxidante por el método ABTS en el néctar de *Morinda citrifolia*, *Averrhoa carambola* y *Solanum betaceum* sometidos a tratamientos de ultrasonido; el que presentó mayor capacidad antioxidante por este ensayo fue el T4 (45°C/15min) 3827,30 uMol Trolox/100g, seguido del T5 (45°C/20min) 3463,22 uMol Trolox/100g; el tratamiento que obtuvo menor capacidad antioxidante fue el T7(55°C/15min) 2427,09 uMol Trolox/100g. En la figura 11(b), el que presentó mayor capacidad antioxidante en el néctar sometido a tratamiento de pasteurización fue el T8 (80°C/15min) que obtuvo 3855,87 uMol Trolox/100g, seguido del T6 (60°C/20 min) el cual obtuvo 3825,50 uMol Trolox/100g y el que obtuvo menor capacidad antioxidante fue el T3 (60°C/20min) 3769,14 uMol Trolox/100g.

(Guerrouj et al., 2016), sonicaron zumo de naranja durante 1, 10, 20 y 30 min. a una frecuencia de 24 kHz a temperaturas de 43-45 °C., de los cuales los tratamientos que fueron sometidos a 10, 20 y 30 min mostraron una mejora en actividad antioxidante ABTS en comparación en las muestras tratadas por 1 min.

Coronado (2019), determino la actividad antioxidante por el método ABTS de la bebida elaborada a base de zumo de zanahoria, mandarina y naranja agria y obtuvo como resultado 2341,95 uMol ET/100 ml bebida. (Rojas et al., 2017) en su investigación de néctar sometido a de pasteurización de 99,5ºC/1minutos obtuvieron una capacidad antioxidante de 2104 µMol Trolox/100g por el método ABTS; así mismo, en la investigación realizada por (Martínez, 2016) "Efecto de la temperatura sobre la capacidad antioxidante por el ensayo ABTS en el residuo de la producción de jugo de mandarina", demostró que a temperatura de 90 y 120°C se registró 3105,38 hasta 3740,71 uMol ET/100g. en la presente investigación se realizó la pasteurización a 80°C/10min donde se obtuvo 3813,91 uMol ET/100g. Según (Oro & Urcia, 2018), es su estudio de actividad antioxidante por el ensayo ABTS en néctar de camu camu y aguaymanto, obtuvieronun valor máximo de 5817,564 µmol ET/100g. Citando a (Tchuenchieu et al., 2018), en su investigación "tratamiento térmico de pasteurización con carvacrol en jugos de naranja, piña y sandía", demostraron que la pasteurización de temperaturas bajas (50-70 °C) conserva mejor la capacidad antioxidante evaluado por el método ABTS. (Saeeduddin et al., 2017), sometieron el jugo de pera a tratamientos de pasteurización y ultrasonido, donde la sonicación se realizó a una frecuencia de 30 kHz y 65°C/10min, mientras que el tratamiento de pasteurización fue a 95°C/5min, del cual reporto que la mayor capacidad antioxidante por el ensayo ABTS fue del tratamiento de pasteurización.

De los resultados obtenidos de la investigacion realizada comparada con los resultados de los investigadores citados, se debe a las materias primas empleadas ya que en algunos frutos tienen elevados compuestos bioactivos y otros en menos cantidad, como también influyen los métodos y tratamientos como temperatura y tiempo, parámetros de frecuencia ultrasónica como la potencia del equipo de ultrasonido que pueden maximizar o disminuir la capacidad antioxidante in vitro.

Tabla 13.

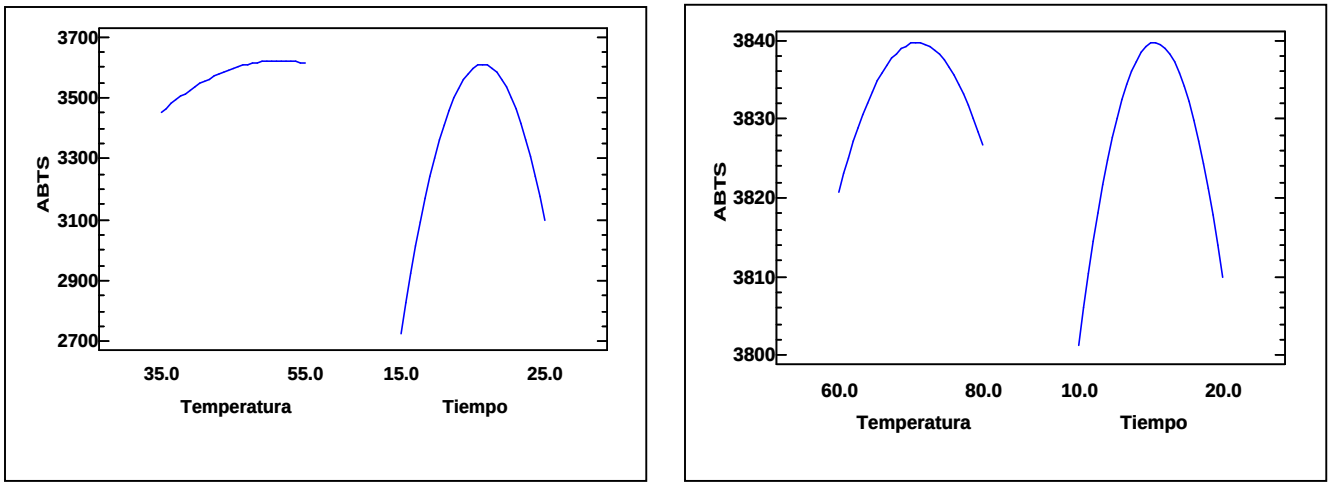
Análisis de varianza para los néctares sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonido por el método ABTS

Fuente	Tratamiento de ultrasonido					Tratamiento de pasteurización				
	SC	G.L.	CM	Razón-F	Valor-P	SC	G.L.	CM	Razón-F	Valor-P
A: Temperatura	114951	1	114951	2,33	0,1435	153,242	1	153,242	0,16	0,6938
B: Tiempo	617079	1	617079	12,50	0,0022	326,401	1	326,401	0,34	0,5665
AA	23828.3	1	23828.3	0,48	0,4956	1509,03	1	1509,03	1,57	0,2249
AB	205607	1	205607	4,17	0,0554	1455,3	1	1455,30	1,52	0,2330
BB	2,7959E6	1	2,7959E6	56,64	0,0000	6923,99	1	6923,99	7,22	0,0146
Bloques	32670	2	16335,1	0,33	0,7223	2538,37	2	1269,18	1,32	0,2897
Error total	937920	19	49364,2			18221,9	19	959,049		
Total (corr.)	4,728E6	26				31128,3	26			
R^2 = 80,1624 %						R^2 = 41,4618 %				

Según la tabla 15 del ANOVA de los tratamientos de ultrasonido, presenta un valor-P menor a 0,05, y esto se dio en los tiempos y la interacción de los tiempos de los tratamientos sometidos a ultrasonido, lo que indica que el tiempo aplicado en los tratamientos es significativo para en la capacidad antioxidante por el método ABTS y es diferente de cero con un 95% de confianza. El R^2 del modelo explica el 80,1624% de la capacidad antioxidante ABTS del néctar. en la misma tabla de los tratamientos de pasteurización presenta un valor-P menor a 0,05, y esto solo se dio en la interacción de los tiempos, lo que indica que el tiempo aplicado en los tratamientos es significativo para en la capacidad antioxidante por el método ABTS y es diferente de cero con un 95% de confianza. El R^2 del modelo explica el 41,4618% de la variabilidad en capacidad antioxidante por el método ABTS

Figura 12.

Gráfica de efectos principales de temperatura y tiempo de los tratamientos de ultrasonido y pasteurización para la capacidad antioxidante por el método ABTS



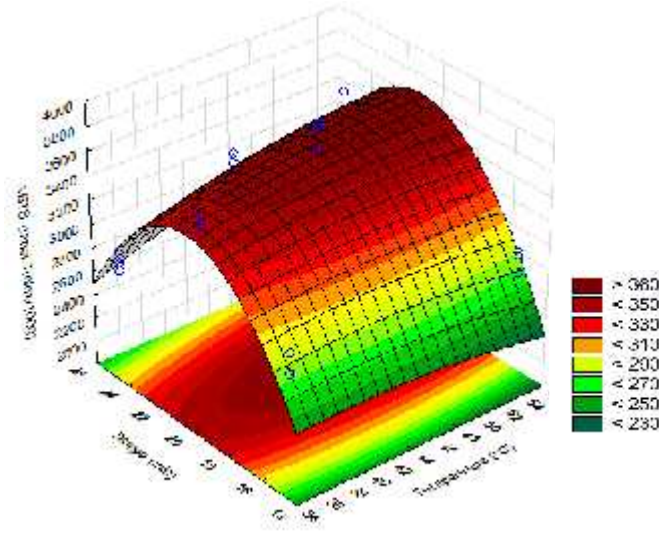
a. Tratamiento de ultrasonido *b. Tratamiento de pasteurización*

De la figura 12(a) de efectos principales para la capacidad antioxidante por el método de ABTS, sometidos a tratamiento de ultrasonido, indica que la capacidad antioxidante aumenta a medida que se aumenta la temperatura, maximizándose aproximadamente en 48 a 52°C, en cuanto al tiempo de maximización se sitúa aproximadamente en 20 a 21 min. luego empieza a descender conforme aumenta el tiempo y esto indica que cuanto más tiempo aplicado en el tratamiento disminuye la capacidad antioxidante.

De la figura 12(b) de efectos principales para la capacidad antioxidante por el método de ABTS, sometidos a tratamiento de pasteurización, indica que la capacidad antioxidante se maximiza a medida que se aumenta la temperatura, optimizándose entre 72 a 74°C; en cuanto al tiempo la optimización se sitúa aproximadamente en 15 a 17min, luego empieza a descender conforme aumenta el tiempo y temperatura de exposición y esto indica que cuanto más temperatura y tiempo aplicado en el tratamiento disminuye la capacidad antioxidante ABTS

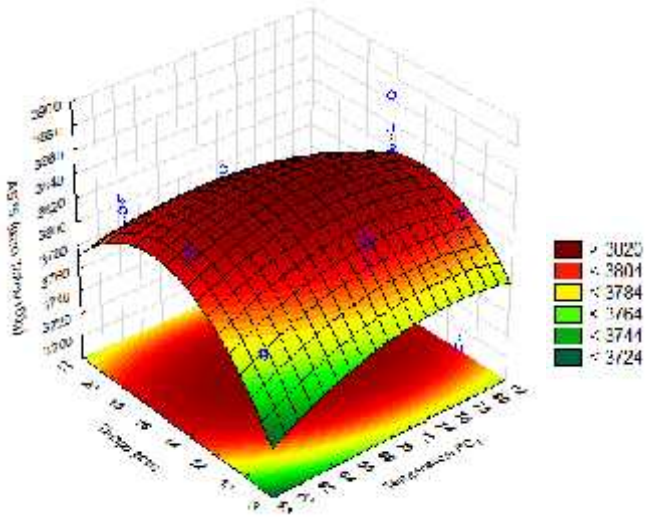
Figura 13.

Diagrama superficie-respuesta para los néctares sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonido por el método de ABTS



Nota. Ecuación de regresión z = -7346.14 + 12.35x - 0.63x^2 + 1011.44y - 27.30y^2 + 2.62xy.

a. *Tratamiento de ultrasonido*



Nota. Ecuación de regresión z = 2492.29 + 25.80x - 0.158x^2 + 57.03y - 1.36y^2 - 0.22xy.

b. *Tratamiento de pasteurización*

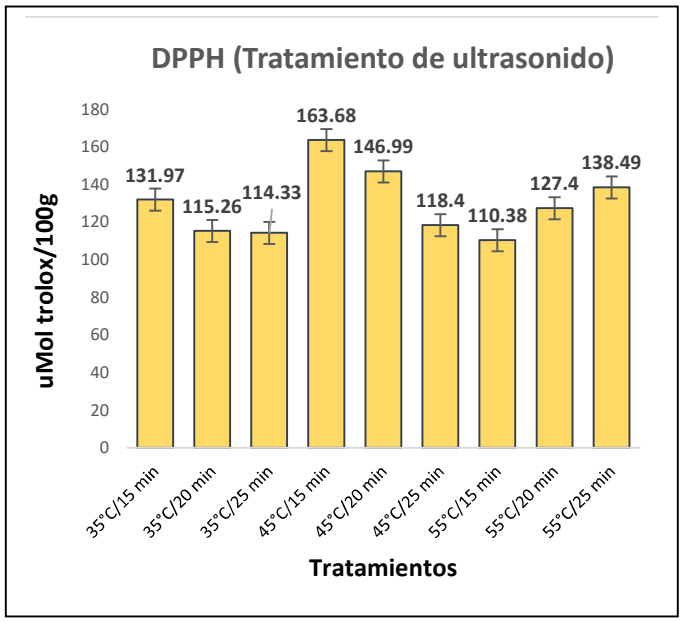
Del diagrama superficie-respuesta para capacidad antioxidante por el método de ABTS de los tratamientos de néctar sometidos a tratamientos de pasteurización, según tiempo y temperatura mostradas en la figura 13(a), muestra la máxima capacidad antioxidante del néctar a temperaturas 48 a 52°C y tiempo de 20 a 21 min, como también se puede observar en la figura 12(a) de gráfica de efectos principales del tratamiento por ultrasonido.

Del diagrama superficie-respuesta para capacidad antioxidante por el método de ABTS de los tratamientos de néctar sometidos a tratamientos de pasteurización, según tiempo y temperatura mostradas en la figura 13(b), muestra que la máxima capacidad antioxidante en temperaturas 72 a 74°C y tiempo de 15 a 17 minutos, como también se puede observar en la figura 12(b) de gráfica de efectos principales del tratamiento por pasteurización.

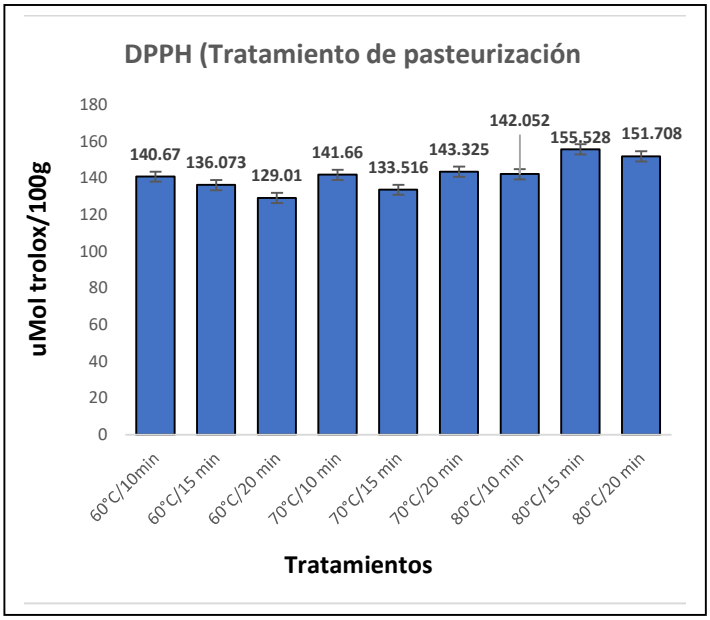
- **Capacidad antioxidante por el ensayo DPPH**

Figura 14

Capacidad antioxidante por el método de DPPH para los néctares que fueron sometidos a tratamiento de ultrasonido y pasteurización.



a. Tratamiento de ultrasonido



b. Tratamiento de pasteurización

Según la figura 14(a), de capacidad antioxidante por el método DPPH en el néctar de *Morinda citrifolia, Averrhoa carambola* y *Solanum betaceum*, sometidos a tratamiento de ultrasonido; el que presentó mayor capacidad antioxidante fue el tratamiento T4 (45°C/15min) que obtuvo 163,68 uMolTrolox/100g, seguido del tratamiento T5 (45°C/20min) del cual se obtuvo 146,99 uMol Trolox/100g. Según la figura 14(b), de capacidad antioxidante del néctar por el método DPPH sometidos a tratamiento de pasteurización; el que presentó mayor capacidad antioxidante fue el tratamiento T8 (80°C/15min) que obtuvo 155,528 uMol Trolox/100g, seguido del tratamiento T9 (80°C/20min) del cual se obtuvo 151,708 uMol Trolox/100g y el tratamiento que obtuvo menor capacidad antioxidante fue el T3(60°C/20 min) 129,010 uMol Trolox/100g. (Oladunjoye, 2025), en su investigación termosonicaron una bebida de tamarindo a 40°C/10 min, 50°C/20min y 60°C/30min, demostrando que las muestras sonicadas del tratamiento 50°C/20min

tuvo mayor extracción de la capacidad antioxidante por el método DPPH. (Rana et al., 2013) evaluaron el efecto de los tratamientos de ultrasonidos en el jugo de toronja, a una frecuencia de 28 kHz a 20°C; de los resultados mostraron una mejora significativa en la capacidad antioxidante DPPH en todas las muestras de jugo sonicadas durante 30, 60 y 90 min. (Seydi, et al., 2019) manifiestan que**,** mediante tratamiento de ultrasonido en jugo de membrillo el valor de optimización fue 38,7°C/5,6 minutos en capacidad antioxidante DPPH siendo 114,114 uMol Trolox/100g. (Pérez & Ramírez, 2018), reportaron que en el tratamiento de pasteurización a 85°C/15 segundos obtuvieron una capacidad antioxidante de 105,102 uM ETrolox/100g por el método DPPH; (Llantoy,2020), reporto que el néctar de arándano sometido a 60°C/5 minutos obtuvo 237,95 mM Trolox/100g por el método DPPH, concluyendo que el tiempo y la temperatura de los tratamientos de pasteurización aplicados tuvieron efectos significativos sobre la capacidad antioxidante. (Saikia et al., 2016) compararon el efecto de la pasteurización y ultrasonidos sobre las actividades fitoquímicas de jugos de carambola, ciruela negra, sandía, piña y lichi; en general se observó que la sonicación tuvo un efecto positivo en la actividad antioxidante DPPH. (Santhirasegaram, 2015), manifiestan que el jugo de mango pasteurizados a 90°C/30seg y 90°C/60seg, y sonicación 25°C/15 min, 25°C/30min y 25°C/60min, de tratamientos obtuvieron una mayor capacidad antioxidante DPPH en el jugo sonicado a 25°C/30min en comparación con el jugo pasteurizado.

De los resultados obtenidos de la investigacion realizada comparada con los resultados de los investigadores citados, se debe a las materias primas empleadas ya que en algunos frutos tienen elevados compuestos bioactivos y otros en menos cantidad, como es el caso del valor obtenido por Llantoy presenta mayor capacidad antioxidante y esto es debido a que el arándano empleado por su naturaleza presenta mayor compuestos bioactivos y el tiempo y temperatura aplicada en la investigación fue menor a la aplicada por el autor, también influyen parámetros de frecuencia ultrasónica como la potencia del equipo de ultrasonido que pueden maximizar o disminuir la capacidad antioxidante durante la sonicación, así como el porcentaje de pulpa de fruta que contienen los jugos de frutas.

Tabla 14.

Análisis de varianza para los néctares sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonido por el método DPPH

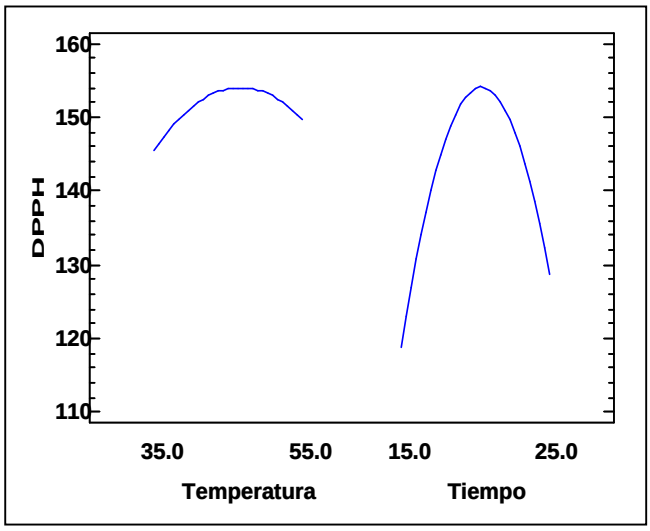
Fuente	Tratamiento de ultrasonido					Tratamiento de pasteurización				
	SC	G.L.	CM	Razón-F	Valor-P	SC	G.L.	CM	Razón-F	Valor-P
A: Temperatura	75,5221	1	75,5221	1,04	0,3213	76,9213	1	76,9213	2,73	0,1148
B: Tiempo	440,056	1	440,056	6,04	0,0237	83,7218	1	83,7218	2,97	0,1009
AA	233,834	1	233,834	3,21	0,0891	187,75	1	187,75	6,67	0,0183
AB	157,615	1	157,615	2,16	0,1576	82,5301	1	82,5301	2,93	0,1032
BB	5435,26	1	5435,26	74,63	0,0000	891,414	1	891,414	31,66	0,0000
Bloques	9,19734	2	4,59867	0,06	0,9390	24,058	2	12,029	0,43	0,6585
Error total	1383,69	19	72,8258			535,038	19	28,1599		
Total (corr.)	7735,17	26				1881,43	26			
R^2 = 82,1117 %						R^2 = 71,5622 %				

En la tabla 16 se muestran el ANOVA de los tratamientos de ultrasonido y pasteurización; del tratamiento de ultrasonidos presenta un valor-P menor a 0,05, y esto se dio en los tiempos e interacción de los tiempos de los tratamientos, lo que indica que el tiempo aplicado en los tratamientos de ultrasonido es significativo para en la capacidad antioxidante por el método DPPH y es diferente de cero con un 95% de confianza. El R^2 del modelo explica el 82,1117% de la variabilidad en capacidad antioxidante por el método DPPH.

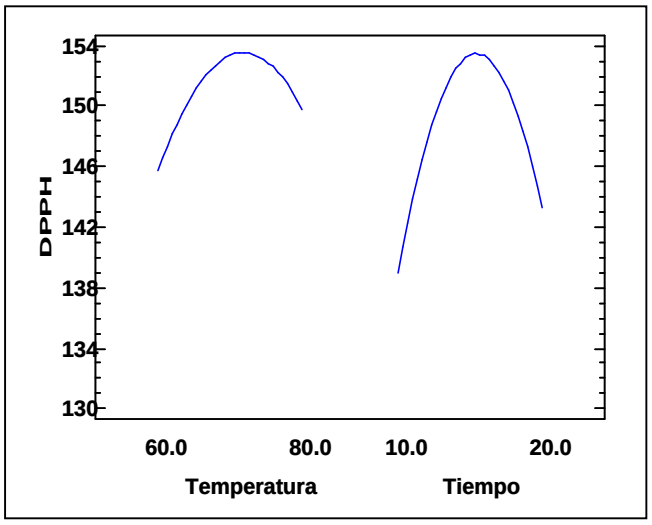
En la misma tabla se observa sobre los tratamientos de pasteurización que presenta un valor-P menor a 0,05, y esto se dio en la interacción de las temperaturas y los tiempos de los tratamientos, lo que indica que la interacción de los tiempos y la interacción de las temperaturas en los tratamientos es significativa para en la capacidad antioxidante por el método DPPH y es diferente de cero con un 95% de confianza. El R^2 del modelo explica el 71,5622 % de la variabilidad en capacidad antioxidante por el método DPPH del néctar.

Figura 15.

Gráfica de efectos principales de temperatura y tiempo de los tratamientos de ultrasonido y pasteurización para la capacidad antioxidante por el método DPPH



a. Tratamiento de ultrasonido

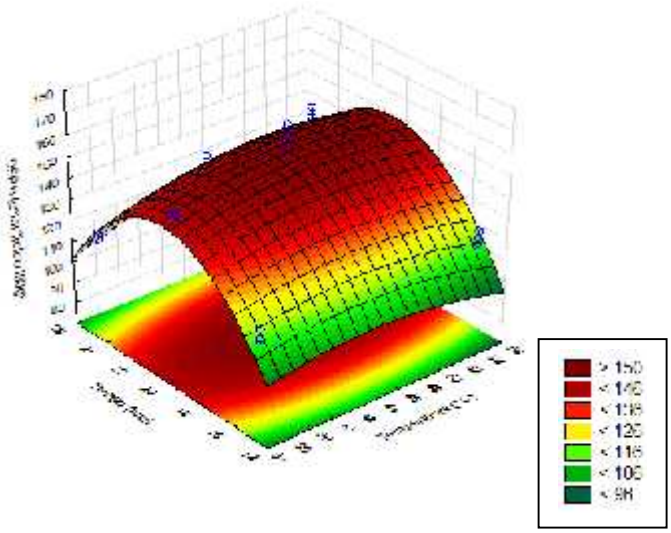


b. Tratamiento de pasteurización

De la figura 15(a) de la gráfica de efectos principales para la capacidad antioxidante por el método de DPPH, sometidos a tratamiento de ultrasonido, indica que la capacidad antioxidante se maximiza a medida que se aumenta la temperatura, ubicándose en 44 a 48°C; en cuanto al tiempo de maximización se sitúa aproximadamente en 20 a 21 min. En la figura 15(b) sobre efectos principales para la capacidad antioxidante por el método de DPPH, sometidos a tratamiento de pasteurización, indica que la capacidad antioxidante se maximiza a medida que se aumenta la temperatura, optimizándose entre 70 a 72°C; en cuanto al tiempo la optimización se sitúa aproximadamente en 15 a 16 min.

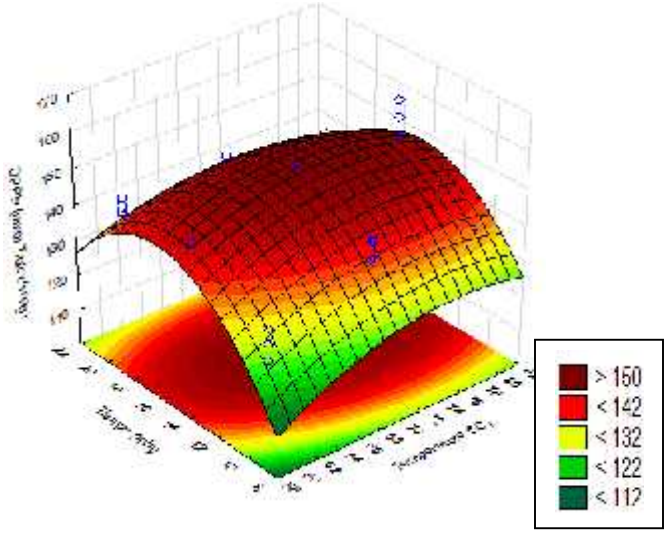
Figura 16.

Diagrama superficie-respuesta para los néctares sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonido por el método de DPPH



Nota. Ecuación de regresión $z = -417.86 + 4.37x - 0.06x^2 + 45.88y - 1.20y^2 + 0.072xy$.

a. Tratamiento de ultrasonido



Nota. Ecuación de regresión $z = -306.45 + 8.82x - 0.056x^2 + 18.73y - 0.49y^2 - 0.052xy$

b. Tratamiento de pasteurización

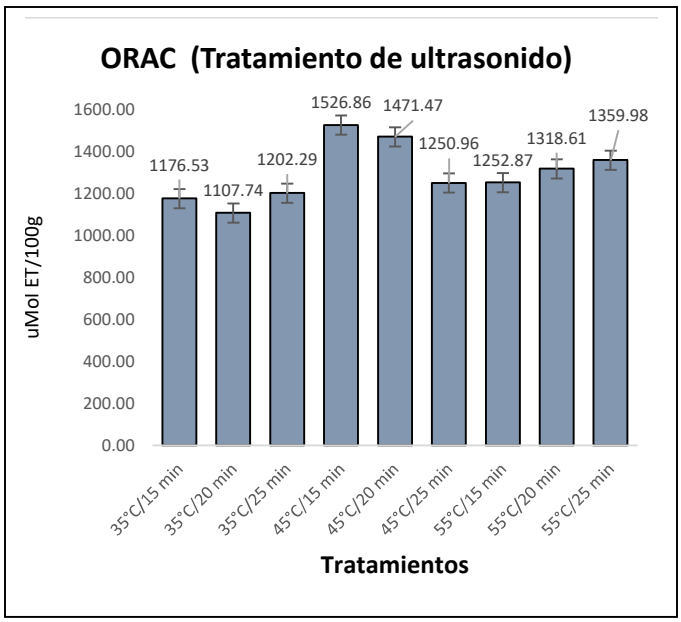
Del diagrama superficie-respuesta para capacidad antioxidante por el método de DPPH de los tratamientos de néctar sometidos a tratamientos de pasteurización, según tiempo y temperatura mostradas en la figura 16(a), muestra que la máxima capacidad antioxidante en temperaturas 45 a 48°C y tiempo de 18 a 20 min.

Del diagrama superficie-respuesta para capacidad antioxidante por el método de DPPH de los tratamientos de néctar sometidos a tratamientos de pasteurización, según tiempo y temperatura mostradas en la figura 16(b), muestra que la máxima capacidad antioxidante en temperaturas 70 a 72°C y tiempo de 15 min.

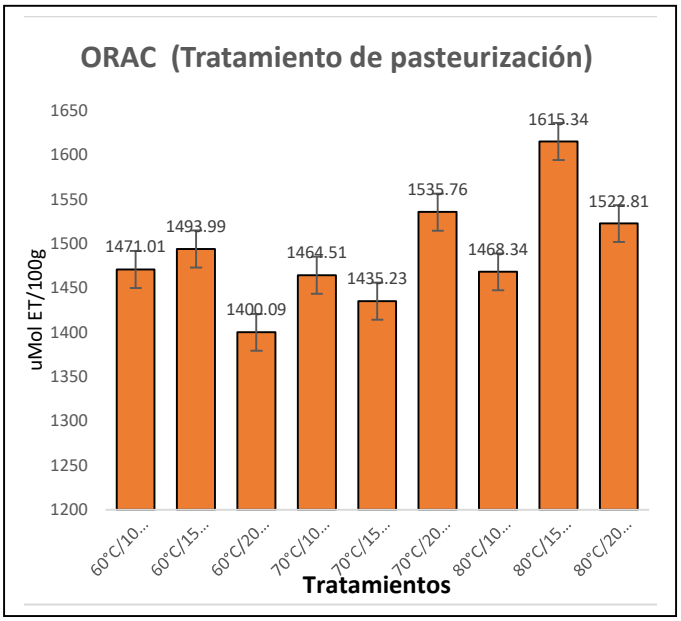
- **Capacidad antioxidante por el ensayo ORAC**

Figura 17.

Capacidad antioxidante por el método ORAC para los néctares que fueron sometidos a tratamiento de ultrasonido y pasteurización



a. Tratamiento de ultrasonido



b. Tratamiento de pasteurización

Según la figura 17(a), de capacidad antioxidante por el método ORAC en el néctar sometidos a tratamiento de ultrasonido; el que presentó mayor capacidad antioxidante fue el T4 (45°C/15min) que obtuvo 1526,86 uMolTrolox/100g, seguido del T5 (45°C/20min) 1471,47 uMolTrolox/100g y el que obtuvo menor capacidad antioxidante fue el T2 (35°C/20 min) 1107,74 uMolTrolox/100g. Así mismo, la figura 17(b), muestra el reporte de la capacidad antioxidante por el método ORAC en el néctar sometidos a tratamiento de pasteurización; el que presentó mayor capacidad antioxidante fue el T8 (80°C/15min) que obtuvo 1615,34 uMol Trolox/100g, seguido del T6 (70°C/20min) 1535,76 uMol Trolox/100g y el que obtuvo menor capacidad antioxidante fue el T3 (60°C/20 min) 1400,09 uMol Trolox/100g.

Ramos (2011), en su trabajo de investigación empleó los métodos ABTS, DPPH y ORAC para determinar la capacidad antioxidante de los productos tradicionales de la región Junín, donde los

resultados obtenidos por el método ORAC fue superior a los resultados por el método ABTS y el que reporto en menor cantidad de capacidad antioxidante fue por el método DPPH. (Paramjeet & Parag, 2015) realizaron una comparación de los tratamientos de pasteurización a 80°C/10min y de ultrasonidos de 20 kHz/15min., en jugos de frutas y vegetales (jugos de naranja, lima dulce, zanahoria y espinaca) establecieron que los jugos procesados por ultrasonidos obtuvieron mayor capacidad de antioxidantes por el ensayo ORAC. (Alam et al., 2023), evaluaron en jugo de piña los efectos del tratamiento con ultrasonido (37°C/5min) y pasteurización (90°C/5min), demostrando que con el tratamiento con ultrasonido se obtuvo mayor capacidad antioxidante (ORAC) y con el tratamiento de pasteurización se redujo significativamente la capacidad antioxidante (ORAC).

De los resultados obtenidos de la investigacion realizada comparada con los resultados de los investigadores citados, se debe a las materias primas empleadas ya que en algunos frutos tienen elevados compuestos bioactivos y otros en menos cantidad, también influyen parámetros de frecuencia ultrasónica como la potencia del equipo de ultrasonido que pueden maximizar o disminuir la capacidad antioxidante durante la sonicación, así como el porcentaje de pulpa de fruta que contienen los nectares.

Tabla 15.

Análisis de varianza para los néctares sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonido por el método ORAC

Fuente	Tratamiento de ultrasonido					Tratamiento de pasteurización				
	SC	G.L	CM	Razón-F	Valor-P	SC	G.L	CM	Razón-F	Valor-P
A: Temperatura	17,7409	1	17,7409	0,01	0,9429	22392,9	1	22392,9	8,45	0,0090
B: Tiempo	3685,4	1	3685,4	1,09	0,3087	1938,15	1	1938,15	0,73	0,4032
AA	65671,4	1	65671,4	19,50	0,0003	5500,87	1	5500,87	2,08	0,1660
AB	21415,7	1	21415,7	6,36	0,0208	67,4502	1	67,4502	0,03	0,8749
BB	330226	1	330226	98,05	0,0000	26785,9	1	26785,9	10,11	0,0049
Bloques	767,006	2	383,503	0,11	0,8930	6706,22	2	3353,11	1,26	0,3050
Error total	63993,4	19	3368,07			50363,9	19	2650,73		
Total (corr.)	485777	26				113755	26			

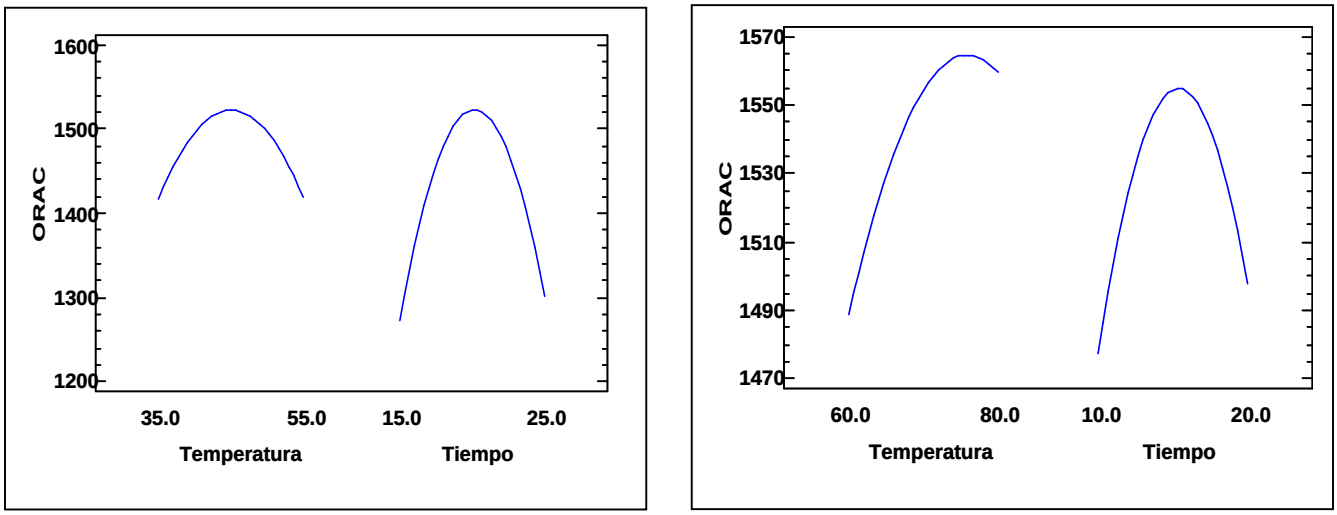
R^2 = 86,8266 % R^2 = 55,7262 %

Según la tabla 17 del ANOVA de los tratamientos de ultrasonido presenta un valor-P menor a 0,05, y esto se dio en la interacción de los tiempos, la interacción de temperaturas y la interacción de

tiempo-temperatura de los tratamientos sometidos a ultrasonido, lo que indica que son significativos para en la capacidad antioxidante por el método ORAC y es diferente de cero con un 95% de confianza. El R^2 del modelo explica el 86,826% % de la variabilidad en capacidad antioxidante por el método ORAC del néctar. En la misma tabla del ANOVA de los tratamientos de pasteurización presenta un valor-P menor a 0,05, y esto se dio en las temperaturas y la interacción de los tiempos de los tratamientos sometidos a pasteurización, lo que indica que son significativos para en la capacidad antioxidante por el método ORAC y es diferente de cero con un 95% de confianza. El R^2 del modelo explica el 55,7262% de la variabilidad en capacidad antioxidante por el método ORAC del néctar.

Figura 18.

Gráfica de efectos principales de temperatura y tiempo de los tratamientos de ultrasonido y pasteurización para la capacidad antioxidante por el método ORAC



a. Tratamiento de ultrasonido *b. Tratamiento de pasteurización*

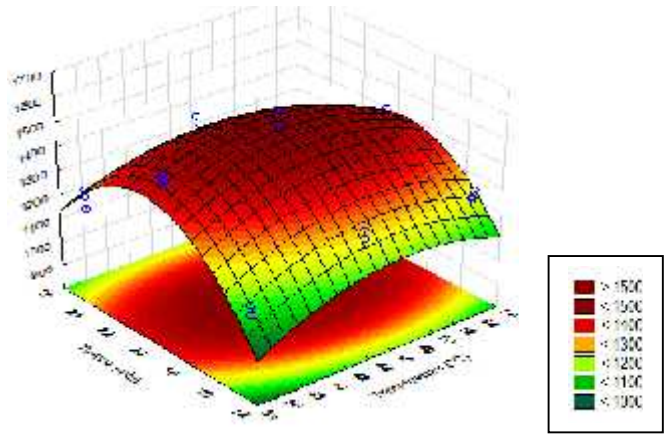
De la figura 18(a) de la gráfica de efectos principales de la capacidad antioxidante por el método de ORAC, sometidos a tratamiento de ultrasonido, indica que la capacidad antioxidante se maximiza a medida que se aumenta la temperatura, maximizándose en 44 a 45°C; en cuanto al tiempo de maximización se sitúa en 20 a 22 min.

De la figura 18(b) de la gráfica de efectos principales para la capacidad antioxidante por el método de ORAC, sometidos a tratamiento de pasteurización, indica que la capacidad antioxidante se

maximiza a medida que se aumenta la temperatura, optimizándose entre 74 a 76°C; en cuanto al tiempo la optimización se sitúa aproximadamente en 15 a 16 min.

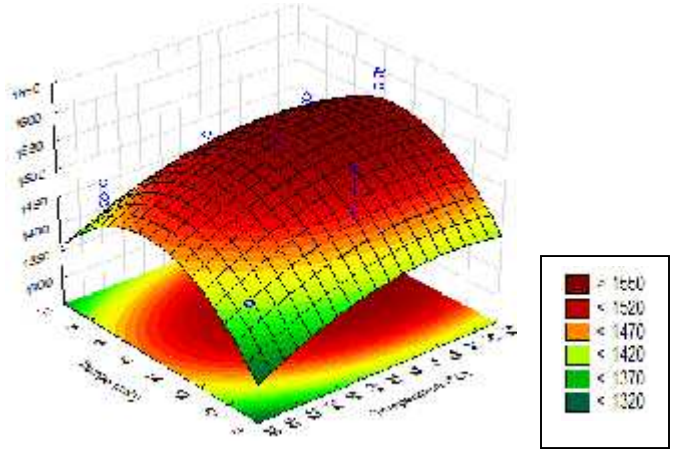
Figura 19.

Diagrama superficie-respuesta para los néctares sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonido por el método ORAC.



Nota. Ecuación de regresión $z = -5171.76 + 111.15x - 1.046x^2 + 416.24y - 9.38y^2 - 0.84xy$.

a. Tratamientos de ultrasonido



Nota. Ecuación de regresión $z = -858.41 + 46.63x - 0.30x^2 + 85.57y - 2.67y^2 - 0.047xy$.

b. Tratamientos de pasteurización

Del diagrama superficie-respuesta para capacidad antioxidante por el método de DPPH de los tratamientos de néctar sometidos a tratamientos de pasteurización, según tiempo y temperatura mostradas en la figura 19(a), muestra que la máxima capacidad antioxidante se da a temperaturas 44 a 45°C y tiempo de 20 a 22 min.

En la figura 19(b) del diagrama superficie-respuesta para capacidad antioxidante por el método de ORAC de los tratamientos de néctar sometidos a tratamientos de pasteurización, según tiempo y temperatura mostradas en la figura, muestra que la máxima capacidad antioxidante se da a temperaturas 73 a 74°C y tiempo de 15 a 16 min.

Figura 20.

Perfiles de valores previstos y deseabilidad de los polifenoles, vitamina C y capacidad antioxidante para tratamientos de ultrasonido

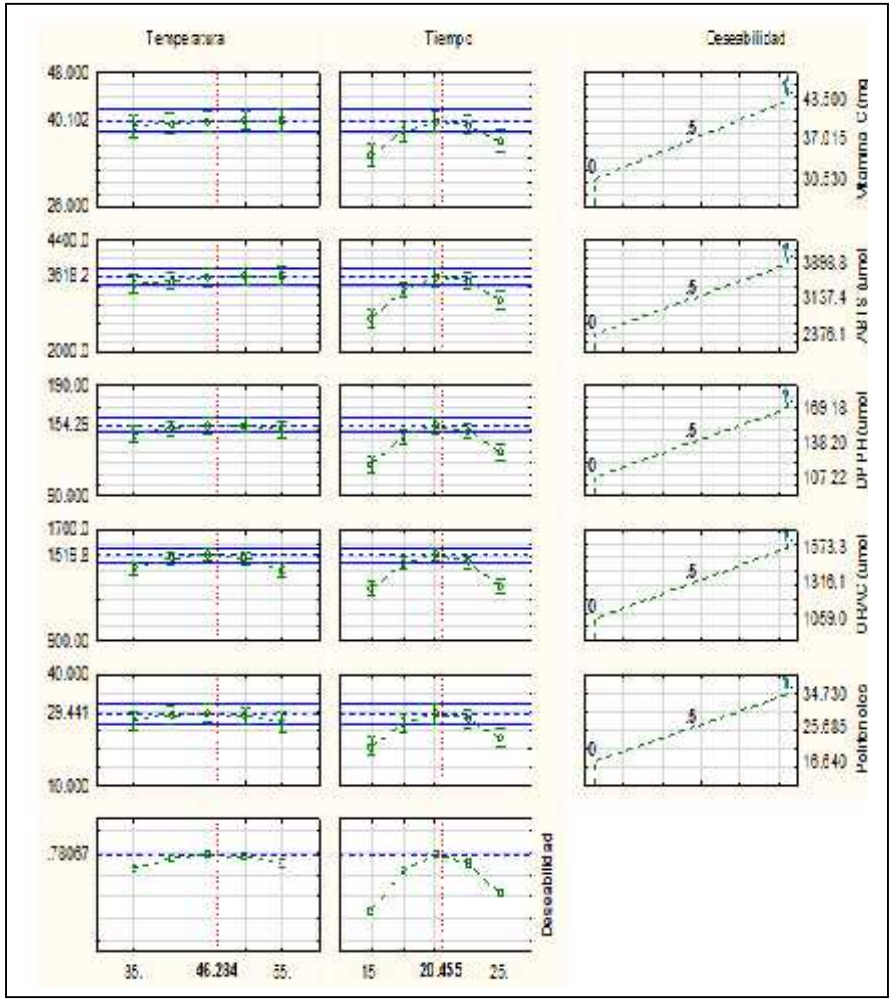
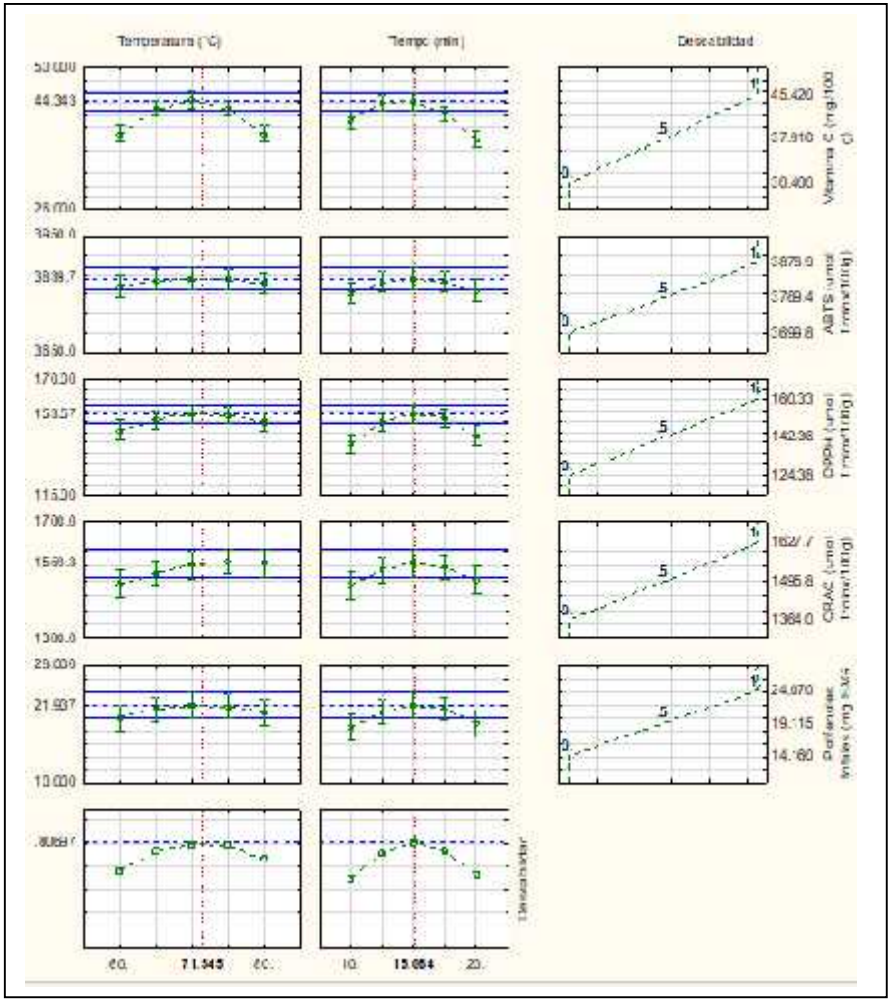


Figura 21.

Perfiles de valores previstos y deseabilidad de los polifenoles, vitamina C y capacidad antioxidante para tratamientos de pasteurización



En la figura 20 se muestra los perfiles de valores previstos y deseabilidad para el tratamiento de ultrasonido en el cual, se observa que tuvieron un buen efecto óptimo para los polifenoles totales, vitamina C y capacidad antioxidante a una temperatura de 46 °C y a un tiempo de 20 min; así mismo, los perfiles de valores previstos y deseabilidad para el tratamiento de pasteurización que se muestra en la figura 21, se observa que tuvieron un buen efecto óptimo para los polifenoles totales, vitamina C y capacidad antioxidante a una temperatura de 71,5 °C y a un tiempo de 15 min.

(Nakai et al., 2006), correlaciono la deseabilidad de la capacidad antioxidante y el contenido de fenoles totales, en donde los productos con alto contenido de polifenoles también poseen una alta capacidad antioxidante. Teófilo et al. (2014) en su investigación de tratamiento de pasteurización determinaron que la mejor deseabilidad del tratamiento térmico de pasteurización del jugo de carambola fue 60 °C/10 min. (Nakai et al., 2006), correlaciono la deseabilidad del tratamiento de ultrasonido de nectares, donde los productos con alto contenido de polifenoles también tuvieron una alta capacidad antioxidante. (Paria & Terrones, 2021), en su investigación sobre una bebida pasteurizada a base de sanky y arándano demostraron que, a una temperatura de 85°C, mayor eran los valores de actividad antioxidante y contenido de polifenoles. (Llantoy, 2020), en su investigación de modelo de optimización del método de superficie de respuesta sobre néctar de arándano evaluó tres temperaturas de pasteurización y tres tiempos, determinó que la temperatura de pasteurización optima fue de 40°C/7,5 min. (Puma, 2023), evaluó el efecto del tratamiento térmico sobre el contenido de compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y perfil de polifenoles específicos del zumo de tuna, del cual se sometieron a tratamientos de 65°C/10 min, 75°C/20 min y 85°C/30 min; el que mostró una mayor estabilidad de compuestos fenólicos fue del tratamiento de 65°C/10 min, con 0.925 mg EAG/gbs en tuna morada y 0.897 mg EAG/gbs en tuna blanca; así mismo en este mismo tratamiento se obtuvo el mayor contenido de capacidad antioxidante definida por el valor IC50 fue de 2.109 mg/ml para la tuna morada y 2.957 mg/ml para la tuna blanca. (Bhat et al., 2011), manifiestan que la sonicación de jugo de lima a 28°C/60min y con frecuencia de 25 kHz, obtuvo mayor deseabilidad de polifenoles, vitamina C y capacidad antioxidante.(Alves et al., 2020), compararon el efecto del ultrasonido en tratamientos de 50 °C/5min, 50°C/10 min, 60°C/5 min y 60°C/10 min, con un tratamiento de pasteurización a 85 °C/5 min, donde obtuvieron la deseabilidad más alta de polifenoles y el ácido ascórbico de

ultrasonido en comparación con el tratamiento de pasteurización, dentro de los tratamientos de ultrasonido el que tuvo mayor concentración fue a 60 °C/5 min**.**

De los resultados de perfiles de valores previstos y deseabilidad de los polifenoles, vitamina C y capacidad antioxidante para tratamientos *de los nectares sometidos a ultrasonido* **y** pasteurización, se debe a que este tipo de tendencia de la optimización se ve referenciada en investigaciones citadas, donde el tiempo y la temperatura es una variable de importancia en la determinación de compuestos bioactivos, se comprobó que cuanto mayor es la temperatura y tiempo de pasteurización y ultrasonido mayor es la degradación de la vitamina C, polifenoles y capacidad antioxidante, ya que en condiciones severas de tratamientos, puede provocar reducción en el contenido de compuestos bioactivos.

4.4. Análisis estadístico de la evaluación fisicoquímica

Los néctares sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonido fueron analizados fisicoquímicamente cuyos resultados se procesaron estadísticamente y se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 16.

Estadísticos de los valores de pH, °Brix, acidez y viscosidad de los néctares sometidos tratamientos de pasteurización y ultrasonido

Estadísticos de pH de los néctares sometidos tratamientos de pasteurización y ultrasonido

Muestra	Recuent	Prom	D.E	C.V	Mín	Máx	Rang
pH Ultrasonido T(35°C/25min)	3	3,883	0,0306	0,7867%	3,85	3,91	0,06
pH Ultrasonido T(45°C/20min)	3	3,907	0,0208	0,5329%	3,89	3,93	0,04
pH Ultrasonido T(55°C/15min)	3	3,867	0,0252	0,65095%	3,84	3,89	0,05
pH Pasteurización T(80°C/10min)	3	3,923	0,0153	0,3893%	3,91	3,94	0,03
pH Pasteurización T(60°C/20min)	3	3,883	0,0306	0,7867%	3,85	3,91	0,06
pH Pasteurización T(70°C/15min)	3	3,893	0,0306	0,7849%	3,86	3,92	0,06
Total	18	3,893	0,0289	0,7414%	3,84	3,94	0,10

Estadísticos de °Brix de los néctares sometidos tratamientos de pasteurización y ultrasonido

Muestra	Recuento	Prom	DE	CV	Mín.	Máx.	Rang
°Brix Ultrasonido T(35°C/25min)	3	13,813	0,032	0,2327%	13,79	13,85	0,06
°Brix Ultrasonido T(45°C/20min)	3	13,743	0,012	0,0840%	13,73	13,75	0,02
°Brix Ultrasonido T(55°C/15min)	3	13,74	0,01	0,0728%	13,73	13,75	0,02
°Brix Pasteurización T(80°C/10min)	3	13,713	0,006	0,0421%	13,71	13,72	0,01
°Brix Pasteurización T(60°C/20min)	3	13,813	0,032	0,23270%	13,79	13,85	0,06
°Brix Pasteurización T(70°C/15min)	3	13,900	0,01	0,0719%	13,89	13,91	0,02
Total	18	13,787	0,067	0,4848%	13,71	13,91	0,20

Estadísticos de la acidez de los néctares sometidos tratamientos de pasteurización y ultrasonido

Muestra	Recuento	Promed	DE	CV	Mín.	Máx.	Rang
Acidez Ultrasonido T(35°C/25min)	3	0,4300	0,0100	2,326%	0,42	0,44	0,02
Acidez Ultrasonido T(45°C/20min)	3	0,4267	0.0153	3.580,	0,41	0,44	0,03
Acidez Ultrasonido T(55°C/15min)	3	0,4267	0.0153	3,580%	0,41	0,44	0,03
Acidez Pasteurización T(80°C/10min)	3	0,4233	0.0058	1,364%	0,42	0,43	0,01
Acidez Pasteurización T(60°C/20min)	3	0,4300	0.0100	2,326%	0,42	0,44	0,02
Acidez Pasteurización T(70°C/15min)	3	0,4133	0.0115	2,794%	0,40	0,42	0,02
Total	18	0,4250	0.0115	2,7074%	0,40	0,44	0,04

Estadísticos de la viscosidad de los néctares sometidos tratamientos de pasteurización y ultrasonido

Muestra	Recu	Prom	DE	CV	Mín.	Máx.	Rang
Viscosidad Ultrasonido T(35°C/25min)	3	19,257	0,0153	0,0793%	19,24	19,27	0,03
Viscosidad Ultrasonido T(45°C/20min)	3	19,233	0,015	0,0794%	19,22	19,25	0,03
Viscosidad Ultrasonido T(55°C/15min)	3	19,150	0,017	0,0904%	19,14	19,17	0,03
Viscosidad Pasteurización T(80°C/10min)	3	19,180	0,010	0,0521%	19,17	19,19	0,02
Viscosidad Pasteurización T(60°C/20min)	3	19,257	0,015	0,0793%	19,24	19,27	0,03
Viscosidad Pasteurización T(70°C/15min)	3	19,147	0,035	0,1834%	19,11	19,18	0,07
Total	18	19,204	0,051	0,2656%	19,11	19,27	0,16

En la tabla 18 se muestra los estadísticos de los valores de pH, °Brix, acidez y viscosidad de los néctares sometidos tratamientos de pasteurización y ultrasonido. De los resultados del pH de las muestras de los tratamientos de pasteurización y ultrasonido; según la verificación estadística de la varianza por la prueba de Levene´s del pH, fue 0,181132 con un valor-P de 0,96441, lo que indica que corresponde a una hipótesis nula porque las desviaciones estándar son iguales en las 6 muestras, dado que el valor-P es mayor o igual a 0,05, no hay una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar con un 95% de confianza.

De los resultados de los °Brix procesados estadísticamente, que se observa de las muestras de los tratamientos de pasteurización y ultrasonido; los estadísticos de la verificación de la varianza por la prueba de Levene´s (0,608163) de los °Brix, evaluó la hipótesis nula de que las desviaciones estándar son iguales en las 6 muestras de los tratamientos. Dado que el valor-P es 0,695655 y es mayor o igual a 0,05, no se observa una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar con un 95% de confianza. El valor mínimo fue 13,71°B se dio en el tratamiento T(80°C/10min) y el valor máximo (13,91) se dio en el tratamiento de pasteurización T(70°C/15min), esto se debe a los tiempos del tratamiento en el nectar.

De los resultados de la acidez, procesada estadísticamente, que se observa de las muestras de los tratamientos de pasteurización y ultrasonido; la verificación de varianza por la prueba de Levene´s de la acidez es 0,261538 y evalúa la hipótesis nula de que las desviaciones estándar son iguales en las 6 muestras de los tratamientos de pasteurización y ultrasonido. Como el valor-P es 0,925586 y es mayor o igual a 0,05, no se observa una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar con un 95% de confianza, lo que indica que no hubo los tratamientos a los que fueron sometidos los néctares no ha influido en la acidez del néctar.

De los resultados de la viscosidad de las muestras de los tratamientos de pasteurización y ultrasonido; la verificación de varianza por la prueba de Levene´s de la viscosidad es 0,58125, y evalúa la hipótesis nula de que las desviaciones estándar son iguales en las 6 muestras de los tratamientos de pasteurización y ultrasonido. Como el valor-P es 0,714191 y es mayor o igual a 0,05, no se observa una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar con un 95% de confianza.

Tabla 17.

Análisis de varianza de los resultados fisicoquímicos de los néctares sometidos a tratamientos de ultrasonido y pasteurización

ANOVA del pH de los tratamientos de ultrasonido y pasteurización					
Fuente	SC	G.L	CM	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,00596111	5	0,00119222	1,74	0,1990
Intra grupos	0,0082	12	0,000683333		
Total (Corr.)	0,0141611	17			
ANOVA de los °Brix de los tratamientos de ultrasonido y pasteurización					
Fuente	SC	G.L	CM	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.0710944	5	0,0142189	35,06	0,0000
Intra grupos	0.00486667	12	0,000405556		
Total (Corr.)	0.0759611	17			
ANOVA para de la acidez de los tratamientos de ultrasonido y pasteurización					
Fuente	SC	G.L	CM	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,000583333	5	0,000116667	0,84	0,5464
Intra grupos	0,00166667	12	0,000138889		
Total (Corr.)	0,00225	17			
ANOVA para de la viscosidad de los tratamientos de ultrasonido y pasteurización					
Fuente	SC	G.L	CM	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,0395611	5	0,00791222	20,35	0,0000
Intra grupos	0,00466667	12	0,000388889		
Total (Corr.)	0,0442278	17			

La tabla 19 se observa el análisis de varianza para los resultados de las características fisicoquímicas *de los nectares sometidos a tratamientos de ultrasonido y pasteurización*.

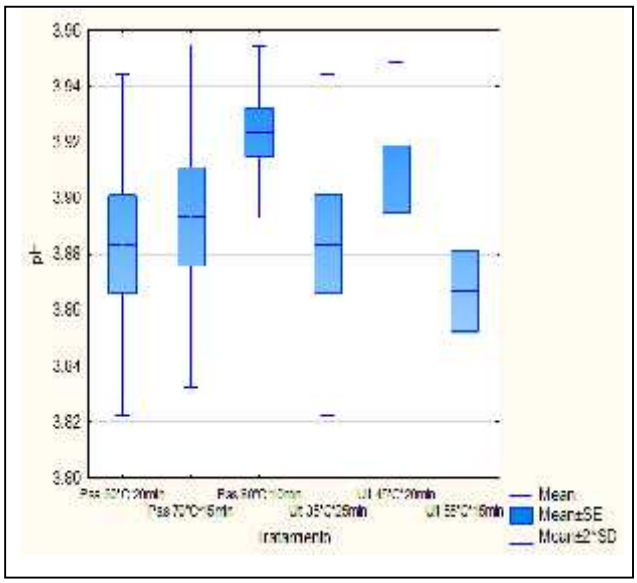
El ANOVA *del pH*, descompone la varianza de los datos en dos componentes: entre-grupos y dentro-de-grupos. Como el valor-P de la razón-F es mayor o igual a 0,05, no se detecta una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 6 muestras con un 95% de confianza, como también se indica en la tabla.

El ANOVA *de los °Brix*, descompone la varianza de los datos en dos componentes: entre-grupos y dentro-de-grupos. Como el valor-P de la prueba-F es menor a 0,05, hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 6 muestras con un 95% de confianza de los °Brix de los néctares de los tratamientos de ultrasonido y pasteurización.

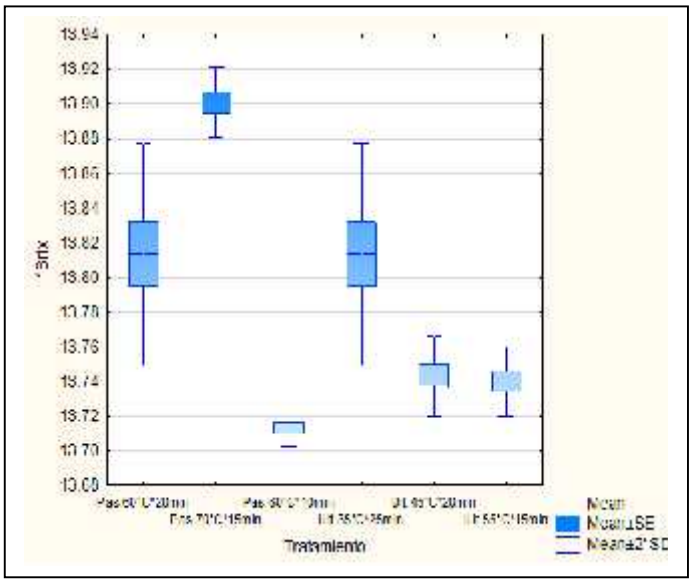
El ANOVA *de la acidez*, descompone la varianza de los datos en dos componentes: entre-grupos y dentro-de-grupos. Dado que el valor-P de la razón-F es mayor o igual a 0,05, no se detecta una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 6 muestras con un 95% de confianza de la acidez de los néctares de los tratamientos de ultrasonido y pasteurización.

El ANOVA *de la viscosidad*, descompone la varianza de los datos en dos componentes: entre-grupos y dentro-de-grupos. Como el valor-P de la prueba-F es menor a 0,05, hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 6 muestras con un 95% de confianza de la viscosidad de los néctares de los tratamientos de ultrasonido y pasteurización.

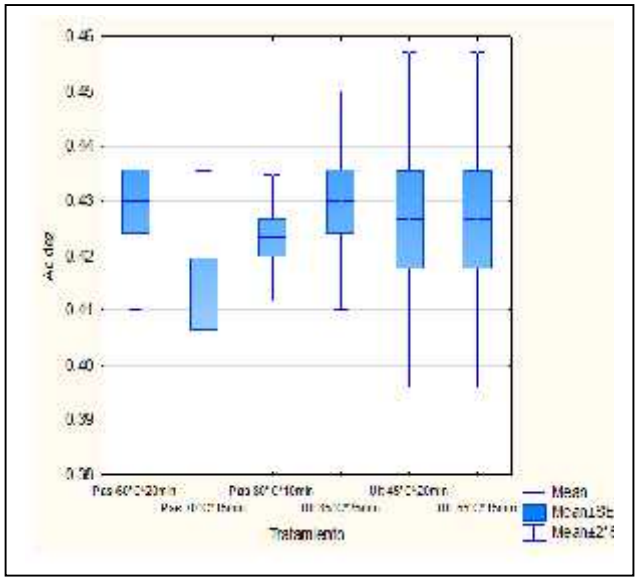
Figura 22.
Gráfico de cajas y bigotes de la evaluación fisicoquímica, según tratamiento de ultrasonido y pasteurización



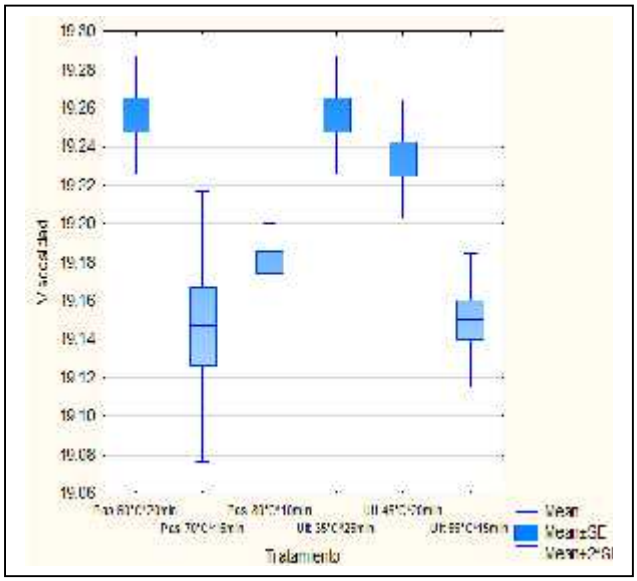
a. Gráfica de cajas y bigotes del análisis de pH



b. Gráfica de cajas y bigotes del análisis de °Brix



c. Gráfica de cajas y bigotes del análisis de acidez



d. Gráfica de cajas y bigotes del análisis de viscosidad

En la figura 22(a) de gráfica de cajas y bigotes del análisis de pH, se puede apreciar que el

tratamiento de pasteurización sometido a 80°C/10 min., es el que tuvo el pH más elevado; ya que en este tratamiento la temperatura fue la más alta y el tiempo más corto de los tres tratamientos; por otro lado, el que tuvo el pH más elevado en el tratamiento de ultrasonido, fue el néctar que se sometió a 45°C/20min, que fue la temperatura y tiempo intermedio de los tres tratamientos. Todos los tratamientos tanto de ultrasonido y pasteurización están dentro del rango de la Norma Técnica NTP 203.110 (2009).

En la figura 22(b) de gráfica de cajas y bigotes del análisis de °Brix, se puede apreciar que el néctar del tratamiento de pasteurización 70°C/15min. es el que tuvo los °Brix más elevado; debido a que, en este tratamiento, la temperatura y el tiempo fue la intermedia; por otro lado, el néctar que tuvo los °Brix más elevado en el tratamiento de ultrasonido fue el que se sometió a 35°C/25min que tuvo la temperatura más baja y tiempo más prolongado. Todos los tratamientos tanto de ultrasonido y pasteurización están dentro del rango de la Norma Técnica NTP 203.110 (2009).

En la figura 22(c) de gráfica de cajas y bigotes del análisis de acidez, se puede apreciar que el néctar del tratamiento de pasteurización 60°C/20min es el que tuvo la acidez más elevada; esto se debe a que en este tratamiento la temperatura fue la más baja y el tiempo fue el más prolongado; por otro lado, en los néctares que se sometieron a tratamiento de ultrasonido casi no hay diferencia significativa. Todos los tratamientos tanto de ultrasonido y pasteurización están dentro del rango de la Norma Técnica NTP 203.110 (2009).

En la figura 22(d) de gráfica de cajas y bigotes del análisis de la viscosidad, se puede apreciar que el néctar del tratamiento de pasteurización 60°C/20min. es el que tuvo viscosidad más elevada; debido a que, la temperatura fue la más baja y el tiempo fue el más prolongado del tratamiento, por otro lado, el néctar que tuvo viscosidad más elevado en el tratamiento de ultrasonido fue el que se sometió a 35°C/25min que tuvo la temperatura más baja y tiempo más prolongado, esto se debe a que cuando los néctares expuestos a tiempos más prolongados aumentan su viscosidad. Todos los tratamientos tanto de ultrasonido y pasteurización están dentro del rango de la Norma Técnica NTP 203.110 (2009).

Pruebas de comparaciones múltiples de las características fisicoquímicas del néctar, según tratamientos de ultrasonido y pasteurización

Tabla 18.

Prueba de comparaciones múltiples para las características fisicoquímicas del néctar

Prueba de comparaciones múltiples para el pH del néctar			
Muestras	Casos	Media	Grupos Homogéneos
pH Ultrasonido T(55°C/15min)	3	3,86667	X
pH Pasteurización T(60°C/20min)	3	3,88333	XX
pH Ultrasonido T(35°C/25min)	3	3,88333	XX
pH Pasteurización T(70°C/15min)	3	3,89333	XX
pH Ultrasonido T(45°C/20min)	3	3,90667	XX
pH Pasteurización T(80°C/10min)	3	3,92333	X
Prueba de comparaciones múltiples para los °Brix del néctar			
Muestras	Casos	Media	Grupos Homogéneos
°Brix Pasteurización T(80°C/10min)	3	13,713	X
°Brix Ultrasonido T(55°C/15min)	3	13,740	X
°Brix Ultrasonido T(45°C/20min)	3	13,743	X
°Brix Ultrasonido T(35°C/25min)	3	13,813	X
°Brix Pasteurización T(60°C/20min)	3	13,813	X
Prueba de comparaciones múltiples para la acidez del néctar			
Muestra	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Acidez Pasteurización T(70°C/15min)	3	0,413333	X
Acidez Pasteurización T(80°C/10min)	3	0,423333	X
Acidez Ultrasonido T(55°C/15min)	3	0,426667	X
Acidez Ultrasonido T(45°C/20min)	3	0,426667	X
Acidez pasteurización T(60°C/20min)	3	0,43	X
Acidez Ultrasonido T(35°C/25min)	3	0,43	X
Prueba de comparaciones múltiples para la viscosidad del néctar			
Muestra	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Viscosidad pasteurización T(70°C/15min)	3	19,147	X
Viscosidad ultrasonido T(55°C/15min)	3	19,150	X
Viscosidad pasteurización T(80°C/10min)	3	19,180	X
Viscosidad ultrasonido T(45°C/20min)	3	19,233	X
Viscosidad pasteurización T(60°C/20min)	3	19,257	X
Viscosidad ultrasonido T(35°C/25min)	3	19,257	X

En la tabla 20 se muestran las pruebas de comparaciones múltiples para las características fisicoquímicas del néctar sometido a tratamientos de pasteurización y ultrasonido.

Para determinar si existen diferencias estadísticas significativas entre las medias de los rangos de pH de las diferentes muestras del néctar, se llevó a cabo la prueba de comparaciones múltiples utilizando el método de diferencia mínima significativa al 95% LSD de Fisher, según la tabla 26 existen 3 grupos homogéneos de pH. Sin embargo, el que obtuvo el pH más elevado fue el tratamiento de pasteurización de 80°C/10min y el que obtuvo el pH menor de los tratamientos fue el tratamiento de ultrasonido de 55°C/15min.

Para determinar si existen diferencias estadísticas significativas entre las medias de los rangos de °Brix de las diferentes muestras del néctar, se llevó a cabo la prueba de comparaciones múltiples utilizando el método de diferencia mínima significativa al 95% LSD de Fisher, según la tabla 27 existen 3 grupos homogéneos de °Brix. Sin embargo, el que obtuvo los °Brix más elevado fue el tratamiento de pasteurización de 70°C/15min y el que obtuvo °Brix menor de los tratamientos fue el tratamiento de pasteurización de 80°C/10min.

Para determinar si existen diferencias estadísticas significativas entre las medias de los rangos de acidez de las diferentes muestras del néctar, se llevó a cabo la prueba de comparaciones múltiples utilizando el método de diferencia mínima significativa al 95% LSD de Fisher, según la tabla 28, estadísticamente existe solo grupo homogéneo de la acidez en los tratamientos de pasteurización y ultrasonido. Sin embargo, el que obtuvo la acidez más elevada fueron los tratamientos de pasteurización de 60°C/20min y el tratamiento de ultrasonido 35°C/25min., el que obtuvo acidez más baja fue el tratamiento de pasteurización de 70°C/15min.

Para determinar si existen diferencias estadísticas significativas entre las medias de los rangos de °Brix de las diferentes muestras del néctar, se llevó a cabo la prueba de comparaciones múltiples utilizando el método de diferencia mínima significativa al 95% LSD de Fisher, según la tabla 29 existen 2 grupos homogéneos de viscosidad. Sin embargo, el que obtuvo viscosidad más elevado fue el tratamiento de ultrasonido de 35°C/25min y el que obtuvo viscosidad menor fue el tratamiento de pasteurización de 70°C/15min.

4.5 Características del color instrumental

El color instrumental evaluados de los néctares sometidos a pasteurización y ultrasonido y que fueron almacenados a 3 temperaturas hasta por un periodo de 42 días, se muestran en las siguientes tablas.

4.5.1 Características del color instrumental de los néctares sometidos a tratamiento de pasteurización

Tabla 19.

Características del color instrumental de los néctares sometidos a tratamiento de pasteurización, según el tiempo de almacenamiento en días

Temperatura almacenam.	*Color de los néctares del tratamiento de pasteurización(60°C/20min)*											
	1 (1 día)			2 (14 días)			3 (28 días)			4 (42 días)		
	L*	a *	b*	L*	a *	b*	L*	a *	b*	L*	a *	b*
T° =4°C	57,675	5,123	20,727	56,897	4,987	20,098	55,678	4,823	19,345	54,865	4,803	18,765
T°= 27°C	57,675	5,123	20,727	56,123	4,834	19,773	55,234	4,765	19,122	54,127	4,234	18,899
T°= 37°C	57,675	5,123	20,727	55,457	4,567	18,645	53,734	4,124	16,456	51,675	3,768	14,546
Temperatura almacenam.	*Color de los néctares del tratamiento de pasteurización(70°C/15min)*											
T° =4°C	54,675	4,786	22,765	53,945	4,534	22,098	53,088	4,335	21,678	52,234	4,118	20,876
T°= 27°C	54,675	4,786	22,765	53,234	4,313	21,765	52,765	4,167	20,976	52,014	3,987	19,897
T°= 37°C	54,675	4,786	22,765	51,984	4,098	20,134	49,719	3,876	18,234	47,765	3,567	16,432
Temperatura almacenam.	*Color de los néctares del tratamiento de pasteurización(80°C/10min)*											
T° =4°C	51,754	3,518	26,524	51,087	3,321	26,098	50,456	3,212	25,543	49,654	3,124	24,982
T°= 27°C	51,754	3,518	26,524	50,354	2,986	25,211	49,765	2,099	24,876	48,876	2,113	24,011
T°= 37°C	51,754	3,518	26,524	48,893	2,865	24,753	46,875	2,099	22,764	43,891	1,764	20,432

Según la tabla 21 de los resultados de color, para el tratamiento de pasteurización a 60°C/20min, de los néctares almacenados por un tiempo de 42 días; se observa la que, la luminosidad **L*** de los néctares en el día 1 empiezan con 57,675 y según la temperatura de almacenamiento va decayendo, por lo que a 4°C su luminosidad hasta 54,865, a 27°C disminuye a 54,127, a 37°C disminuye a 51,675. La luminosidad a* de los néctares en el día 1 empiezan con 5,123 y según la temperatura de almacenamiento va decayendo, por lo que a 4°C baja su luminosidad hasta 4,803, a 27°C disminuye a 4,234, a 37°C disminuye a 3,768. Así mismo, para b* inicia en el día 1 inicia con 20,727 y al igual que en el L* y a* según la temperatura de almacenamiento va decayendo, por lo que a 4°C baja hasta 18,765, a 27°C disminuye a 18,899, a 37°C disminuye a 14,546. La

disminución de luminosidad o deterioro del color se debe a las temperaturas que fueron almacenados los néctares que conserva o disminuye su color, como en este caso fue la temperatura extrema de almacenamiento del néctar de 37°C.

De los resultados de color, para el tratamiento de pasteurización a 70°C/15min, de los néctares almacenados por un tiempo de 42 días; se observa la que, la luminosidad L* de los néctares en el día 1 empiezan con 54,675 y según la temperatura de almacenamiento va decayendo, por lo que a 4°C su luminosidad decae a 52,234, a 27°C disminuye a 52,014, a 37°C disminuye a 47,765. La luminosidad a* de los néctares en el día 1 empiezan con 4,786 y según la temperatura de almacenamiento va decayendo, por lo que a 4°C baja su luminosidad hasta 4,118, a 27°C disminuye a 3,987, a 37°C disminuye a 3,567. Así mismo, para b* inicia en el día 1 inicia con 22,765 y al igual que en el L* y a* según la temperatura de almacenamiento va decayendo, por lo que a 4°C baja hasta 20,876, a 27°C disminuye a 19,897, a 37°C disminuye a 16,432. La disminución de luminosidad o deterioro del color se debe a las temperaturas que fueron almacenados los néctares que conserva o disminuye su color, como en este caso fue la temperatura extrema de almacenamiento del néctar de 37°C. De los resultados de color, para el tratamiento de pasteurización a 80°C/10min, de los néctares almacenados por un tiempo de 42 días; se observa la que, la luminosidad L* de los néctares en el día 1 empiezan con 51,754 y según la temperatura de almacenamiento va decayendo, por lo que a 4°C decae su luminosidad a 49,654, a 27°C disminuye a 48,876, a 37°C disminuye a 43,891. La luminosidad a* de los néctares en el día 1 empiezan con 3,518 y según la temperatura de almacenamiento va decayendo, por lo que a 4°C baja su luminosidad hasta 3,127, a 27°C disminuye a 2,113 y a 37°C disminuye a 1,764. Así mismo, para b* inicia en el día 1 inicia con 26,524 y al igual que en el L* y a* según la temperatura de almacenamiento va decayendo, por lo que a 4°C baja hasta 24,982, a 27°C disminuye a 24,011, a 37°C disminuye a 20,432. La disminución de luminosidad o deterioro del color se debe a las temperaturas que fueron almacenados los néctares que conserva o disminuye su color, como en este caso fue la temperatura extrema de almacenamiento del néctar de 37°C.

En las bebidas de frutas de la investigacion la alteración del color durante su almacenamiento se produce principalmente por la oxidación del ácido L-ascórbico a furfural desprendiéndose CO_2. por tanto, el color de las bebidas fue cambiando a lo largo de su vida útil, así mismo la temperatura de almacenamiento a las que fueron sometidas las bebidas también influye en el color instrumental.

4.5.2 Características del color instrumental de los néctares sometidos a tratamiento de ultrasonido

Tabla 20.

Características del color instrumental de los néctares sometidos a tratamiento de ultrasonido, según el tiempo de almacenamiento en días

Temperatura almacenam.	*Color de los néctares del tratamiento de ultrasonido (35°C/25min)*											
	1(1 día)			2(14 días)			3(28 días)			4(42 días)		
	L*	a *	b*	L*	a *	b*	L*	a *	b*	L*	a *	b*
T° =4°C	48,459	4,998	28,667	47,276	4,398	27,265	45,876	4,078	26,987	44,162	3,897	26,095
T°= 27°C	48,459	4,998	28,667	46,567	4,123	26,543	44,876	3,789	25,674	42,987	3,098	24,543
T°= 37°C	48,459	4,998	28,667	44,809	3,876	24,345	40,548	2,965	22,187	38,312	2,098	19,098
Temperatura almacenam.	*Color de los néctares del tratamiento de ultrasonido (45°C/20min)*											
T° =4°C	6,419	5,504	24,786	55,933	5,456	24,709	54,978	5,386	23,523	53,897	5,217	22,154
T°= 27°C	6,419	5,504	24,786	54,488	5,378	22,456	53,419	5,123	21,567	52,419	4,876	19,098
T°= 37°C	56,419	5,504	24,786	52,741	4,768	21,843	49,309	4,034	19,675	46,162	3,627	16,987
Temperatura almacenam.	*Color de los néctares del tratamiento de ultrasonido (55°C/15min)*											
T° =4°C	47,561	6,944	32,362	45,231	6,572	32,167	44,778	6,465	30,481	44,142	6,269	29,089
T°= 27°C	47,561	6,944	32,362	45,149	6,418	31,451	44,980	6,216	29,88	43,762	5,895	28,560
T°= 37°C	47,561	6,944	32,362	42,820	6,232	29,861	39,323	5,991	22,997	36,242	5,629	21,967

Según la tabla 22 de los resultados de color, para el tratamiento de ultrasonido a 35°C/25min, de los néctares almacenados por un tiempo de 42 días; se observa la que, la luminosidad **L*** de los néctares en el día 1 empiezan con 48,459 y según la temperatura de almacenamiento va decayendo, por lo que a 4°C decae su luminosidad a 44,162, a 27°C disminuye a 42,987, a 37°C disminuye a 38,312. La luminosidad **a*** de los néctares en el día 1 empiezan con 4,998 y según la temperatura de almacenamiento va decayendo, por lo que a 4°C baja su luminosidad hasta 3,897, a 27°C disminuye a 3,098 y a 37°C disminuye a 2,098. Así mismo, para **b*** inicia en el día 1 inicia con 28,667 y al igual que en el L* y a* según la temperatura de almacenamiento va decayendo, por lo que a 4°C baja hasta 26,095, a 27°C disminuye a 24,543, a 37°C disminuye a 19,098. La disminución de luminosidad o deterioro del color se debe a las temperaturas que fueron almacenados los néctares que conserva o disminuye su color, como en este caso fue la temperatura extrema de almacenamiento del néctar de 37°C.

De los resultados de color, para el tratamiento de ultrasonido a 45°C/20min, de los néctares almacenados por un tiempo de 42 días; la luminosidad L* en el día 1 empiezan con 56,419 y según la temperatura de almacenamiento va decayendo, por lo que a 4°C decae a 53,897, a 27°C disminuye a 52,419, a 37°C disminuye a 46,162. La a* de los néctares en el día 1 empiezan con 5,504 y según la temperatura de almacenamiento va decayendo, por lo que a 4°C baja hasta 5,876, a 27°C disminuye a 4,876 y a 37°C disminuye a 3,627. Así mismo, para b* inicia en el día 1 inicia con 24,786 y al igual que en el L* y a* según la temperatura de almacenamiento va decayendo, por lo que a 4°C baja hasta 22,154, a 27°C disminuye a 19,098, a 37°C disminuye a 16,897. De los resultados de color, para el tratamiento de ultrasonido a 55°C/15min, de los néctares almacenados por un tiempo de 42 días; se observa la que, la luminosidad L* de los néctares en el día 1 empiezan con 47,561 y según la temperatura de almacenamiento va decayendo, por lo que a 4°C decae su luminosidad a 44,142, a 27°C disminuye a 43,762, a 37°C disminuye a 36,242. La a* de los néctares en el día 1 empiezan con 6,944 y según la temperatura de almacenamiento va decayendo, por lo que a 4°C baja hasta 6,269, a 27°C disminuye a 5,895 y a 37°C disminuye a 5,629. Así mismo, para b* inicia en el día 1 inicia con 32,362 y al igual que en el L* y a* según la temperatura de almacenamiento va decayendo, por lo que a 4°C baja hasta 29,089, a 27°C disminuye a 28,560, a 37°C disminuye a 21,967.

En las bebidas de frutas de la investigacion la alteración del color durante su almacenamiento se produce principalmente por la oxidación del ácido L-ascórbico a furfural desprendiéndose CO_2. por tanto, el color de las bebidas fue cambiando a lo largo de su vida útil, así mismo la temperatura de almacenamiento a las que fueron sometidas las bebidas también influye en el color instrumental**;** la disminución de luminosidad o deterioro del color se debe a las temperaturas que fueron almacenados los néctares que conserva o disminuye su color, como en este caso fue la temperatura extrema de almacenamiento del néctar de 37°C.

4.6 Análisis estadístico de la evaluación sensorial

Los néctares sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonido fueron analizados sensorialmente, cuyos resultados se procesaron estadísticamente y se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 21.

Estadísticos para las características sensoriales del néctar

Estadísticos para el atributo sensorial apariencia General									
Muestras	Rec.	Prom.	DE	CV	Mín	Máx.	Rango	Sesgo Est.	Curtosis Est.
Apariencia G. Ultrasonido T(35°C/25min)	30	8,967	0,183	2,036%	8	9	1	-12,247	33,541
Apariencia G. Ultrasonido T(45°C/20min)	30	8,800	0,407	4,623%	8	9	1	-3,533	0,590
Apariencia G. Ultrasonido T(55°C/15min)	30	8,467	0,507	5,993%	8	9	1	0,3148	-2,378
Apariencia G. Pasteurización T(60°C/20min)	30	8,633	0,490	5,677%	8	9	1	-1,303	-1,995
Apariencia G. Pasteurización T(70°C/15min)	30	8,767	0,430	4,907%	8	9	1	-2,970	-0,288
Apariencia G. Pasteurización T(80°C/10min)	30	8,600	0,498	5,794%	8	9	1	-0,962	-2,180
Total	180	8,706	0,457	5,250%	8	9	1	-4,981	-3,248
Estadísticos para el atributo sensorial consistencia									
Muestras	Rec.	Prom.	DE	C.V	Mín.	Máx.	Rang	Sesgo Est.	Curtosis Est.
Consistencia Ultrasonido T(35°C/25min)	30	8,767	0,430	4,907%	8	9	1	-2,970	-0,288
Consistencia Ultrasonido T(45°C/20min)	30	8,367	0,490	5,858%	8	9	1	1,303	-1,995
Consistencia Ultrasonido T(55°C/15min)	30	8,533	0,507	5,946%	8	9	1	-0,315	-2,378
Consistencia Pasteurización T(80°C/10min)	30	8,600	0,498	5,795%	8	9	1	-0,961	-2,180
Consistencia Pasteurización T(60°C/20min)	30	8,433	0,504	5,976%	8	9	1	0,634	-2,305
Consistencia Pasteurización T(70°C/15min)	30	8,067	0,521	6,456%	7	9	2	0,244	1,218
Total	180	8,461	0,532	6,291%	7	9	2	-0,989	-3,423
Estadísticos para el atributo sensorial olor									
Muestra	Rec.	Prom	DE	CV	Mín	Máx	Rang	Sesgo Est.	Curtosis Est.
Olor Ultrasonido T (35°C/25min)	30	8,70	0,467	5,357%	8	9	1	-2,056	-1,389
Olor Ultrasonido T (45°C/20min)	30	8,60	0,498	5,794%	8	9	1	-0,962	-2,180
Olor Ultrasonido T (55°C/15min)	30	8,57	0,504	5,883%	8	9	1	-0,634	-2,305
Olor Pasteurización T (80°C/10min)	30	8,70	0,466	5,357%	8	9	1	-2,056	-1,389
Olor Pasteurización T (60°C/20min)	30	8,37	0,490	5,858%	8	9	1	1,303	-1,995
Olor Pasteurización T (70°C/15min)	30	8,50	0,509	5,983%	8	9	1	0,00	-2,402
Total	180	8,57	0,496	5,788%	8	9	1	-1,613	-5,299
Estadísticos para el atributo sabor									
Muestra	Rec.	Prom	DE	CV	Mín	Máx	Rang	Sesgo Est.	Curtosis Est.
Sabor Ultrasonido T(35°C/25min)	30	8,667	0,479	5,532%	8	9	1	-1,666	-1,737
Sabor Ultrasonido T(45°C/20min)	30	8,.467	0,507	5,993%	8	9	1	0,315	-2,378
Sabor Ultrasonido T(55°C/15min)	30	8,433	0,504	5,976%	8	9	1	0,634	-2,305
Sabor Pasteurización T(80°C/10min)	30	8,500	0,509	5,983%	8	9	1	0,000	-2,402
Sabor Pasteurización T(60°C/20min)	30	8,300	0,466	5,616%	8	9	1	2,056	-1,389
Sabor Pasteurización T(70°C/15min)	30	8,667	0,479	5,532%	8	9	1	-1,666	-1,737
Total	180	8,506	0,501	5,895%	8	9	1	-0,123	-5,538

En la tabla 23 de los Estadísticos para las características sensoriales del néctar sometido a tratamientos de pasteurización y ultrasonido; en las 6 muestras para el atributo sensorial apariencia general, el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada están fuera del rango de -2 a +2, teniendo una desviación significativa de la normalidad en los datos y, por lo tanto, una violación del supuesto de que los datos provienen de distribuciones normales.

Del estadístico para el atributo viscosidad, el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada están fuera del rango de -2 a +2 en 4 muestras, lo que indica una desviación significativa de la normalidad en los datos y, por lo tanto, una violación del supuesto de distribuciones normales. La verificación de varianza por la prueba de Levene´s de la acidez es 1,11964, donde se evaluó la hipótesis nula de que las desviaciones estándar son iguales en las muestras sometidos a tratamientos de ultrasonido y pasteurización. Dado que el valor-P es 0,351716 y es mayor o igual a 0,05, no hay una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar con un 95% de confianza.

Del estadístico para el atributo sensorial olor, en las 6 muestras, el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada están fuera del rango de -2 a +2, lo que indica que hay una desviación significativa de la normalidad en los datos, violando así el supuesto de distribuciones normales; se verificó de varianza aplicando la prueba de Levene's (0,93457), donde se evaluó la hipótesis nula de que las desviaciones estándar son iguales en las 6 muestras sometidos a tratamientos de ultrasonido y pasteurización. Dado que el valor-P es 0,459965 y es mayor o igual a 0,05, no hay una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar con un 95% de confianza.

Del estadístico para el atributo sensorial sabor, *e*n 4 muestras, el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada están fuera del rango de -2 a +2, lo que indica una desviación significativa de la normalidad en los datos, violando el supuesto de que provienen de distribuciones normales. La verificación de varianza por la prueba de Levene´s, que dio como resultado 1,03772, los estadísticos evalúan la hipótesis nula de que las desviaciones estándar son iguales en las 6 muestras. Dado que el valor-P es 0,39708 y es mayor o igual a 0,05, no se detecta una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar con un 95% de confianza.

Tabla 22.

Análisis de varianza para las características sensoriales del néctar sometido a tratamientos de pasteurización y ultrasonido

ANOVA para el atributo consistencia					
Fuente	SC	G.L	CM	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	8,49444	5	1,69889	7,00	0,0000
Intra grupos	42,2333	174	0,24272		
Total (Corr.)	50,7278	179			
ANOVA para el atributo sensorial olor					
Fuente	SC	Gl	CM	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,42778	5	0,485556	2,03	0,0768
Intra grupos	41,6333	174	0,239272		
Total (Corr.)	44,0611	179			
ANOVA para el atributo sabor					
Fuente	SC	Gl	CM	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3,0278	5	0,6056	2,51	0,0318
Intra grupos	41,9677	174	0,2412		
Total (Corr.)	44,9944	179			

En la tabla 24 se muestran el Análisis de varianza para las características sensoriales del néctar sometido a tratamientos de pasteurización y ultrasonido. Según se observa el ANOVA para el atributo “consistencia” descompone la varianza de los datos en dos componentes: entre-grupos y dentro-de-grupos; dado que el valor-P de la prueba-F es menor a 0,05, hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 6 muestras evaluadas con un 95% de confianza. Así mismo, se observa el ANOVA del atributo “olor” descompone la varianza de los datos en dos componentes: entre-grupos y dentro-de-grupos, dado que el valor-P de la razón-F es mayor o igual a 0,05, no hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 6 muestras con un 95% de confianza y por último, el ANOVA para el atributo sensorial “sabor”, descompone la varianza de los datos en dos componentes: entre-grupos y dentro-de-grupos; como el valor-P de la prueba-F es menor a 0,05, hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 6 muestras con un 95% de confianza.

Tabla 23.

Prueba de múltiples rangos para las características sensoriales del néctar

Prueba de múltiples rangos para el atributo consistencia			
Muestra	*Casos*	*Media*	*Grupos Homogéneos*
Consistencia Pasteurización T(70°C/15min)	30	8,067	X
Consistencia Ultrasonido T(45°C/20min)	30	8,367	X
Consistencia Pasteurización T(60°C/20min)	30	8,433	X
Consistencia Ultrasonido T(55°C/15min)	30	8,533	XX
Consistencia Pasteurización T(80°C/10min)	30	8,600	XX
Consistencia Ultrasonido T(35°C/25min)	30	8,767	X
Prueba de múltiples rangos para el atributo olor			
Muestra	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Olor pasteurización T(60°C/20min)	30	8,36667	X
Olor pasteurización T(70°C/15min)	30	8,5	XX
Olor ultrasonido T(55°C/15min)	30	8,56667	XX
Olor ultrasonido T(45°C/20min)	30	8,6	XX
Olor pasteurización T(80°C/10min)	30	8,7	X
Olor ultrasonido T(35°C/25min)	30	8,7	X
Prueba de múltiples rangos para el atributo sabor			
Muestra	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Sabor Pasteurización T(60°C/20min)	30	8,300	X
Sabor Ultrasonido T(55°C/15min)	30	8,433	XX
Sabor Ultrasonido T(45°C/20min)	30	8,467	XX
Sabor Pasteurización T(80°C/10min)	30	8,500	XX
Sabor Pasteurización T(70°C/15min)	30	8,667	X
Sabor Ultrasonido T(35°C/25min)	30	8,667	X

En la tabla 25 se muestra la comparación múltiple para identificar qué medias difieren significativamente entre sí de las características sensoriales de los atributos consistencia, olor y sabor en los nectares sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonido. En el atributo consistencia se han determinado 3 grupos homogéneos utilizando el método de diferencia mínima significativa al 95% LSD de Fisher.

Así mismo, en el atributo olor para identificar qué medias difieren significativamente entre sí, se han determinado 3 grupos homogéneos utilizando el método de diferencia mínima significativa al 95% LSD de Fisher y por último en el atributo sabor para identificar qué medias difieren significativamente entre sí, se han determinado 3 grupos homogéneos utilizando el método de diferencia mínima significativa al 95% LSD de Fisher.

Según esta prueba de múltiples rangos en el atributo consistencia del tratamiento de ultrasonido T(35°C/25min), obtuvo el mayor valor en los atributos de olor, color y sabor frente a los otros tratamientos de pasteurización y ultrasonido esto puede deberse a que la influencia de los panelistas depende de la cantidad de evaluadores y el entrenamiento de estos, ya que este factor influye en la significancia de la evaluación de los atributos sensoriales y tratamiento eficiente y tecnología aplicada en los nectares.

Tabla 24.

Prueba de Kruskal-Wallis para el atributo "apariencia general"

Muestra	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
Apariencia general Ultrasonido T (35°C/25 min)	30	114
Apariencia general Ultrasonido T (45°C/20 min)	30	99
Apariencia general Ultrasonido T (55°C/15 min)	30	69
Apariencia general Pasteurización T (80°C/10 min)	30	84
Apariencia general Pasteurización T (60°C/20 min)	30	96
Apariencia general Pasteurización T (70°C/15 min)	30	81

Valor-P = 0,000489826

Mediante la prueba de Kruskal-Wallis se evaluó la hipótesis nula de que las medianas dando como resultado que las 6 muestras de los tratamientos de pasteurización y ultrasonido son iguales; para esto se combinan y ordenan los datos de todas las columnas de menor a mayor, y se calcula el rango promedio para cada columna. Como el valor-P es 0,000489826 y menor a 0,05, se concluye que hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un 95% de confianza.

Tabla 25.

Prueba de Mood para el atributo sensorial apariencia general

Muestra	Tamaño de Muestra	Mediana	LCI 95.0%	LCS 95.0%
Apariencia general Ultrasonido T (35°C/25 min)	30	9	9	9
Apariencia general Ultrasonido T (45°C/20 min)	30	9	9	9
Apariencia general Ultrasonido T (55°C/15 min)	30	8	8	9
Apariencia general Pasteurización T (80°C/10 min)	30	9	8	9
Apariencia general Pasteurización T (60°C/20 min)	30	9	9	9
Apariencia general Pasteurización T (70°C/15 min)	30	9	8	9

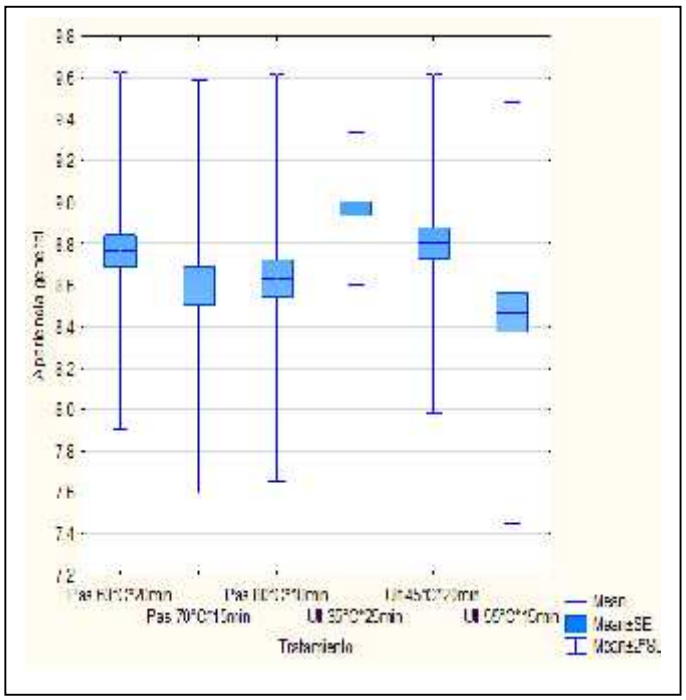
Valor-P = 1,0

En la tabla 27 se muestra la prueba de medianas de Mood donde se evaluaron la hipótesis de que las medianas de las 6 muestras en apariencia general son iguales. Esto se realizó contando el número de observaciones en cada muestra por encima y por debajo de la mediana global, que es 9,0. Dado que el valor-P para la prueba de chi-cuadrada es mayor o igual a 0,05, no hay diferencias significativas entre las medianas de las muestras con un 95% de confianza.

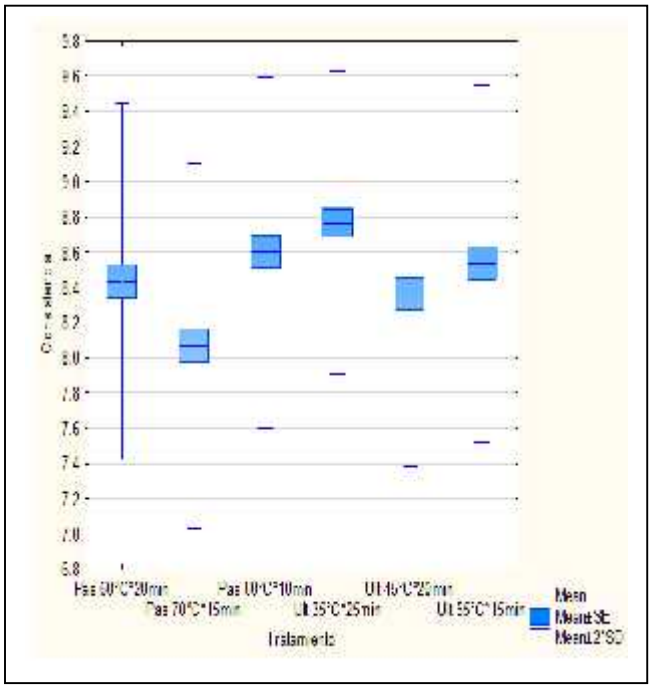
Espinoza (2007), indica que la apariencia general en la evaluación sensorial se debe a que el consumidor asocia de las propiedades de los alimentos, en este caso se debe a las materias primas empleadas y los néctares; así mismo; (Adela, 2016), manifiesta que el tiempo y la temperatura durante la pasteurización son factores que influyen en la apariencia general de los néctares, en este caso se dio en el tratamiento de pasteurización de los néctares.

Figura 23.

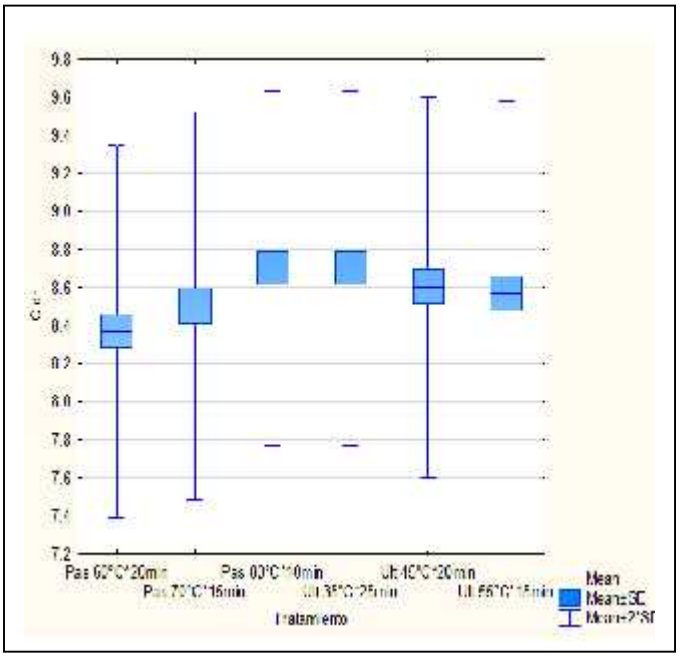
Gráfico de cajas y bigotes para los atributos sensoriales de apariencia general, consistencia, olor y sabor de los néctares sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonido



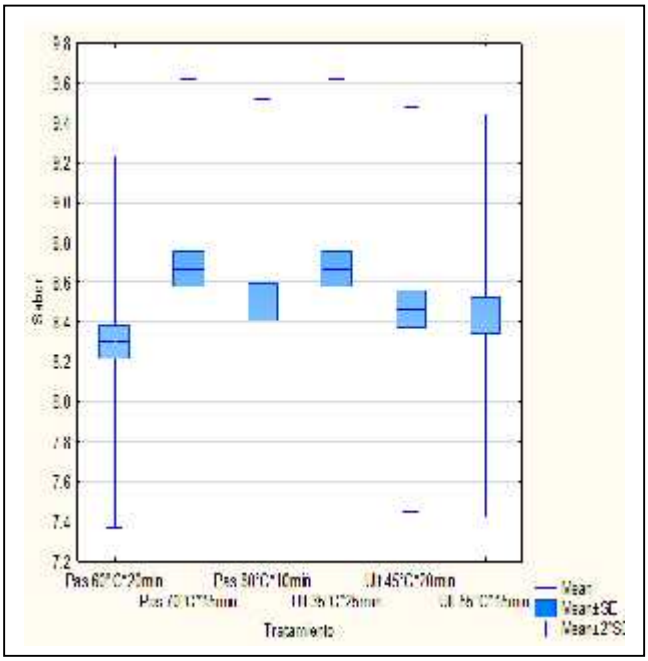
a. Atributo sensorial apariencia general



b. Atributo sensorial consistencia



c. Atributo sensorial olor



d. Atributo sensorial sabor

En la figura 23(a) de gráfica de cajas y bigotes del análisis sensorial del atributo apariencia general, se puede apreciar que el tratamiento de ultrasonido de 35°C/25 minutos seguido por el tratamiento de ultrasonido 45°C/20min, son los que tuvieron mejor aceptación sensorial por los panelistas; se verifico la varianza aplicando la prueba de Levene's, donde se evalúan la hipótesis nula de que las desviaciones estándar son iguales en las muestras sometidos a tratamientos de ultrasonido y pasteurización. Dado que el valor-P es 0,00178327 y es menor a 0,05, hay una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar con un 95% de confianza, lo que viola uno de los supuestos del análisis de varianza.

En la figura 23(b) de gráfica de cajas y bigotes del análisis sensorial del atributo consistencia, se puede apreciar que el tratamiento de ultrasonido de 35°C/25 minutos seguido por el tratamiento de pasteurización 80°C/10min, son los que tuvieron mejor aceptación sensorial por los panelistas.

En la figura 23(c) de gráfica de cajas y bigotes del análisis sensorial del atributo olor, se puede apreciar que el tratamiento de ultrasonido de 35°C/25min y el tratamiento de pasteurización 80°C/10min, son los que tuvieron mejor aceptación sensorial por los panelistas. Según, Grández, (2008), manifiesta que el olor es una característica muy importante en la evaluación sensorial de néctares ya que el olfato percibe sustancias volátiles liberados por las pulpas de las frutas disueltas en el néctar y existe una relación especial entre el tiempo y temperatura aplicada durante los tratamientos de pasteurización y ultrasonido

En la figura 23(d) de gráfica de cajas y bigotes del análisis sensorial del atributo sabor, se puede apreciar que el tratamiento de ultrasonido de 35°C/25min y el tratamiento de pasteurización 70°C/15min, son los que tuvieron mejor aceptación sensorial por los panelistas. (Pickering, 2005) describe que los factores del tiempo y temperatura durante tratamiento de néctares intensifica el sabor en el caso de la investigación realizada comprobamos que en la pasteurización fue el néctar que se sometió a 70°C/15min, y en ultrasonido fue el de 35°C/25min.

- **Análisis estadístico para el puntaje sensorial total**

Tabla 26.
Estadísticos para puntajes totales del análisis sensorial

Muestra	Recuento	Prom	DE	CV	Mín	Máx	Rang	Sesgo Estand	Curtosis Estand
Ultrasonido T(35°C/25min)	30	8,775	0,303	3,457%	8,0	9,00	1,0	-2,397	-0,031
Ultrasonido T(45°C/20min)	30	8,558	0,260	3,038%	8,25	9,00	0,75	0,636	-1,194
Ultrasonido T(55°C/15min)	30	8,500	0,315	3,704%	8,0	9,00	1,0	-0,496	-1,055
Pasteurización T(80°C/10min)	30	8,608	0,224	2,607%	8,25	9,00	0,75	-0,208	-0,753
Pasteurización T(60°C/20min)	30	8,467	0,306	3,615%	8,0	9,00	1,0	-0,205	-1,178
Pasteurización T(70°C/15min)	30	8,458	0,246	2,913%	8,0	8,75	0,75	-0,758	-0,995
Total	180	8,561	0,295	3,446%	8,0	9,00	1,0	-0,968	-2,347

Según la tabla 28 del resumen estadístico para para puntajes totales del análisis sensorial, *e*n 1 muestra, el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada está fuera del rango de -2 a +2, lo que indica una desviación significativa de la normalidad en los datos, violando el supuesto de que provienen de distribuciones normales; la verificación de varianza por la prueba de Levene's que dio como resultado 0,583219 del análisis sensorial total, los estadísticos evalúan la hipótesis nula de que las desviaciones estándar son iguales en las 6 muestras. Dado que el valor-P es 0,712817 y es mayor o igual a 0,05, no se observa una diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar con un 95% de confianza.

Tabla 27.
Análisis de varianza para puntajes totales del análisis sensorial

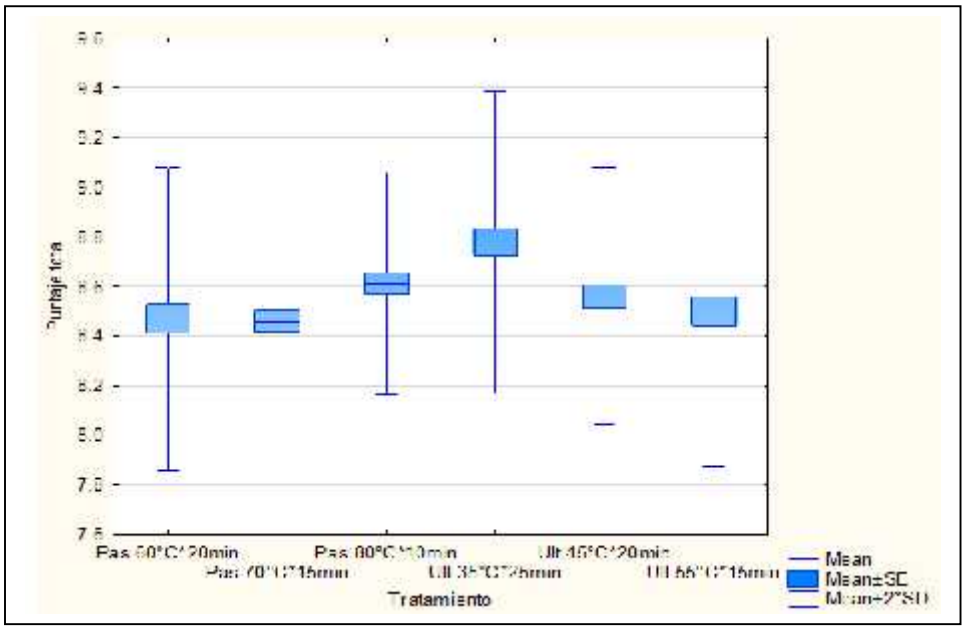
Fuente	SC	G.L	CM	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,13611	5	0,427222	5,53	0,0001
Intra grupos	13,4417	174	0,077251		
Total (Corr.)	15,5778	179			

En la tabla 29 del ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: entre-grupos

y dentro-de-grupos. Como el valor-P de la prueba-F es menor a 0,05, hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 6 muestras con un 95% de confianza.

Figura 24.

Gráfica de cajas y bigotes para puntajes totales del análisis sensorial, según tratamientos



Nota. Mean: promedio; SE: error estándar; SD: desviación estándar.

En la figura 24 de gráfica de cajas y bigotes para puntajes totales del análisis sensorial de los 6 tratamientos de ultrasonidos y pasteurización, se puede apreciar que el tratamiento de ultrasonido de 35°C/25 minutos, tuvo mejor aceptación sensorial por los panelistas en cuanto a apariencia general, olor, sabor y consistencia esto pude ser que debido a que la temperatura aplicada en el tratamiento fue la más baja comparada con los otros tratamientos y que el tratamiento del método conserva sus características sensoriales por ser una técnica muy poco agresiva; por otro lado en el tratamiento de pasteurización el que tuvo mayor aceptación por los panelista fue el de 80°C/10min esto puede ser a que el néctar en este tratamiento optimizo sus características sensoriales.

Meyer (2002) indica que la evaluación sensorial consiste en evaluar características de los alimentos como es el color, textura, sabor y el aroma u olor y que esta evaluación determina la aceptabilidad del producto alimenticio por los consumidores. Jesús & López (2019) manifiestan que los néctares obtienen un nivel adecuado cuando se obtiene productos de alta calidad a nivel sensorial. Según,

Flores & Caballero (2019) indican que, en un análisis o prueba a nivel de laboratorio, el número de panelistas para una evaluación sensorial debe estar conformado de 25 a 30 panelistas, es este caso estuvo conformado por 30 panelistas. Por otro lado, (Bailón-Moreno et al., 2018), mencionan que los panelistas influyen los resultados de la evaluación sensorial y depende del número y el entrenamiento de estos, este factor podría influenciar en la significancia de la evaluación de los atributos de olor, apariencia, sabor y textura, en el caso de la investigación realizada por el autor los panelistas empleados en la evaluación sensorial de los néctares según tratamientos fueron semi-entrenados que previamente se les adiestro en la evaluación realizar. Meyer (2002) indica que la evaluación sensorial consiste en evaluar características de los alimentos como es el color, textura, sabor y el aroma u olor y que esta evaluación determina la aceptabilidad del producto alimenticio por los consumidores; en la evaluación sensorial del néctar se evaluó las características sensoriales indicado por Meyer.

Pruebas de múltiples rangos

Tabla 28

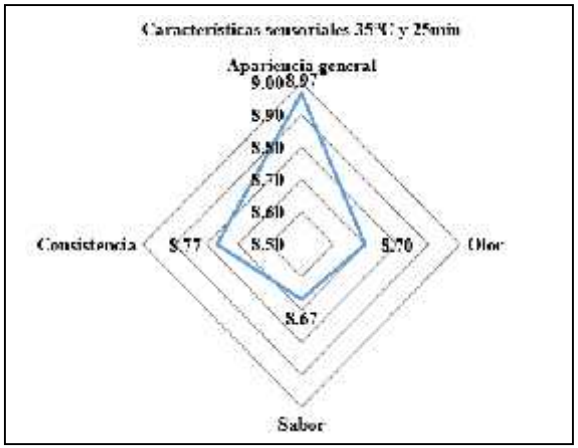
Prueba de múltiples rangos para puntajes totales

Muestra	Casos	Media	Grupos Homogéneos		
Pasteurización T(70°C/15min)	30	8,45833	X		
Pasteurización T(60°C/20min)	30	8,46667	X		
Ultrasonido T(55°C/15min)	30	8,500		XX	
Ultrasonido T(45°C/20min)	30	8,55833		XX	
Pasteurización T(80°C/10min)	30	8,60833			X
Ultrasonido T(35°C/25min)	30	8,775			X

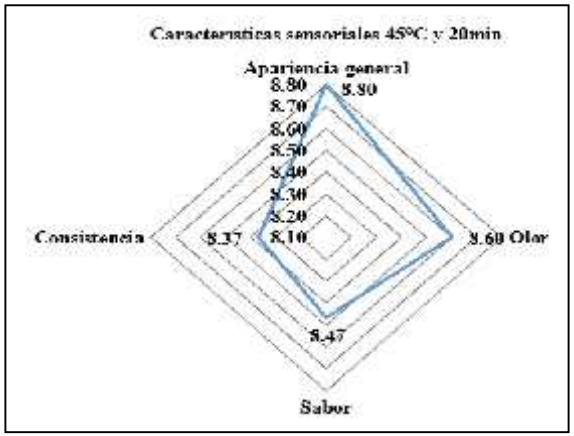
Esta tabla utiliza un procedimiento de comparación múltiple para identificar qué medias difieren significativamente entre sí. Se han determinado 3 grupos homogéneos utilizando el método de diferencia mínima significativa al 95% LSD de Fisher.

4.7 Evaluación según atributos sensoriales de los tratamientos de ultrasonido y pasteurización

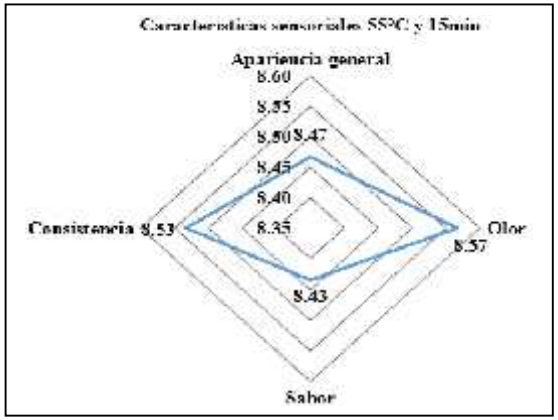
Figura 25.
Características sensoriales de los nectares sometidos a tratamientos de ultrasonido y pasteurización



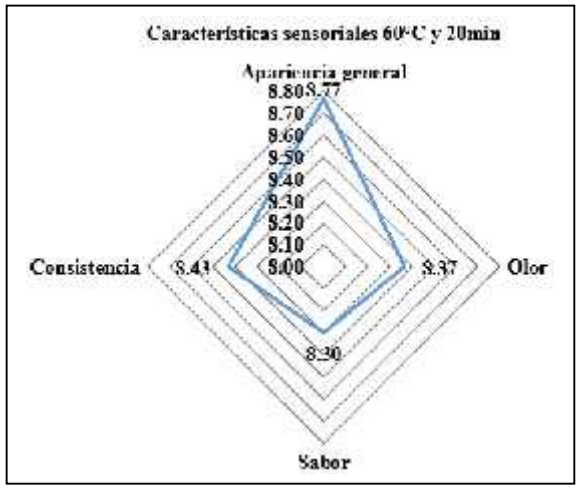
(a) Ultrasonido a 35°C y 25 min



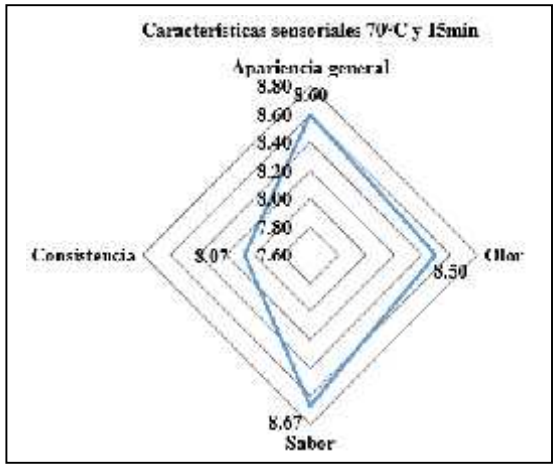
(b) Ultrasonido a 45°C y 20 min



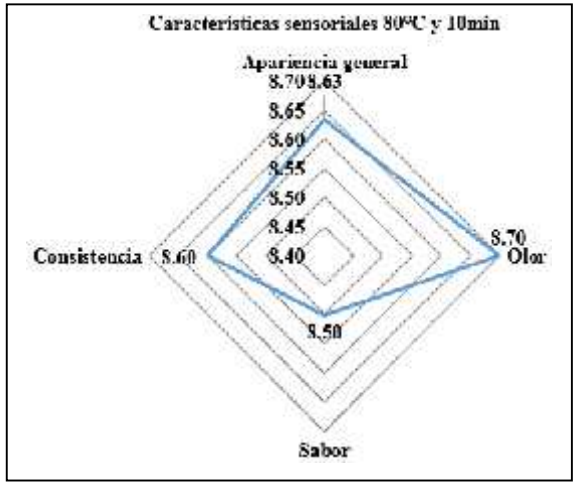
(c)Ultrasonido a 55°C y 15 min



(d) Pasteurización a 60°C y 20 min



(e) Pasteurización a 70°C y 15 min



(f) Pasteurización a 80°C y 10 min

En la figura 25(a) se observa la evaluación sensorial realizado por los panelistas del néctar sometido a tratamiento de ultrasonido, a temperatura de 35°C/15min; los atributos evaluados tuvieron como resultados, apariencia general 8,97, olor 8,70, sabor 8,67 y consistencia 8,77, por lo tanto, se encuentran en la escala hedónica “Me gusta mucho”; así, mismo se observa en la figura 25(b) de la evaluación sensorial realizado por los panelistas del néctar sometido a tratamiento de ultrasonido, a temperatura de 45°C/20min; los atributos evaluados tuvieron como resultados, apariencia general 8,8, olor 8,60, sabor 8,47 y consistencia 8,37, por lo tanto, también se encuentran en la escala hedónica “Me gusta mucho”; también se observa en la figura 25(c) de la evaluación sensorial realizado por los panelistas del néctar sometido a tratamiento de ultrasonido, a temperatura de 55°C/15min; los atributos evaluados tuvieron como resultados, apariencia general 8,47, olor 8,57, sabor 8,43 y consistencia 8,53, por lo tanto, se encuentran en la escala hedónica “Me gusta mucho”.

En la figura 25(d), se observa los resultados de la evaluación sensorial realizado por los panelistas del néctar sometido a tratamiento de pasteurización, a temperatura de 60°C/20min; los atributos evaluados tuvieron como resultados, apariencia general 8,77, olor 8,37, sabor 8,30 y consistencia 8,43, por lo tanto, se encuentran en la escala hedónica “Me gusta mucho”; así mismo en la figura 25(e), se observa los resultados de la evaluación sensorial realizado por los panelistas del néctar sometido a tratamiento de pasteurización, a temperatura de 70°C/15min; los atributos evaluados tuvieron como resultados, apariencia general 8,60, olor 8,50, sabor 8,67 y consistencia 8,07, por lo tanto, se encuentran en la escala hedónica “Me gusta mucho”; y por ultimo nn la figura 25(f), se observa los resultados de la evaluación sensorial realizado por los panelistas del néctar sometido a tratamiento de pasteurización, a temperatura de 80°C/10min; los atributos evaluados tuvieron como resultados, apariencia general 8,63, olor 8,70, sabor 8,50 y consistencia 8,60, por lo tanto, se encuentran en la escala hedónica “Me gusta mucho”.

Oladunjoye (2025), en su investigación termosonicación de la bebida de tamarindo para mejorar la calidad sometidos a 45 kHz, 200 W a 40°C/10 min, 50°C/20min y 60°C/30min, demostraron que las muestras sonicadas de ambos tratamientos no fueron significativamente diferentes en la calidad sensorial, los resultados obtenidos demostraron que la tecnología ultrasónica tiene el potencial de mejorar los atributos de calidad del producto procesado.

Como se observa en las figuras anteriores, de la evaluación sensorial realizado por los panelistas del néctar sometido a tratamientos de ultrasonido y pasteurización, los atributos evaluados de apariencia general, olor, sabor y consistencia están dentro de la escala de “Me gusta mucho”, esto se debe a la combinación de frutas para el néctar elaborado, ya que el tomate de árbol le dio consistencia, la carambola y el tomate de árbol permitió que el sabor del noni en el néctar no sea fuerte sino equilibrado ya que también el sabor dependió de los compuestos volátiles específicos de las frutas, así mismo en cuanto al olor, la combinación de la carambola con el tomate de árbol permitió al néctar tener un olor agradable y no fuerte como es el olor del noni; según los resultados obtenidos de la evaluación sensorial los atributos sensoriales se encuentran en la escala hedónica “Me gusta mucho” y ningún atributo sensorial está por debajo del valor 8, similar al reportado por Oladunjoye.

4.8 Tiempo de vida útil de los néctares sometidos a tratamiento de pasteurización y ultrasonidos

Tabla 29.

Tiempo de la vida útil en días de los néctares según sus características fisicoquímicas, que fueron sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonidos y almacenadas a temperaturas de 10°C, 27°C y 37°C

Tratamientos de pasteurización									
Características fisicoquímicas	60°C/20 min			70°C/15 min			80°C/10 min		
	Temperaturas de almacenamiento								
	10°C	27°C	37°C	10°C	27°C	37°C	10°C	27°C	37°C
Acidez (días)	118	73	53	149	89	58	181	126	70
Grados Brix (días)	65	52	42	87	69	54	116	74	59
pH (días)	106	52	42	147	91	56	169	122	70
Tratamientos de ultrasonidos									
Características fisicoquímicas	35°C/25 min			45°C/20 min			55°C/15 min		
	Temperaturas de almacenamiento								
	10°C	27°C	37°C	10°C	27°C	37°C	10°C	27°C	37°C
Acidez (días)	126	89	59	155	91	53	128	91	63
Grados Brix (días)	99	71	50	102	72	54	98	64	52
pH (días)	132	82	48	151	85	48	120	80	53

Como se muestra en la tabla 31, según el cálculo por medio de la ecuación de Arrhenius para el periodo de vida útil estimada en cuanto al pH, del tratamiento de pasteurización a (60°C/20 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 106 días, a temperatura de 27°C es de 52 días y a temperatura de 37 °C es 42 días; del tratamiento de pasteurización (70°C/15 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 147 días; a temperatura de 27°C es 91 días y a temperatura de 37 °C es 56 días; del tratamiento de pasteurización (80°C/10 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 169 días; a temperatura de 27°C es de 122 días y a temperatura de 37 °C es 70 días.

En cuanto a los °Brix, el periodo de vida útil del tratamiento (60°C/20 min) y almacenados a temperatura de 10°C es 65 días; a temperatura de 27°C es 52 días y a temperatura de 37 °C es 42 días; del tratamiento (70°C/15 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 87 días; a temperatura de 27°C es 69 días y a temperatura de 37 °C es 54 días y del tratamiento (80°C/10 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es de 116 días; a temperatura de 27°C es de 74 días y a temperatura de 37 °C es 59 días.

En cuanto a la acidez, el periodo de vida útil del tratamiento (60°C/20 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 118 días; a temperatura de 27°C es de 73 días y a temperatura de 37 °C es 53 días; del tratamiento (70°C/15 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 149 días; a temperatura de 27°C es de 89 días y a temperatura de 37 °C es 58 días; del tratamiento (80°C/10 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 181 días; a temperatura de 27°C es 126 días y a temperatura de 37 °C es 70 días.

Según la tabla 31, en cuanto al pH, según el cálculo de la ecuación de Arrhenius, el periodo de vida útil, del tratamiento de Ultrasonido (35°6/25 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 132 días; a temperatura de 27°C es de 82 días y a temperatura de 37 °C es 48 días; del tratamiento (45°C/20 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 151 días; a temperatura de 27°C es de 85 días y a temperatura de 37 °C es 48 días; del tratamiento (55°C/15 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 120 días; a temperatura de 27°C es de 80 días y a temperatura de 37 °C es 53 días.

El periodo de vida útil, de la evaluación de los °Brix, según el cálculo de la ecuación de Arrhenius, del tratamiento de Ultrasonido (35°C/25 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es de 99 días; a temperatura de 27°C es de 71 días y a temperatura de 37 °C es 50 días; del tratamiento (45°C/20 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 102 días; a temperatura de 27°C es 72 días y a temperatura de 37 °C es 54 días; del tratamiento de Ultrasonido (55°C/15 min.)

y almacenados a temperatura de 10°C es de 98 días; a temperatura de 27°C es de 64 días y a temperatura de 37 °C es 52 días.

En cuanto a la acidez, según el cálculo de la ecuación de Arrhenius, el periodo de vida útil, del tratamiento de Ultrasonido (35°C/25 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 126 días; a temperatura de 27°C es 89 días y a temperatura de 37 °C es 59 días; del tratamiento (45°C/20 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es de 155 días; a temperatura de 27°C es 91 días y a temperatura de 37 °C es 53 días; del tratamiento (55°C/15 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 128 días; a temperatura de 27°C es 91 días y a temperatura de 37 °C es 63 días.

Con respecto a la vida útil según la acidez, se observa que el tiempo de vida útil se acorta más a temperaturas extremas de 37°C ya que es debido a que aumenta la acidez, esto podría ser por la disociación de los ácidos orgánicos propios de la fruta y la temperatura de almacenamiento Gutiérrez (2017) menciona que un producto alimenticio tiende a disminuir su calidad de a partir del primer día; al hablar de calidad hacemos referencia a fisicoquímica como es la acidez, pH, solidos solubles, viscosidad y densidad.

Jesús & López (2019), mencionan que la vida útil de un alimento o bebida representa aquel periodo de tiempo durante el cual el alimento o bebida mantiene sus características fisicoquímicas y es apto para el consumo humano; (Contreras & Purisaca, 2018), de su investigación de una bebida funcional a partir de yacón y piña endulzado con Stevia, el cual sometieron a tratamiento térmico de 90°C/2min, determinaron que la vida útil fisicoquímica fue de 15 días. Mgaya-Kilima (2014), manifiestan que el jugo de jamaica, mango, papaya y guayaba pasteurizados a 82,5 °C durante 20 min y almacenadas en botellas de plástico de 100 mL a 28 y 4 °C durante 6 meses, donde el pH aumento significativamente, mientras que la acidez titulable disminuyó con el aumento del tiempo de almacenamiento.

De los resultados obtenidos de la investigacion realizada comparada con los resultados de los investigadores citados, la vida útil fisicoquímica de los nectares es mayor y esto se debe a los parámetros de pH acidez del néctar, inocuidad durante el proceso, tratamiento térmico y sonicacion eficiente, así como la temperatura de almacenamiento que tuvo influencia directa en la vida útil del néctar, del estudio realizado la temperatura que mejor conservó al producto según tratamientos fue la temperatura de 10°C pudiéndose extender más su vida útil si se hubiera almacenado a temperaturas menores a 10°CC.

Tabla 30.

Tiempo de la vida útil en días de los néctares según sus características sensoriales, que fueron sometidos a tratamientos de pasteurización y ultrasonidos y almacenadas a temperaturas de 10°C, 27°C y 37°C

Tratamientos de pasteurización									
Características sensoriales	60°C/20 min			70°C/15 min			80°C/10 min		
	Temperaturas de almacenamiento								
	10 °C	27 °C	37 °C	10 °C	27 °C	37 °C	10 °C	27°C	37 °C
Apariencia general (días)	101	59	45	145	91	36	164	97	74
Olor (días)	108	55	39	108	54	38	169	57	46
Sabor (días)	97	41	27	130	55	35	167	84	60
Consistencia (días)	109	48	33	129	66	47	174	82	56
Tratamientos de ultrasonidos									
Características sensoriales	35°C/25 min			45°C/20 min			55°C/15 min		
	Temperaturas de almacenamiento								
	10 °C	27 °C	37 °C	10 °C	27 °C	37°C	10 °C	27°C	37 °C
Apariencia general (días)	71	53	45	106	61	46	125	81	65
Olor (días)	73	45	35	107	54	32	133	71	52
Sabor (días)	96	60	45	111	55	40	146	85	61
Consistencia (días)	75	52	45	106	64	50	133	80	62

En la tabla 32 se muestra el periodo de vida útil sensorial del atributo apariencia general calculado con la ecuación de Arrhenius, se tiene: del tratamiento de pasteurización (60°C/20 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 101 días; a temperatura de 27°C es 59 días y a temperatura de 37 °C es 45 días; del tratamiento (70°C/15 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 145 días; a temperatura de 27°C es 91 días y a temperatura de 37 °C es 36 días; y del tratamiento (80°C/15 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 164 días; a temperatura de 27°C es 97 días y a temperatura de 37 °C es 74 días.

En cuanto al atributo sensorial olor del tratamiento (60°C/20 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es de 108 días; a temperatura de 27°C es 55 días y a temperatura de 39 °C es 45 días; del tratamiento (70°C/15 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 108 días; a temperatura de 27°C es 54 días y a temperatura de 37 °C es 38 días; y del tratamiento (80°C/10

min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 169 días; a temperatura de 27°C es 57 días y a temperatura de 37 °C es 46 días.

El periodo de vida útil, del atributo sensorial sabor del tratamiento térmico de pasteurización (60°C/20 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 97 días; a temperatura de 27°C es de 41 días y a temperatura de 37 °C es 27 días; del tratamiento (70°C/15 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 130 días; a temperatura de 27°C es 55 días y a temperatura de 37 °C es 35 días; del tratamiento (80°C/10 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 167 días; a temperatura de 27°C es 84 días y a temperatura de 37 °C es 60 días.

El periodo de vida útil, del atributo consistencia del tratamiento térmico de pasteurización (60°C/20 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 109 días; a temperatura de 27°C es 48 días y a temperatura de 37 °C es 33 días; del tratamiento (70°C/15 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 129 días; a temperatura de 27°C es 66 días y a temperatura de 37 °C es 47 días; del tratamiento (80°C/10 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 174 días; a temperatura de 27°C es 82 días y a temperatura de 37 °C es 56 días.

La vida útil estimada, según el cálculo de la ecuación de Arrhenius del atributo apariencia general del tratamiento de ultrasonido (35°C/25 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 71 días; a temperatura de 27°C es 53 días y a temperatura de 37 °C es 45 días; del tratamiento (45°C/20 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 106 días; a temperatura de 27°C es 61 días y a temperatura de 37 °C es 46 días; del tratamiento (55°C/15 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 125 días; a temperatura de 27°C es 81 días y a temperatura de 37 °C es 65 días.

El periodo de vida útil estimada, según el cálculo de la ecuación de Arrhenius de la evaluación sensorial del atributo olor del tratamiento de ultrasonido (35°C/25 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 73 días; a temperatura de 27°C es 45 días y a temperatura de 37 °C es 35 días; del tratamiento (45°C/20 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es de 107 días; a temperatura de 27°C es 54 días y a temperatura de 37 °C es 32 días; del tratamiento (55°C/15 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 133 días; a temperatura de 27°C es 71 días y a temperatura de 37 °C es 52 días.

Según los resultados de la evaluación sensorial, la vida útil, del atributo sabor del tratamiento de ultrasonido (35°C/25 min.) según el cálculo de la ecuación de Arrhenius en el néctar y almacenados a temperatura de 10°C es 96 días; a temperatura de 27°C es 60 días y a temperatura

de 37 °C es 45 días; del tratamiento (45°C/20 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 111 días; a temperatura de 27°C es 55 días y a temperatura de 37 °C es 40 días y del tratamiento (55°C/15 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 146 días; a temperatura de 27°C es 85 días y a temperatura de 37 °C es 61 días.

El periodo de vida útil, de la evaluación sensorial del atributo consistencia del tratamiento de ultrasonido (35°C/25 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 75 días; a temperatura de 27°C es 52 días y a temperatura de 37 °C es 44 días; del tratamiento (45°C/20 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 106 días; a temperatura de 27°C es 64 días y a temperatura de 37 °C es 50 días y del tratamiento (55°C/15 min.) y almacenados a temperatura de 10°C es 133 días; a temperatura de 27°C es 80 días y a temperatura de 37 °C es 62 días. Saeeduddin, et al (2017), estudiaron la vida útil del néctar de pera que fue sometido a tratamiento de pasteurización a 95°C/5min y almacenado a 4 °C, el cual se mantuvieron en buen estado después de 21 días de almacenamiento; así mismo Mamani & Quiroz (2017), demostraron que las temperaturas óptimas de conservación se encuentran en el rango de 0 a 10°C y que el néctar puede tener una vida útil de 35 días. Wang et al. (2018), manifiestan que la pasteurización a 60 °C/30 min del jugo de sandía mantuvieron su olor ya que fue similar al del jugo sin pasteurizar; además, la vida útil alcanzó los 101 y 14 días a 4 y 25 °C, respectivamente. Hough & Fiszman (2005) mencionan que la vida útil de un alimento es el periodo de tiempo durante el cual se conserva apto para el consumo humano y debe mantener sus características **sensoriales**; (Saeeduddin, et al., 2017), estudiaron **la vida útil sensorial** del néctar de pera**,** que fue sometido a tratamiento con ultrasonido a 30 kHz de 25°C/10min, 45°C/10min y 65°C/10min, posteriormente almacenado a 4 °C para evaluar su vida útil; los tratamientos de 25°C/10min, 45°C/10min tuvieron una vida útil de 15 días. (Bermudez-Aguirre, 2022), describe que el uso de ultrasonido extiende la vida útil de los productos alimenticios. Tucto (2019) mencionan que, “la forma de cambio de vida útil del néctar es el grado de aceptabilidad, porque el sabor, el color y el olor son atributos que afectan más la aceptabilidad del consumidor, y su degradación es la detectable más simple y rápida”. (León, 2010) en su investigación de néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua obtuvo un tiempo de vida útil sensorial de 30 días.

De los resultados obtenidos de la investigacion realizada comparada con los resultados de los investigadores citados, la vida útil sensorial de los nectares fue mayor y esto se debe a los parámetros de pH acidez del néctar empleaos, la inocuidad durante el proceso, tratamiento térmico

y sonicacion eficiente, así como la temperatura de almacenamiento que tuvieron influencia directa en la vida útil del néctar, del estudio realizado la temperatura que mejor conservó al producto según tratamientos fue la temperatura de 10°C pudiéndose extender un más su vida útil se hubiera almacenado a temperaturas menores a 10°C.

4.9 Características microbiológicas de los néctares de los mejores tratamientos de ultrasonido y pasteurización

Tabla 31.

Características microbiológicas de los néctares, del mejor tratamiento de pasteurización, y almacenadas a temperatura de 27°C por 42 días

Ensayos	Resultados	Valores de referencia
Coliformes totals (NMP/ml)	<3	<10
Aerobios mesofilos UFC/ml	<10	<10
Recuento de mohos (UFC/ml)	<10	<10
Recuento de levaduras (UFC/ml)	<10	32x102

Tabla 32.

Características microbiológicas de los néctares, del mejor tratamiento de ultrasonido y almacenadas a temperatura de 27°C por 42 días

Ensayos	Resultados	Valores de referencia
Coliformes totals (NMP/ml)	<3	<10
Aerobios mesofilos (UFC/ml)	<10	<10
Mohos (UFC/ml)	<10	<10
Levaduras (UFC/ml)	<10	32x102

Según las tablas 33 y 34 de los resultados microbiológicos de los mejores tratamientos del néctar de sometidos a ultrasonido (45°C/20min) y pasteurización (80°C/10min), indican que los néctares son inocuos y son aptos para el consumo humano según la NTP y criterios microbiológicos del

MINSA (2008). (Saeeduddin, 2017), en jugo de pera por ultrasonido a una frecuencia de 20 kHz demostrando que a 65 °C/10 min, obtuvo inactivación completa de los microorganismos asimismo el mismo autor también menciona que en tratamiento de pasteurización 95°C/2minutos se observó una inactivación completa de microrganismos; por otro lado, (Quinatzin, 2013) demostraron en su investigación del jugo de tuna morada que el efecto del tratamiento de ultrasonido por tiempos de 15 y 25 min reduce significativamente los microorganismos; También, (Contreras & Purisaca, 2018), de su investigación de una bebida que sometieron a pasteurización de 90°C/2min, reportó ausencia de mesófilos viables y coliformes totales. Por otro lado, (Guerrouj et al., 2016) registraron reducciones significativas en la carga microbiana (mesófila aeróbica, levaduras y mohos) correspondientes al tiempo de sonicación de jugo de naranja; según los resultados indicaron, que la sonicación combinada con temperaturas suaves puede emplearse como una técnica adecuada para el procesamiento de jugos de frutas y puede aplicarse para mejorar su seguridad y calidad nutricional. Reale (2020) de la pasteurización del puré de albaricoque dieron como resultado una reducción drástica de las cargas microbianas permitiendo alcanzar cargas microbianas por debajo del límite de detección.

La reducción de la carga microbiana que se muestran en las tablas 33 y 34, muestran valores obtenidos del análisis microbiológico por debajo de valores referenciales del MINSA, el cual se asemeja con los resultados obtenido por los investigadores citados, esto se debe a que los tratamientos empleados en la pasteurización y ultrasonido fueron óptimos y se aplicó una buena inocuidad durante el proceso, además el pH de los nectares en tratamiento, estuvieron por debajo de 4,5 inhibe y limita el desarrollo de microorganismos durante el almacenamiento, conservando el producto libre de microrganismos patógenos, también la inactivación completa durante la pasteurización puede atribuirse a su impacto térmico en las estructuras celulares, la desnaturalización de las proteínas y la alteración de la morfología celular que resulta en la muerte celular, por otro lado la reducción en la población microbiana con ultrasonido podría atribuirse a la cavitación que resulta en una presión termo mecánica, este desarrollo crea ciertos fenómenos alrededor de la estructura microbiana, como la alteración de la pared celular, la lixiviación de los componentes proteicos y la sonólisis de la función enzimática que resulta en la inactivación microbiana.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se caracterizó a las frutas empleadas en la investigación, la fruta que presentó mayor contenido de polifenoles totales y vitamina C y mayor capacidad antioxidante fue el noni.

- Los néctares de *Morinda citrifolia, Averrhoa carambola* y *Solanum betaceum* que fueron tratados por pasteurización y ultrasonido no tuvieron diferencias significativas en sus características fisicoquímicas.

- Los néctares tratados por el método de ultrasonido que presentaron mayor cuantificación de polifenoles totales y vitamina C y mayor capacidad antioxidante por los ensayos ABTS, DPPH y ORAC, fue el T4 (45°C/15min), del método de pasteurización, el T8 (80C/15min) presentó mayor cuantificación de polifenoles totales y mayor capacidad antioxidante por los ensayos ABTS DPPH y ORAC.
- Los néctares fueron evaluados sensorialmente de los atributos de apariencia general, olor, sabor y consistencia se ubicaron en la escala hedónica de “Me gusta mucho”,

- La vida útil de los néctares según características fisicoquímicas y sensoriales, aplicando la ecuación de Arrhenius a tres temperaturas de almacenamiento (10, 27 y 37) °C/42 días; los néctares del método de pasteurización que se proyectó con mayor tiempo de vida útil fue el tratamiento T7 (80°C/10 min) y del método de ultrasonido que se proyectó con mayor tiempo de vida útil fueron los tratamientos T5 (45°C/20 min) y T7 (55°C/15 min).

- Los resultados microbiológicos indican que los néctares elaborados son inocuos y son aptos para el consumo humano, ya que se encuentran dentro de los límites de la norma técnica peruana

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar más ensayos por otros métodos para determinación de capacidad antioxidante como son el FRAP, TRAP, TEAC, así como, determinar carotenoides, antocianinas.

- Realizar estudios de aceptabilidad con consumidores potenciales de bebidas funcionales y evaluar por el modelo paramétrico de Weibull.

- Realizar más estudios en bebidas funcionales con métodos no agresivos para aprovechar al máximo los compuestos bioactivos de las frutas, así como incentivar su consumo para el beneficio de la salud.

- Realizar evaluación nutricional en investigaciones de bebidas funcionales elaboradas a partir de frutas.

- Poner en práctica los resultados de la optimización de deseabilidad para los polifenoles totales, vitamina C, capacidad antioxidante por los 3 métodos ABTS, DPPH y ORAC obtenido por el software statistica aplicado para procesar los resultados en la presente investigación para el tratamiento de pasteurización una temperatura de 71,5 °C por tiempo de 15 min y para el tratamiento de ultrasonido 46 °C y por un tiempo de 20 min.

- Aplicar la tecnología de ultrasonido e implementar para el procesamiento de jugos de frutas a nivel industrial.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahmad, A, Mat-Daud, Z. & Ismail A. (2018). Review on potential therapeutic effect of *Morinda citrifolia* L. Science Direct 8:62-67 https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214799316300480?via%3Dihub

Alam, A., Biswas, M., Ahmed, T., Zahid, M., Alam, M., Hasan, M., Biswas, B. y Zaman, R. (2023) Efecto de la pasteurización térmica y ultrasónica en las propiedades fisicoquímicas y la actividad antioxidante del jugo extraído de piña madura y sobremadura. *Food and Nutrition Sciences*, Vol. 14. 300-314. https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=124282

Alfaro, S. (2019). Diseño de una bebida funcional con capacidad antioxidante a base de pulpa de mango *(Mangifera indica L.*), noni (*Morinda citrifolia*) y aguaymanto (*Physalis peruviana* L.). Escuela de Posgrado. Universidad Nacional Federico Villareal. Lima. Perú. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNF_b31530ddcbba804e35658d407e1ee83d

Almeida, E., De Oliveira, D. & Hotza D. (2019). Properties and Applications of Morinda citrifolia (Noni): A Review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1541-4337.12456

AOAC (2012), Total Antioxidant Activity, Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC). Using Fluorescein as the Fluorescence Probe. AOAC Official Method 2012.23.

Asraful A., Mrityunjoy B., Tanjim, A., Ashrafuzzaman,M., Mahfujul A., Mustafa K., Hasan1, B. & Zaman, A. (2023). Effect of Ultrasound and Thermal Pasteurization on Physicochemical Properties and Antioxidant Activity of Juice Extracted from Ripe and Overripe Pineapple. Food and Nutrition Sciences, 2023, 14, 300-314. https://www.scirp.org/pdf/fns_2023041315093522.pdf

Bailón-Moreno, R., Olivares-Arias, V., Vicaria, J. M., & Chiadmi-García, L. (2018). Shelf-life kinetic model for freeze-dried oranges using sensory analysis and luminance determination. *Journal of food science and technology*, *55*(10), 4013-4019. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6133870/

Barra, J. (2019). Actividad antioxidante, polifenoles totales y vitamina C del zumo de noni (*Morinda Citrifolia L.*) obtenido por prensadoneumático provenientes de la Provincia de Satipo. Universidad Peruana Los Andes. Facultad de Ciencias de la salud. Escuela Profesional de farmacia y Bioquímica. https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1208

Barrera, V., Zapata, A., Martínez, A, Escudero, L., Merino, J. & Zapata, J. (2022). Caracterización y tipificación de los sistemas de producción de tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav*) en Ecuador. Quito: ARCOIRIS Producciones Gráficas; 2022. https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/29176

Barzola, D. (2018). Elaboración de néctar de carambola (Averrhoa carambola L.) Enriquecido con hierro. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad del centro del Perú. Huancayo. https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3199

Bazán, P. & Mejía, V. (2023). Formulación de una bebida funcional de naranja *(Citrus Sinensis)*, limón *(Citrus Limón)*, jengibre *(Zingiber Officinale)* y miel; su aceptabilidad, vitamina c y polifenoles totales. Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote. Perú. https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4510

Bermudez-Aguirre, D. & Niemira, B. (2022). Pasteurization of Foods with Ultrasound: The Present and the Future. Applied Sciences 12(20). https://www.mdpi.com/2076-3417/12/20/10416

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. & Berset, C. (1995) Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. LWT-Food Science and Technology, 28, 25-30. http://dx.doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5

Calderón, S. & Morán, L. (2020). Optimization of the content of bioactive compounds inthe mixed nectar made from passion fruit *(Passiflora edulis)*, star fruit *(Averrhoa carambola)*and mango *(Mangifera indica)* juices using the mix design. *Functional Food Science and Technology Journal*, *2*(1), 57-69. http://revistas2.unprg.edu.pe/ojs/index.php/cytaf

Campoli, S., Rojas, M., Amaral, J., Canniatti-Brazaca, S. & Augusto, P. (2018). *Ultrasound processing of guava juice: Effect on structure, physical properties and lycopene in vitro accessibility*. Food Chemistry, 268, 594–601. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814618311002

Cano, A., Maestre, A., Hernández-Ruiz, J. & Arnao, M (2023). ABTS/TAC Methodology: Main Milestones and Recent Applications. Processes 2023, 11, 185. https://www.mdpi.com/2227-9717/11/1/185

Cañizares, A. (2018). Frutales no tradicionales. Aprovechamiento industrial del tamarindo estrella o carambola. *INIA Divulga. Revista de Difusión de Tecnología Agrícola, pecuaria, pesquera y acuícola.*, 23, 2-9.

Carrillo-López A. & Yahia E. (2018). *Noni (Morinda citrifolia L.). Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits*. Vol. 4. Cambridge, UK: Woodhead.

Cao, X., Bi, X., Huang, W., Wu, J., Hu, X. & Liao, X. (2012). *Changes of quality of high hydrostatic pressure processed cloudy and clear strawberry juices during storage*. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 16: 181 - 190. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S146685641200077X

Cao, X., Cai, C., Wang, Y. & Zheng, X. (2019). Effects of Ultrasound Processing on Physicochemical Parameters, Antioxidants, and Color Quality of Bayberry Juice. *Journal of Food Quality*. 7917419 https://doi.org/10.1155/2019/7917419

Castro, Y. & Altamar, T. (2019). Néctar de carambolo (averrhoa carambola) y limonaria (cymbopogon citratus) como alternativa de trasformación de recursos agrícolas en la Región. *Revista Teinnova*, *4*(1), 23–31. https://revistas.sena.edu.co/index.php/CDITI/article/view/2944

Cassani, L., Tomadoni, B., & Del Rosario Moreira, M. (2020). Green ultrasound-assisted processing for extending the shelf-life of prebiotic-rich prebioticrich strawberry juices. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(15), 5518–5526.https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.10604

Chávez, M. (2022). Evaluación fisicoquímica, sensorial y reológica de la mermelada de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*). Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú. https://repositorio.unas.edu.pe/items/e955e0f4-69f4-4613-ac64-e7a7be6848c1

Chemat, F. & Kamran, M. (2011). *Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. Food Science and Technology*. Volume 18, Issue 4, July 2011, Pages 813-835. https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2010.11.023 https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1350417710002385

Cheng, L., Soh, C., Liew, S. & Teh, F. (2007). Effects of Sonication and Carbonation on Guava Juice Quality. Food Chemistry, 104 (1) pág. 1396-1401. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814607001720

Contreras, E. & Purisaca, J. (2018). Elaboración y evaluación de bebida funcional a partir de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) y piña (*Ananas comosus*) endulzado con stevia. Escuela Profesional Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote Perú.

Cordero, R. (2023). Evaluación del impacto de la sonicación sobre los micronutrientes y el color del jugo de piña (*Ananas comosus*) pulposo. Maestría en Ciencia de Alimentos. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. https://kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/88271

Coronado, R. (2019). Elaboración de Una Bebida con Extracto de Zanahoria (*Daucus Carota*) Combinado con Zumo de Mandarina (*Citrus Reticulata*) y Naranja Agria (*Citrus Aurantium*) y Evaluación de su Capacidad Antioxidante. Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho. Perú. https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/3056

Crapse, J., Pappireddi, N., Gupta, M., Shvartsman, S., Wieschaus, E. & Wühr, M. (2021) Evaluación de la ecuación de Arrhenius para procesos de desarrollo. Biología de sistemas moleculares. https://www.embopress.org/doi/full/10.15252/msb.20209895

Cruz, N., Ariza, J., Garcia, E., Ramirez, E., Velasquez, R. & Zafra, Q. (2022). Procesamiento óptimo por termoultrasonido del néctar de yaca (*Artocarpus heterophyllus* lam.): características fisicoquímicas, propiedades antioxidantes, calidad microbiana y comparación del perfil de ácidos grasos con el néctar pasteurizado. Journal of food processing and preservation. Journal of food processing and preservation IFST.

Custode, C. (2015). Estudio comparativo entre la pasteurización abierta y al vacío en las propiedades físico-químicas, microbiológicas y sensoriales deun néctar a base de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.), zanahoria (*Daucus carota* L.) y noni (*Morinda citrifolia* L.). Facultad de Ingeniería de Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. https://repositorio.uta.edu.ec/items/90e4f00d-c2ef-4e55-be9b-9be8547b42f4

De Albuquerque, J., Escalona-Buendía, H., de Magalhães Cordeiro, A., dos Santos Lima, M., de Souza Aquino, J., & da Silva Vasconcelos, M. A. (2021). Ultrasound treatment for improving the bioactive compounds and quality properties of a Brazilian nopal (Opuntia ficusindica) beverage during shelf-life. *Lwt*, *149* https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111814

Dubrovic, Y., Herceg, Z., Jambrak, A., Badanjak, M. & Dragovic-Uzelac, V. (2011). Efecto del ultrasonido de alta intensidad y la pasteurización sobre el contenido de antocianina en el jugo de fresa. Tecnología de alimentos y biotecnología. Vol. 49;2 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000292122700007

Duque, L. (2018). Plan de exportación del jugo de noni evergreen¨ producido artesanalmente por la finca ¨la herradura ubicado en la provincia de Manabi-Ecuador para el periodo 2014-2018. Universidad de las fuerzas armadas Ingeniería de comercio exterior y negociación internacional. Ecuador. https://repositoriobe.espe.edu.ec/server/api/core/bitstreams/feccee0e-cec9-4af4-bb2a-f27c5a8b23a6/content

Enriquez, I. & Ore, F. (2021). *Elaboración de una bebida funcional a base de malta de Amaranthus caudatus L. y pulpa de Hylocereus triangularis*. Ciencia latina. 5(3). Pág. 10-15 https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/536

Estrada, R. (2022). Influencia de la termosonicación sobre compuestos bioactivos, inactivación enzimática y microbiológica en néctar de fresa (*Fragaria ananassa*). Tecnológico Nacional de México. Nayarit. México. https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/5935/1/TESIS%20MCA-2022-DALIA%20MARIEL%20SOTELO%20LARA.pdf

Fernández, C. & Romero, G. (2021). Actividad antioxidante y polifenoles totales de una bebida funcional a base de zumo y cáscara de *Punica granatum*. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote. Perú. https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3822

Grández. G. (2008). Evaluación sensorial y fisicoquímica de néctares mixtos de frutas a diferentes proporciones. Universidad de Piura. https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1553

Guerrouj, K., Sánchez-Rubio, M., Taboada, A., Cava-Rolla, R. & Marín-Iniesta, F. (2016). Sonication at mild temperatures enhances bioactive compounds and microbiological quality of orange juice. Procesamiento de alimentos y bioproductos. Web of Science. Vol. 99:28 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000380625200003

Guzmán, D. (2021). Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en el procesado del zumo de huito (*Genipa americana* l.). Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Tecnología de Alimentos. Escuela de Posgrado. Maestría en Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima. Perú. https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4750

Herrera, A. (2020). Aplicación de ultrasonido de alta intensidad en la formulación de una bebida funcional de lactosuero-avena. Universidad Autónoma de Chihuahua. Investigación, y Posgrado. Chihuahua. México. http://repositorio.uach.mx/311/1/Tesis.pdf

Hough, G. & Fiszman, S. (2005). Estimación de la vida útil sensorial de alimentos. CYTED. Valencia. España. https://plataformaiestphuando.com/wp-content/uploads/2023/02/LIBRO-ESTIMACION-DE-LA-VIDA-UTIL-SENSORIAL-DE-LOS-ALIMENTOS.pdf

INDECOPI (2009). Norma Técnica NTP 203.110 Peruana 2009: 2009-06-24 1 Edición. https://pdfcoffee.com/norma-tecnica-ntp-203110-peruana-2009-2009-06-24-1-edicion-4-pdf-free.html

Javanmardi, K. (2016). *Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage*. Postharvest Biology and Technology. Volume 41, Issue 2. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925521406000895

Jesús, D. & López, M. (2019). Evaluación de la vida útil del néctar de mango *(mangifera indica)* y maracuyá *(passifloraedulis)* con adición de harina de tarwi *(lupinus mutabilis).* Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote.. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSR_7934216dd33c65b6973102d1930e808c/Details

Jokar, A., & Azizi, M. (2022). Formulation and production of persimmon milk drink and evaluation of its physicochemical, rheological, and sensorial properties. *Food Science & Nutrition*, 10, 1126–1134. https://doi.org/10.1002/fsn3.2772

Krishnan, R., Kumar, P. & Mili, P. (2019). Quality Assessment of Kaji Lemon (*Citrus limon*) Juice Under Ultrasound and Pasteurization Processing Conditions. Técnicas inteligentes y aplicaciones en ciencia y tecnología. ICIMSAT. pp 16–23. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-42363-6_3

Krishnan, R., Begum, S., Das, P. & Nayak, P. (2023). Hurdle effect of thermosonication and non-thermal processing on the quality characteristics of fruit juices: An overview. *Journal of Food Process Engineering*, 46(6), e14310. https://doi.org/10.1111/jfpe.14310

Kone-Soro, H., Youssouf, K., David, A & Doudjo, S. (2020). Effet Du Procédé de Valorisation de La Pulpe de Prunes Noires (*Vitex Doniana*) En Nectars Sur Les Caractéristiques Physicochimiques et Nutritionnelles , *Revista Internacional de Innovación y Estudios*

Aplicados.30. 728 – 739.https://www.proquest.com/openview/97d40debb2807ba836d3cbdd90b2e15d/1?cbl=2031961&pq-origsite=gscholar

Kumur, P., Basumatario, N., Mohan, C., Seth, D. & Krishnan, R. (2020) Impact of thermosonication and pasteurization on total phenolic contents, total flavonoid contents, antioxidant activity, and vitamin C levels of elephant apple (*Dillenia indica*) juice. Journal of Food Process Engineering. Food science and nutrition. https://doi.org/10.1111/jfpe.13447

Lafarga, T., Queralt, A., Bobo, G., Abadias, M. & Aguiló-Aguayo, I. (2021). Tecnologías de procesamiento térmico. En Formulación de alimentos (eds S. Pathania y BK Tiwari). https://doi.org/10.1002/9781119614760.ch9

Llantoy, M. (2020). Efecto del tratamiento térmico sobre la capacidad antioxidante y la retención de antocianas del néctar de arándano (*vaccinium corymbosum*). Universidad nacional del Centro del Perú. Junín. https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/6827

Loachamin, F. & Molina, J. (2022). Evaluacion del efecto de la temperatura y tiempo en la actividad antioxidante del arazá *(Eugenia stipitata).* Universidad de Guayaquil. http://www.fiq.ug.edu.ec

Magno, M. & Chero, T. (2019). Capacidad antioxidante, contenido de polifenoles totales, ácido ascórbico y características sensoriales de una bebida funcional a partir de carambola y granadilla. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ciencias Aplicadas. Universidad nacional del Centro del Perú. Huancayo.https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/7401

Mamani, R. & Quiroz, J. (2017). Investigación para la cuantificación de ácido ascórbico en la elaboración de una bebida de noni (M*orinda citrifolia*) con maracuyá (*Passiflora edulis*). Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.https://repositorio.unsa.edu.pe/items/6a2b3263-499d-49bb-b16a-27f0d0f654ca

Margean, A., Lupu,, M., Alexa, E., Padureanu, V., Canja, CM., Cocan, I., Negrea, M., Calefariu, G. & Poiana, M.-A. (2020). An Overview of Effects Induced by Pasteurization and High-Power Ultrasound Treatment on the Quality of Red Grape Juice. *Molecules* Vol. *25* :7.https://doi.org/10.3390/molecules25071669

Martinez A. & Rosenberger M. (2018). Modelado numérico de pasteurización artesanalde leche y jugos naturales. *Asociación argentina de mecánica computacional*. https://cimec.org.ar/ojs/index.php/mc/article/view/4499

Martinez, F. (2016). *Efecto de la temperatura sobre los compuestos fenolicos y la capacidad antioxidante en el residuo de la produccion de jugo de mandarina (citrus reticulata satsuma).* Celaya, México: Investigación y desarrollo en ciencia y tecnología de alimentos.http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/1/9/146.pdf

Márquez, C., Otero, C., Rojano, B. & Osorio, J. (2014). *Actividad antioxidante y concentración de compuestos fenólicos del tomate de árbol (Cyphomandra betacea S) en poscosecha*. Temas agrarios. 19 (2), pág. 173-184.https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/732

Matute-castro et al. (2022). Diseño de una bebida a base de *Solanun bataceum* (tomate de árbol) y cascarilla de *Theobroma cacao* (cacao). UNEMI. https://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/1539

Medina, B. & Pagano, G. (2003). Caracterización de la pulpa de guayaba *(Psidium guajava L.)* tipo "Criolla Roja". *Revista de la Facultad de Agronomía*, *20*(1), 72-86.http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182003000100008&lng=es&tlng=es

Mgaya-Kilima, B., Fagertun R., Bernard, E. & Trude, W. (2014). Influence of storage temperature and time on the physicochemical and bioactive properties of roselle-fruit juice blends in plastic bottle. *Food Science & Nutrition.* 2(2): 181–191. https://doi.org/10.1002/fsn3.611

MINSA (200). Criterios microbiológicos para bebidas. https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2015/07/CRITERIOS-MICROBIOLOGICOS-RM-591-2008-MINSA.pdf

Mohammad, S. & Dornoush, H. (2020). *Ultrasound and malic acid treatment of sweet lemon juice: Microbial inactivation and quality changes.* Journal of food processing and preservation IFST. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfpp.14866

Montealegre, O. (2021). *Métodos analíticos para la determinación de capacidad antioxidante de aceites esenciales*. Universidad Nacional Abierta Y A Distancia. https://repository.unad.edu.co/handle/10596/41776

Montoya, S., Castillo, B., Cajas, M. & Garcia, F. (2022). Actividad antioxidante, fenoles totales y tamizaje fitoquímico de Dragón Fruit roja y amarilla. *Reciamuc*, *6*, 408–417 https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(3).julio.2022.408-417

Mukhtar, K., Nabi, B., Ghulam , M., Muhammad, F., Zia, S. Bhat, Z., F. , Hussain, S. & Aadil, R. (2024).Impact of Thermal, Ultrasonication, and Thermosonication Processes on the Quality Profile of Watermelon-Beetroot Juice Blend: A Comparative Study, *Journal of Food Processing and Preservation. Journal of Food Processing and Preservation.* https://doi.org/10.1155/2024/5518914

Muhammad, A., Anees, A., Rehman, A., Abrar, A. & Muhammad, T. (2020). Evaluación del impacto de la ultrasonicación y el termoultrasonido en los índices de antioxidantes y el perfil polifenólico de la mezcla de jugo de manzana y uva. Journal of food processing and preservation IFST.https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfpp.14406

Muñoz-Bernal, Ó., Torres-Aguirre, G., Núñez-Gastélum, J., Rodrigo-García, J., Ayala-Zavala, J. & Álvarez-Parrilla, E. (2017). Nuevo acercamiento a la interacción del reactivo de Folin-

Ciocalteu con azúcares durante la cuantificación de polifenoles totales. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, *20*(2), 10.1016/j.recqb.2017.04.003.https://doi.org/10.1016/j.recqb.2017.04.003

Nakai, M., Kageyama, N., Nakahara, K., Miki, W. (2006). *Phlorotannins as radical scavengers from the extract of Sargassum ringgoldianum*. Marine Biotechnol 8: 409 - 414. DOI: 10.1007/s10126-005-6168-9 https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16602026/

Napio R., Tumuhimbise A. & Agea J. (2016). Composición nutricional y evaluación sensorial de mermelada y jugo procesados a partir de pulpa de fruto de karité de Uganda. 14. No. 14. http://repository.ruforum.org

Oladunjoye, O. & Olorunsola, O. (2025). Thermosonication: A Veritable Technique to Improve the Quality Attribute of Black Velvet Tamarind (*Dialium guineense* Wild) Beverage, *Journal of Food Processing and Preservation*. 8884671.https://doi.org/10.1155/jfpp/8884671

Oro, J. & Urcia S. (2018). Formulación de una bebida funcional a base de pulpa de aguaymanto (*phisalis peruviana*) y camucamu (*myrciaria dubia*) edulcorado con Stevia. http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3085

Ou, B., Chang, T., Huang, D. & Prior, R. L. (2019). Determination of Total Antioxidant Capacity by Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) Using Fluorescein as the Fluorescence Probe: First Action 2012.23. *Journal of AOAC International*, *96*(6), 1372-1376. doi:https://doi.org/10.5740/jaoacint.13-175

Paramjeet, K. & Parag, R. (2015). Effect of novel ultrasound based processing on the nutrition quality of different fruit and vegetable juices. Ultrasonics Sonochemistry. Vol.27. **https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2015.05.008**

Paria, M. &Terrones, R. (2021). Actividad antioxidante durante el pasteurizado de bebida a base de sanky (*Corryocactus Brevistylus*) y arándano (*Vaccinium Myrtillus)*. Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote. Perú. https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3766

Pérez, C. (2019). Efecto del tiempo de exposición al ultrasonido y temperatura en las propiedades fisicoquímicas, contenido de vitamina C y microbiológicas de la pulpa de zarzamora *(Rubus floribundus Kunth).* Editorial universitaria. Antenor Orrego Trujillo.https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/5156

Pérez-López, M., Barraza-Elenes, C., Camacho-Hernández, I., Gutiérrez-Dorado, R., Perales-Sánchez, R. & Carrillo-López, A. (2020). Cambios en la composición fitoquímica y capacidad antioxidante durante la maduración poscosecha de fruto de noni (*Morinda citrifolia* L.). Posgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Autonoma de Sinaloa. Culiacan. Sinaloa. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Vol. 5 (2020) 194-196. http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume5/5/3/39.pdf

Perez, Y. & Ramirez, C. (2018). Elaboración de una bebida funcional con capacidad antioxidante a base de Melón (*Cucumis melon)* , Maracuyá (*Passiflora edulis)* y Pimiento (*Capsicum annuum).* Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho. Perú. https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/6817

Piña, G., Peña, A., Garcia, M., Martinez, M., Lozoya, E. & Rodriguez, J. (2023). Compuestos bioactivos en frutos cultivados y silvestres de *Physalis* spp. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 46 (1): 11-19, 2023. Universidad Autónoma Chapingo. México. https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/46-1/2a.pdf

Ponce, S. (2019). Evaluación del uso potencial de la tecnología de ultrasonido sobre la calidad microbiológica y fisicoquímica de la pulpa de aguacate.https://www.proquest.com/openview/40c73997e17cece00a835031b6fa9597/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1806352

Poussian, B., Kourfom, G., Rakisewendé, E., Roamba, F., Tiendrebeogo, N., Mamounata, D, Santara, S. & Kiessoun, K. (2024). Evaluation of the Physicochemical, Microbiological Quality and Acceptability of Nectars and Jams from *Vitex doniana* Fruit, *Journal of Food Processing and Preservation*.https://doi.org/10.1155/2024/6810456

Pucuhuayla. E. & Valdivieso, T. (2018). Efecto del osmodeshidratado y secado por aire caliente sobre la capacidad antioxidante, β-carotenos, cinética y rehidratación en el liofilizado de carambola. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo. Perú. https://agris.fao.org/search/en/providers/125075/records/6749820e7625988a3722ddc5

Puma, Y. (2023). Efecto del tratamiento térmico en el contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del zumo de tuna (O*puntia - ficus indica)* en tres ecotipos. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional de Moquegua. Perú. https://repositorio.unam.edu.pe/items/077a5e78-b0aa-4883-a249-e6bc13d7657d

Quispe, R., Paredes, Y., Quispe, D., Zuñiga, M., Belizario, J. & Arapa, A. (2022*). Evaluación de la capacidad antioxidante en el escaldado de carambola (Averrhoa Carambola L.).* GENTRYANA. 1 (2) https://doi.org/10.55873/gentryana.v1i2.223

Quinatzin, Y., Cruz, N., Ramirez, E., Olivares, L., Villanueva, J. & Garcia, E. (2018). *Effects of ultrasound treatment in purple cactus pear (Opuntia ficus-indica) juice. Ultrasonics Sonochemistry*. ELSEVIER. 20(5), páginas 1283-1288. https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2013.01.021

Ramos, R. (2011). Evaluación de la capacidad antioxidante de productos tradicionales de la región Junín, “granadilla, guinda, habas, quiwicha, oca, quinua, tuna, tumbo y yacon”. Universidad nacional del centro del Perú. Huancayo Perú. https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1219

Rana, M., Xin-An, Z., Zhong, H. & Da-Wen S. (2013). Effects of ultrasound treatments on quality of grapefruit juice. Food Chemistry. Vol 141. Nro 3. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.008

Raso, J. & Álvarez, I. (2021). Aplicación de ultrasonidos al cocinado de alimentos. https://zaguan.unizar.es/record/98403/files/TESIS-2021-015.pdf

Reale, A., Di, R., Russo, A., Niro, S., Ottombrino, A. & Pellicano, M. (2020). Production of low-calorie apricot nectar sweetened with stevia: Impact on qualitative, sensory, and nutritional profiles. *Food Sci Nutr*. 8: 1837–1847. https://doi.org/10.1002/fsn3.1464

Rojas, I. (2019). Elaboración de néctar tropical de granadilla (*Passiflora ligularis*) con maracuyá (*passiflora edulis*) edulcorado con stevia. Universidad nacional de piura. Escuela profesional de Ingenieria Agroindustrial e Industrias Alimentarias. Universidad Nacional de Piura.https://repositorio.unp.edu.pe/items/bf881ca9-ab04-40ba-ad52-9e88a5211652

Rojas, D., Repo, R. & Encina, C. (2017). Determinación de la máxima retención de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el néctar de tomate de árbol (*Solanum betaceaum* Cav.). Revista de la sociedad química del Perú. Vol.83, No.2 Lima. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2017000200004

Saavedra, J. (2023). Elaboración y evaluación de una bebida funcional de Yacón (*Smallanthus sanchofilius)* y Maracuyá (*Passiflora edulis S.)* edulcorado con Stevia. Universidad Nacional de Frontera. Sullana. Piura. https://repositorio.unf.edu.pe/items/16c87e91-6138-4ed4-b1ff-9ecb01091f68

Saeeduddin, M., Abid, M., Jabbar, S., Wu, T., Yuan, Q., Riaz, A., Hu, B., Zhou, L. & Zeng, X. (2017). Nutritional, microbial and physicochemical changes in pear juice under ultrasound and commercial pasteurization during storage. Journal of food processing and preservation. View Web of Science Researcher. Vol. 41:6 https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000417195400025

Saeeduddin, M., Abid, M., Jabbar, S. & Wu, T. (2018). Quality assessment of pear juice under ultrasound and commercial pasteurization processing conditions. Food Science and Technology. Volume 64, Issue 1, November 2018, Pages 452-458 https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.05.005

Saeeduddin, M., Abid, M. & Jabbar, S. (2017). *Nutritional, microbial and physicochemical changes in pear juice under ultrasound and commercial pasteurization during storage*. *J.* Food Process Preservation. 41(6)https://doi.org/10.1111/jfpp.13237

Saikia, S; Mahnot, N. & Mahanta, C. (2016). A comparative study on the effect of conventional thermal pasteurisation, microwave and ultrasound treatments on the antioxidant activity of five fruit juices. Food science and technology international. Vol.22:14.https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26190045/

Santhirasegaram, V., Razali, Z. & George, D. (2015). Effects of Thermal and Non-thermal Processing on Phenolic Compounds, Antioxidant Activity and Sensory Attributes of Chokanan Mango (*Mangifera indica* L.) Juice. *Food Bioprocess Technol* 8, 2256–2267.https://doi.org/10.1007/s11947-015-1576-y

Sattar, S., Imran, M. & Mushtaq Z. (2019). Functional quality of optimized peach-based beverage developed by application of ultrasonic processing. *Food Sci Nutr*. 7 : 3692-3699 .https://doi.org/10.1002/fsn3.1227

Seydi, Y., Harun, A., Başak, G. & Mehmet, A. (2019**).** Procesamiento de termosonicación de jugo de membrillo (Cydonia Oblonga): Thermosonication processing of quince juice: Effects on total phenolics, ascorbic acid, antioxidant capacity, color and sensory properties. Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Vol. 43.https://doi.org/10.1590/1413-7054201943019919

Shivakumar, A. & Kumar, M. (2018). Critical Review on the Analytical Mechanistic Steps in the Evaluation of Antioxidant Activity. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, *48*(3), 214 - 236. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29337589/

Shourove, J., Zzaman, W., Chowdhury, R. S., & Hoque, M. M. (2020). Effect of Thermal Treatment on Physicochemical Stability and Antioxidant Properties of Locally Available Underutilized Star Fruit Juice. *Asian Food Science Journal*, *March*, 41–53. https://doi.org/10.9734/afsj/2020/v14i330133

Soler-Morales, O., Dominguez, L. & Fonseca, P. (2018). *Chemical composition of flour noni fruit*. Revista Gramma Ciencia. Vol. 18. No. 3.

Tchuenchieu A, Essia Ngang J. & Servais M. (2018) Effect of low thermal pasteurization in combination with carvacrol on color, antioxidant capacity, phenolic, and vitamin C contents of fruit juices. *Food Sci Nutr*. 6: 736–746.https://doi.org/10.1002/fsn3.611

Teófilo, E., Dávila, R. & Ríos, E. (2014). Evaluación del contenido de vitamina C, taninos condensados y capacidad antioxidante después de un tratamiento a tres temperaturas de los frutos de carambola (*Averrhoa carambola* L.). Anales Científicos, 75 (2) pág. 370-379.https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7025157

Tucto, E. (2019). Aplicación de ultrasonido en la obtención de bebida de arándano (*vaccinium corymbosum*) para prolongar su vida útil. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional Hermilio Valdizan. Huánuco-Perú.https://repositorio.unheval.edu.pe/item/870b6fc3-c103-4439-9f2d-fe65264f06f5

UNICAMP (2019). Journal Brazilian Chemical Society. Instituto de Química Soc. 30 (5). São Paulo - SP – Brazil. https://doi.org/10.21577/0103-5053.20190003

Valencia, E., Salazar, N., Robles, M., Gonzales, G., Ayala, F., & Lopez , L. (2020). *Propiedades bioactivas de frutas tropicales exóticas y sus beneficios a la salud.* Revista de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición, Vol. 70 (N° 3). http://ve.scielo.org/pdf/alan/v70n3/0004-0622-alan-70-03-205.pdf

Vasquez, N. (2023). Evaluación del Contenido de Vitamina C y Capacidad Antioxidante de un Néctar Mixto a partir de Zumos de Aguaymanto *(Physalis peruviana L.),* Tomate de Árbol (*Solanum betaceum.)* y Piña *(Ananas comosus).* Universidad Nacional Autónoma de Chota. Chota. Perú. https://repositorio.unach.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14142/379/V%c3%a1squez%20_Vit%c3%b3n_NL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Viera, W., Samaniego, I., Camacho, D., Habibi, N., Ron, L, Sediqui, N., Álvarez, J., Viteri, P., Sotomayor, A., Merino, J., Vásquez-Castillo, W. & Brito, B. (2022). Phytochemical characterization of a tree tomato (*Solanum betaceum Cav*.) breeding population grown in the inter-Andean valley of Ecuador. Plants. 2022; 11: 268. https://www.mdpi.com/2223-7747/11/3/268

Wang, S. & Zhu, F. (2020). Tamarillo *(Solanum betaceum)*: Chemical composition, biological properties, and product innovation. *Trends in Food Science and Technology*, *95*, 45–58.https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.11.004

Wang, Y., Li, W., Ma, Y., Zhao, X. & Zhang, C. (2018). Effect of Thermal Treatments on Quality and Aroma of Watermelon Juice. Journal *of Food Quality*. 9242675. https://doi.org/10.1155/2018/9242675

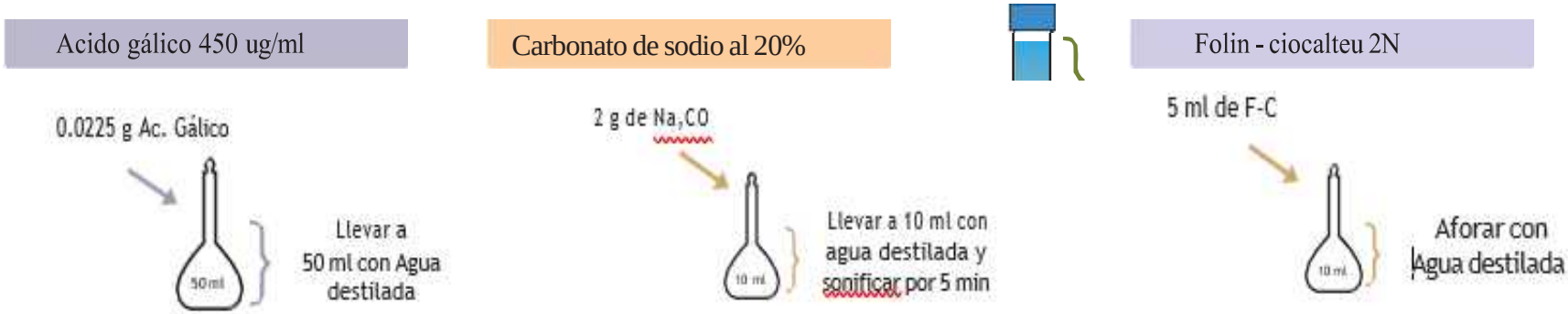
Yamagata, F. & Sauerbronn, J. (2019). Alimento e comida - Reflexões sobre história do alimento, consumo e significados. *Diálogo Com a Economia Criativa*, *4*(10).https://dialogo.espm.br/revistadcec-rj/article/view/173

Zhao, L., Wang, S., Liu, F., Dong, P., Huang, W., Xiong, L. & Liao, X. (2013). *Comparing the effects of high hydrostatic pressure and thermal pasteurization combined with nisin on the quality of cucumber juice drinks*. Innovative Food Science & Emerging Technologies, Vol. 17.https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1466856412001233

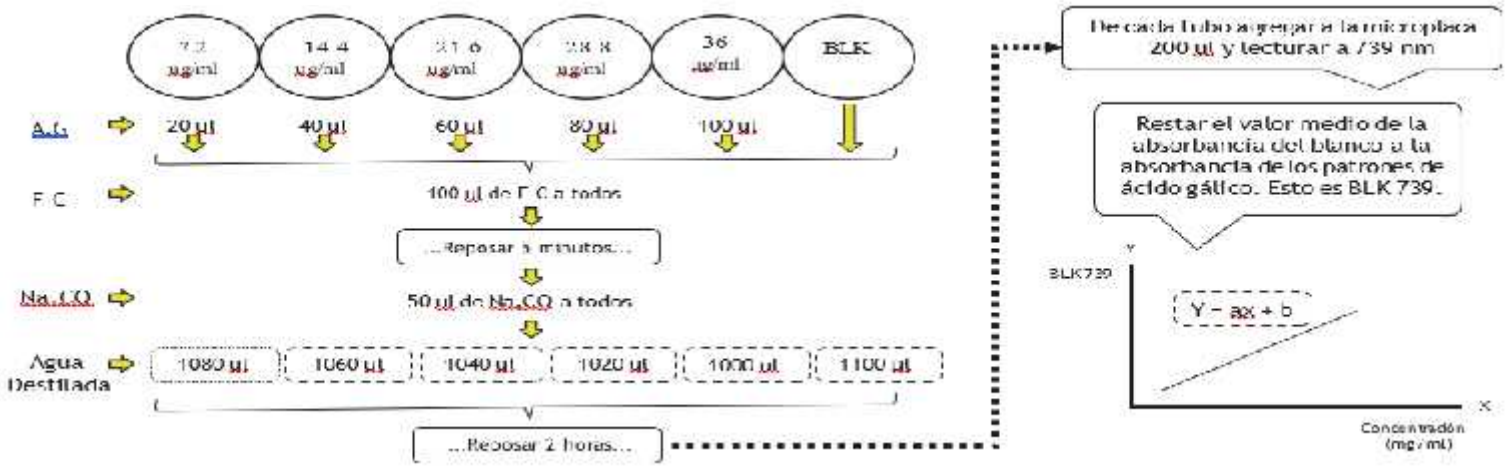
VII. ANEXOS

Anexo 1: Determinación de polifenoles

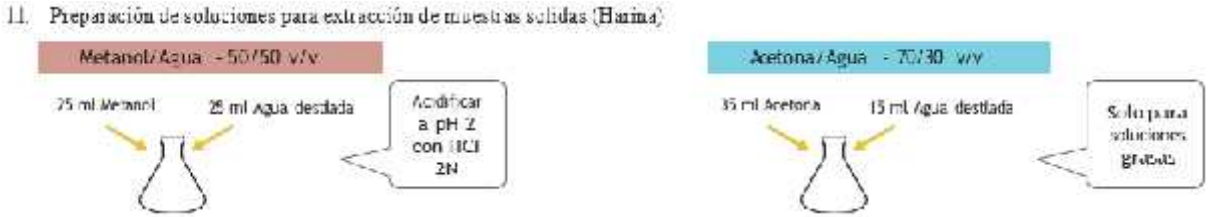
Preparación de reactivos

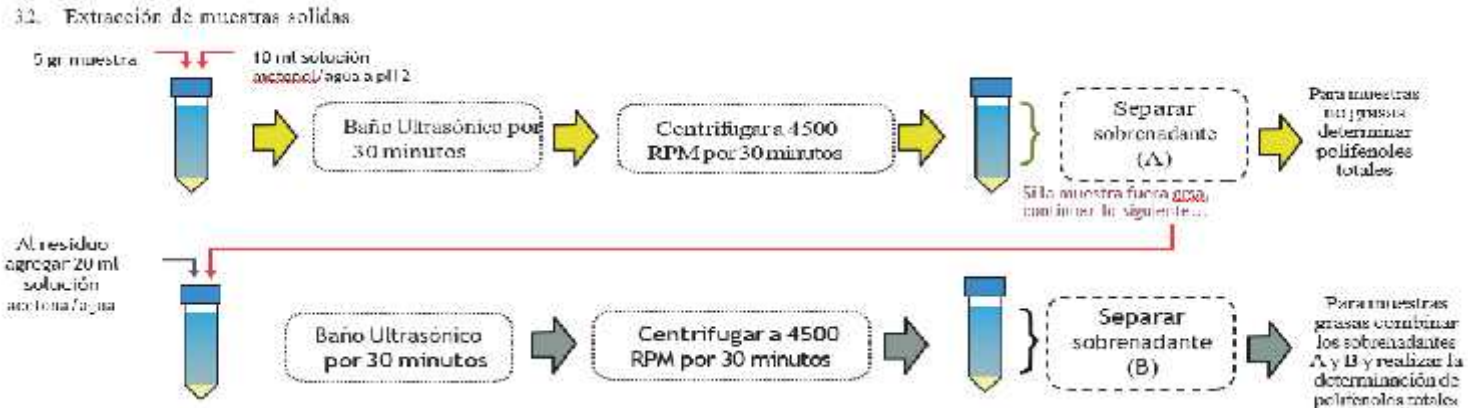


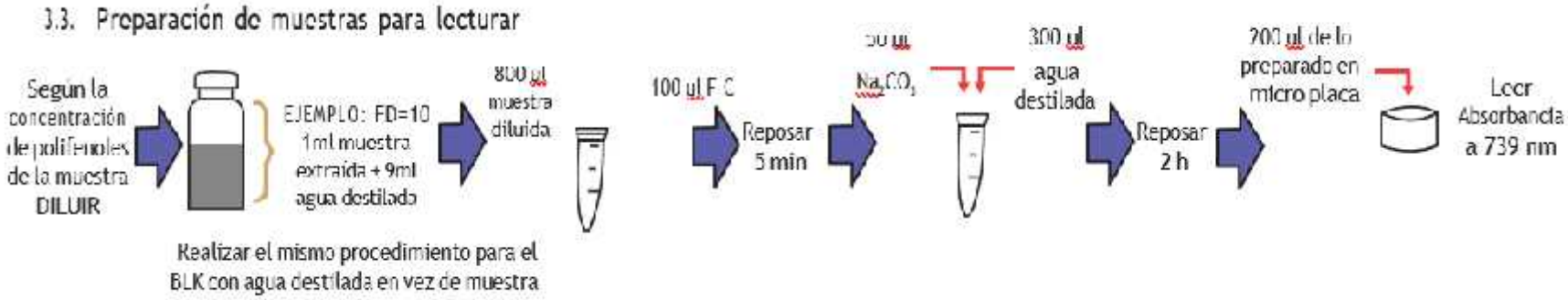
2. Preparación de curva de calibrado



3. Preparación de muestras

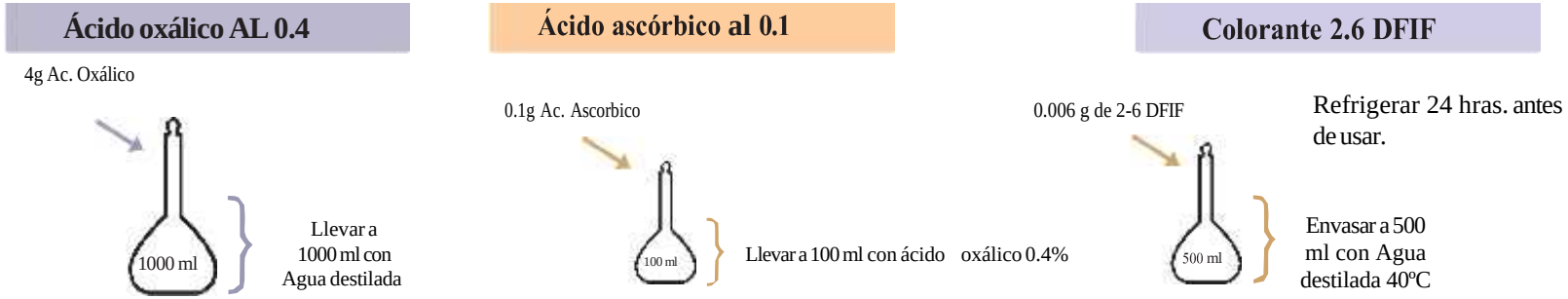






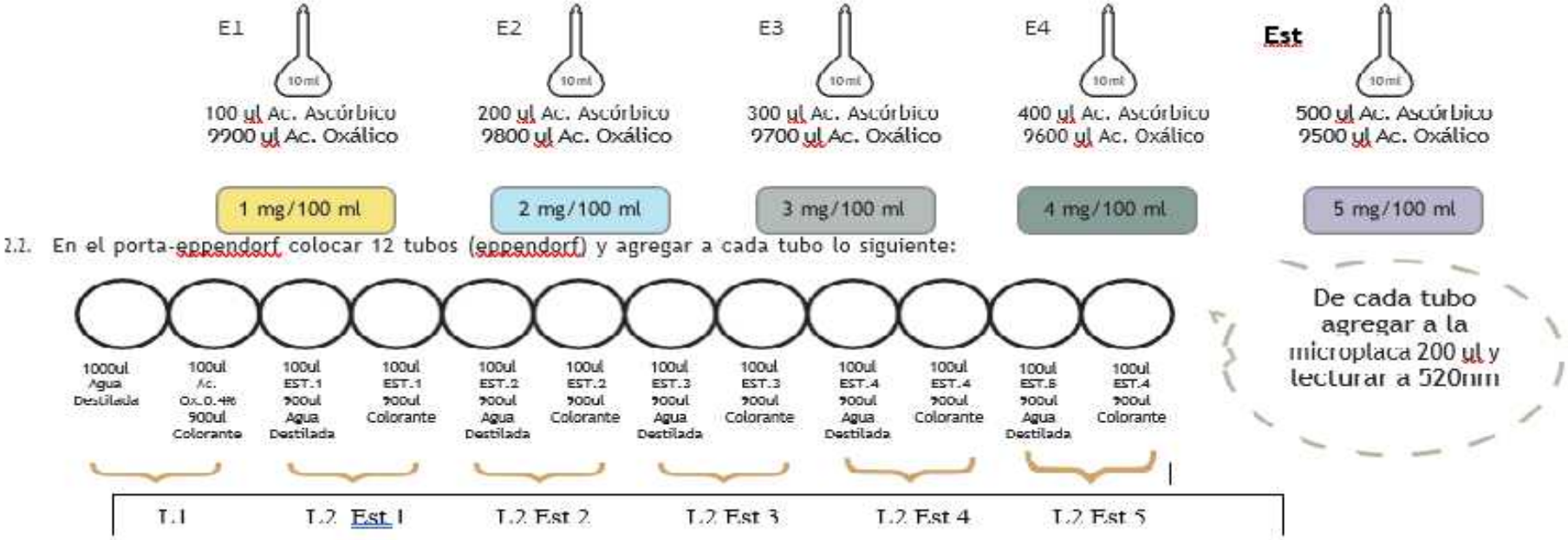
Anexo 2: Determinación de vitamina C

1. Preparación de reactivos

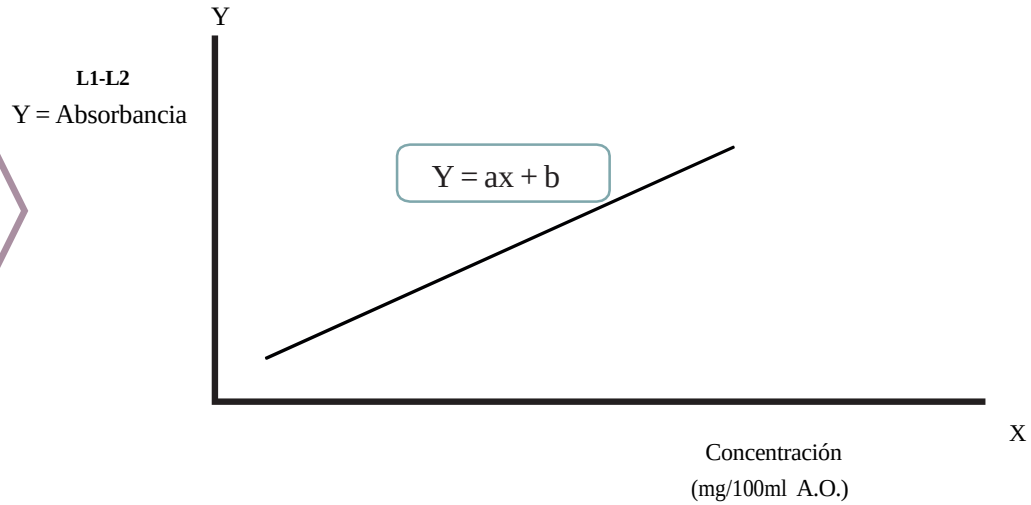


2. **Preparación de curva estándar**

1.1. Preparación de estándares



- **Para elaborar la curva de calibrado restar el L1 menos el L2 (de cada estándar):**
  L1 - L2(estándar 1)
  L1 - L2(estándar 2)
  L1 - L2(estándar 3)
  L1 - L2(estándar 4)
  L1 - L2(estándar 5)
- **Graficar Concentración (mg/100ml Ac. Oxálico) vs (L1-L2) y obtener la ecuación**



3. Preparación de las muestras

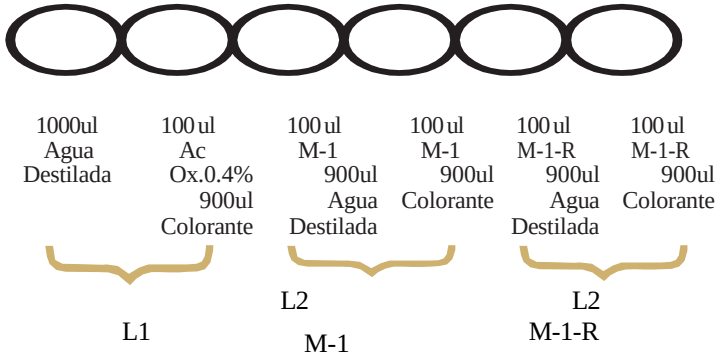
3.1. Extracción de Muestra

Para saber qué cantidad de muestra pesar, se debe tener un valor de referencia teórico de vitamina C (mg/100gr) de la muestra de interés.

Valor de Referencia: 5ar muestra en 35ml acida oxálico al 0.4%

3.2. Preparación de Muestra para lecturar

De cada tubo agregar a la microplaca 200 ul y lecturar a 520 nm



Restar el L1 menos el L2 (de cada muestra lecturada)

Cuando el L1-L2, no entre dentro la curva hacer lo siguiente:

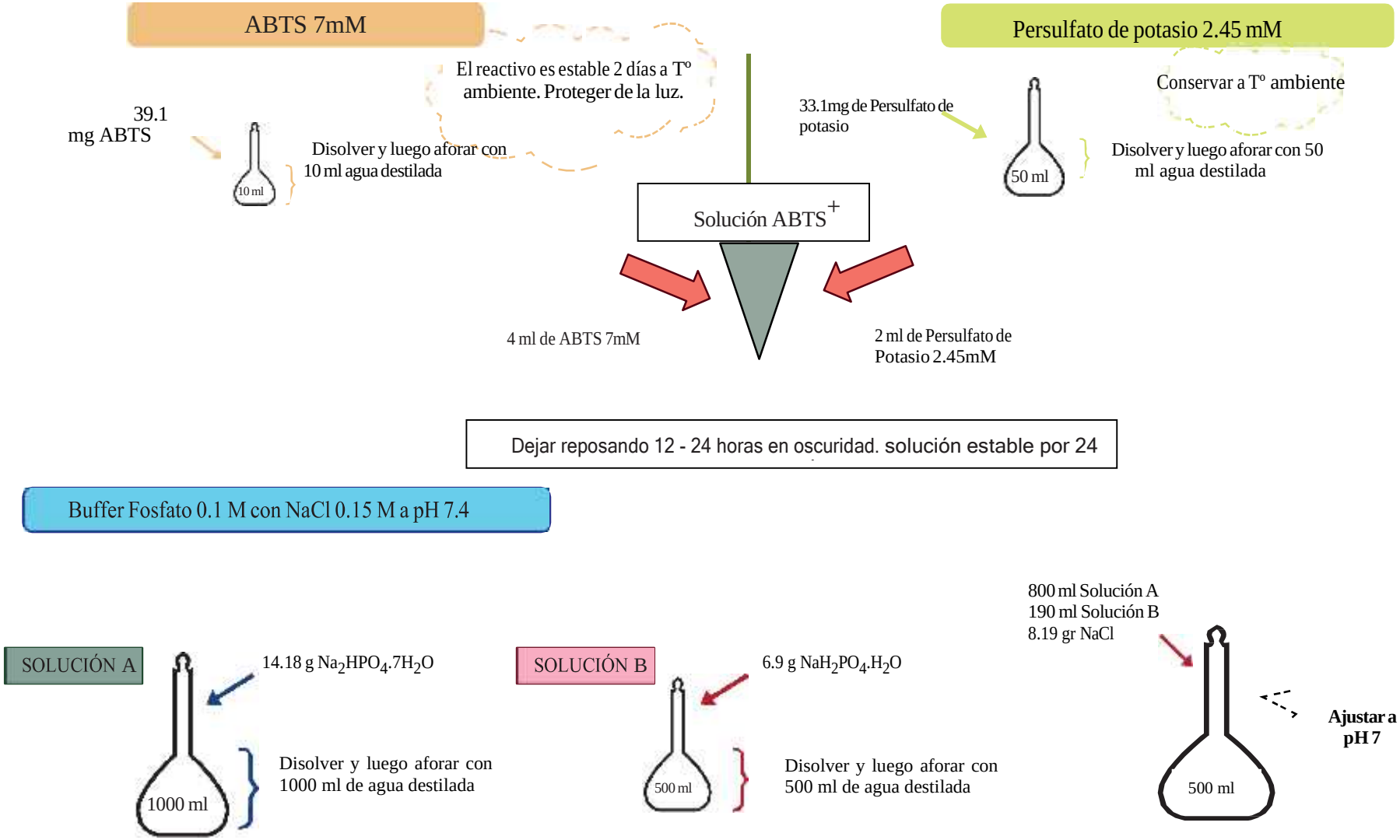
Si los valores de L1-L2 son superiores a los valores de la curva de calibrado es necesario hacer dilución de la muestra extraída, las diluciones pueden sen: 1:2, 1:3, 1:4, etc

Si los valores de L1-L2 son inferiores a los valores de la curva de calibrado es necesario volver a extraer la muestra utilizando más cantidad de muestra de lo que ya se utilizó anteriormente o también disminuir la cantidad de ácido oxálico.

Remplazar el L1-L2 de cada muestra en la ecuación y obtener el resultado de la concentración (x) en mg/100ml Ac. Oxálico

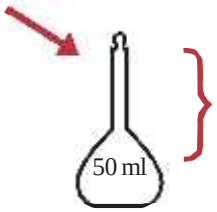
Anexo 3: Determinación de capacidad antioxidante por ensayo ABTS

1. Preparación de reactivos



Solución Stock de Trolox4mM

50mg de Trolox



Disolver en 1 ml de metanol y luego aforar con 50 ml con buffer

fosfato 0.1 M pH 7.4

2. **Solución de trabajo Trolox**

A partir de la solución stock de Trolox realizar una batería de diluciones tal y Como se detalla en la tabla:

Tabla 1. Concentraciones para curva de calibrado

Concentración Trolox (µM)	Volumen del Stock de Trolox4 mM (µL	Volumen de tampón fosfato 0.1M NaCl 0.15M pH 7.4 (µL)
800	200	800
400	100	900
320	80	920
80	30	970
60	15	985
40	10	990
20	5	995
0	0	1000

Trolox = 4000 µM

C1.V1=C2.V2

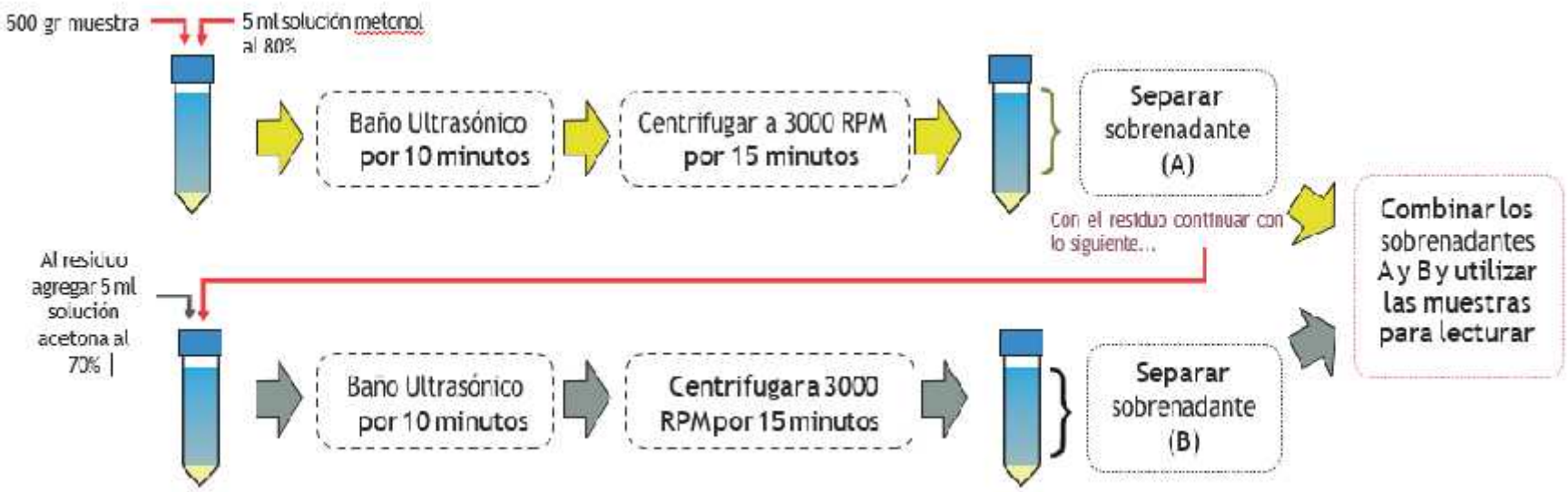
$$(4000\ \mu M)(200\mu L) = (500\ \mu M)V2$$

$$V2 = 1000\ \mu L$$

Preparación de muestras

3.1 Preparación de soluciones para extracción de muestras solidas (Harina o pulpa)

3.2 Extracción de muestras solidas



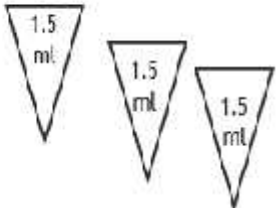
3.3 Preparación de muestras para lecturar

Hacer una batería de diluciones de la muestra original

Dilución 1/2: 100 µL muestra + 100 µL buffer fostato 0.1M NaCl 0.15M pH 7.4

Dilución 1/5: 100 µL muestra + 400 µL buffer fostato 0.1M NaCl 0.15M pH 7.4

Dilución 1/10: 100 µL muestra + 900 L buffer fostato 0.1M NaCl 0.15M DH 7.4



4. Procedimiento

a. Encender el lector de placas, seleccionar el protocolo "ABTS" del programa Gen5 y fijar la temperatura en 30 ºC.

b. **Absorbancia inicial (Ao)**: Hacer pruebas de dilución hasta que la absorbancia a 734 nm de la solución de ABTS+ sea de 0.70 ± 0.02. Probar en primer lugar en un eppendorf 200 µL buffer fosfato + 12 µL ABTS+.
Una vez determinada la dilución, preparar un mínimo de 20 mL de ABTS (volumen necesario para una placa). Ej: en el caso anterior, prepararíamos 20 mL buffer fosfato + 1,2 mL ABTS*.

c. **Blanco (BLK):** Agregamos 10 µL BLK (buffer fostato 0.1M NaCl 0.15M pH 7.4) + 190 µL ABTS^{+}

d. **Curva de Calibrado (STD):** Agregamos por triplicado 10 ul de cada concentración de tabla 1y 190 ul de ABTS. (Am)

e. **Muestras (SPL):** Agregamos 10 ul de muestra a analizar con 190 ul de ABTS*(Am)

f. Leer absorbancia a 734 nm. El protocolo incluye agitación y una cinética de 10 min con lecturas de absorbancia cada minuto.

Ao	BLK	STD1	STD2	STD3	STD4	STD5	STD6	STD7	STD8	SPL1	SPL2
Ao	BLK	STD1	STD2	STD3	STD4	STD5	STD6	STD7	STD8	SPL1	SPL2
Ao	BLK	STD1	STD2	STD3	STD4	STD5	STD6	STD7	STD8	SPL1	SPL2

5. Análisis de datos y expresión de resultados

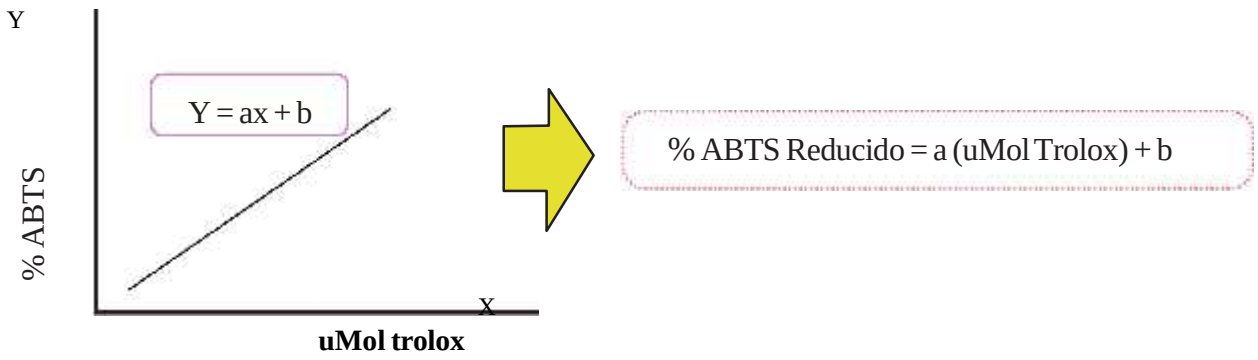
Se expresará en porcentaje de inhibición.

- ✓ Restar la absorbancia del BLK a los 10 min de incubación a todas las medidas realizadas.
- ✓ Calcular el % de inhibición frente a la concentración de la curva de Trolox y graficar la curva.

$$\% \text{ inhibición de ABTS} = \frac{A_0 - A_m}{A_0} *$$

*Siendo Ao la absorbancia del ABTS y Am la absorbancia de la muestra

Utilizar la ecuación de la recta patrón para calcular la capacidad de oxidar cationes de las muestras en uM de Trolox equivalentes. Multiplicar por el factor de dilución.



Anexo 4: Determinación de capacidad antioxidante por el ensayo DPPH

1. **Preparación de reactivos**

2. **Curva de calibrado**

Preparamos las diferentes concentraciones en tubos de ensayo

Tabla 1. Concentraciones para curva de calibrado

Concentración Trolox (µM)	Volumen de Solución madre de Trolox 1mM (ml)	Volumen de Metanol (ml)
500	1	1
400	1	1.5
200	1	4
100	0.5	4.5
50	1ml de 100 µM	1
25	1ml de 50 µM	1
10	0.5ml de 100 µM	4.5
5	1ml de 10 µM	1

Trolox = 1000 µM

$C1.V1=C2.V2$

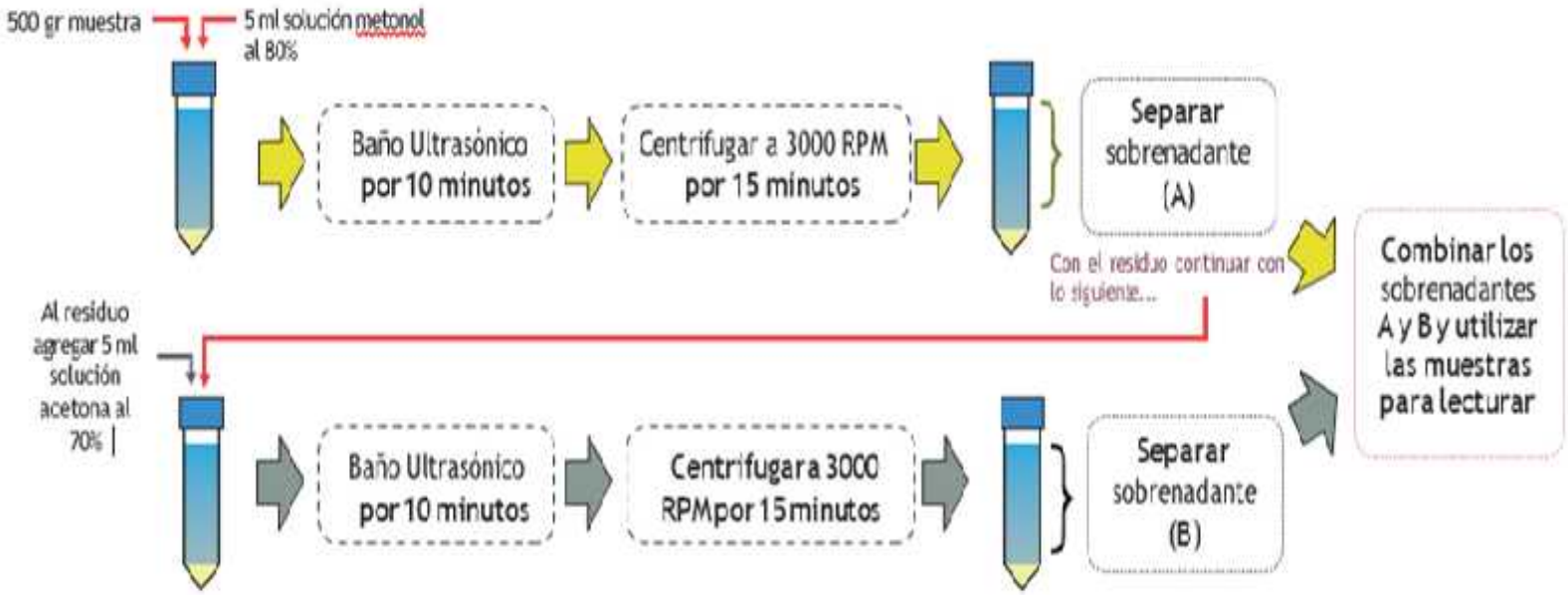
(1000 µM)(1ml) (500 µM) V2

V2 = 2ml

3. Preparación de muestras

3.1 Preparación de soluciones para extr

3.2 Extracción de muestras sólidas



4. Procedimiento (En micro placa)

a. **Absorbancia inicial (Ao):** Agregamos DPPH + Metanol absoluto ajustando a una absorbancia cercana a 0.800

b. **Curva de Calibrado (STD):** Agregamos por triplicado 10 ul de cada concentración de tabla 1 y 190 ul de DPPH ajustado. (Am)

c. **Blanco (BLK):** Agregamos 200 ul de metanol absoluto directo a las microplacas sin tiempo de incubación

d. **Muestras (SPL):** Agregamos 10 ul de muestra a analizar con 190 ul de DPPH ajustado. (Am)

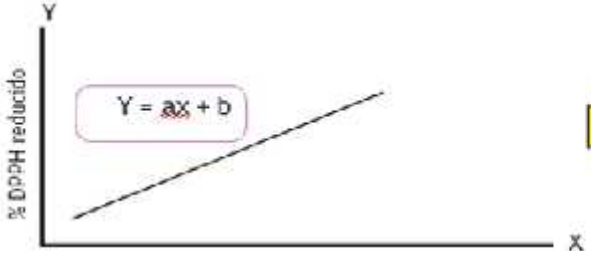
e. Aplicar Formula para determinar % DPPH reducido en curva de calibrado y muestras

$$\%\,\text{DPPH reducido} \quad \frac{A_o - A_m}{A_o} \times 100$$

Lecturar todo a 515 nm

Siendo Ao la absorbancia del DPPH y Am la absorbancia de la muestra

Ao	STD1	STD2	STD3	STD4	STD5	STD6	STD7	STD8	BLK	SPL1	SPL2
Ao	STD1	STD2	STD3	STD4	STD5	STD6	STD7	STD8	BLK	SPL1	SPL2
Ao	STD1	STD2	STD3	STD4	STD5	STD6	STD7	STD8	BLK	SPL1	SPL2



% DPPH Reducido = a (uMol Trolox) + b

Anexo 5: Datos para la determinación de la curva patrón para la vitamina C

a. Distribución de los estándares en la microplaca para lecturar en el equipo multimodal para vitamina C

L	1	2	3	L	1	2	3
L1 (no se agrega estándar)	1000 µl de agua destilada	1000 µl de agua destilada	1000 µl de agua destilada	L2 (Estándar 4)	100uL E4 + 900 µl destilada	100uL E4 + 900 µl destilada	100uL E4 + 900 µl destilada
	100uL Ac. Oxálico al 0.4% + 900 µl colorante	100uL Ac. Oxálico al 0.4% + 900 µl colorante	100uL Ac. Oxálico al 0.4% + 900 µl colorante		100uL E4 + 900 µl colorante preparado	100uL E4 + 900 µl colorante preparado	100uL E4 + 900 µl colorante preparado
L2 (Estándar 1)	100uL E1 + 900 µl destilada	100uL E1 + 900 µl destilada	100uL E1 + 900 µl destilada	L2 (Estándar 5)	100uL E5 + 900 µl destilada	100uL E5 + 900 µl destilada	100uL E5 + 900 µl destilada
	100uL E1 + 900 µl colorante preparado	100uL E1 + 900 µl colorante preparado	100uL E1 + 900 µl colorante preparado		100uL E4 + 900 µl colorante preparado	100uL E4 + 900 µl colorante preparado	100uL E4 + 900 µl colorante preparado
L2 (Estándar 2)	100uL E2 + 900 µl destilada	100uL E2 + 900 µl destilada	100uL E2 + 900 µl destilada				
	100uL E2 + 900 µl colorante preparado	100uL E2 + 900 µl colorante preparado	100uL E2 + 900 µl colorante preparado				
L2 (Estándar 3)	100uL E3 + 900 µl destilada	100uL E3 + 900 µl destilada	100uL E3 + 900 µl destilada				
	100uL E3 + 900 µl colorante preparado	100uL E3 + 900 µl colorante preparado	100uL E3 + 900 µl colorante preparado				

b. Resultados de las lecturas de los estándares reportados por el equipo multimodal para vitamina C

L1 de las 3 repeticiones =	0,134	0,117	0,122

Promedio de L1= 0,1243

c. Cálculo de L1-L2 para la curva de calibrado

L	1	2	3		1	2	3
L1 (no se agrega estándar)	0,039 0,173	0,04 0,157	0,038 0,16	L2 (Estándar 4)	0,038 0,078	0,039 0,079	0,038 0,08
L2 (Estándar 1)	0,04 0,147	0,04 0,15	0,039 0,152	L2 (Estándar 5)	0,038 0,066	0,039 0,069	0,039 0,068
L2 (Estándar 2)	0,043 0,131	0,043 0,127	0,04 0,134				
L2 (Estándar 3)	0,039 0,104	0,042 0,103	0,04 0,109				

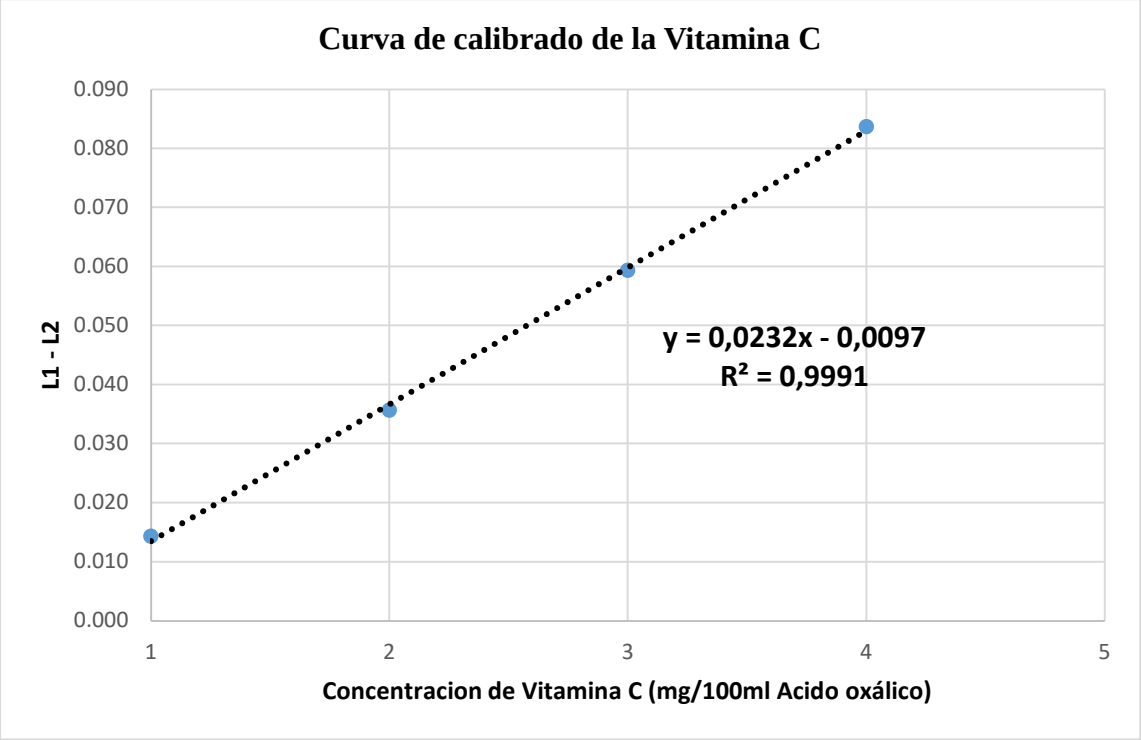
d. Concentración de mg/100ml Ácido Oxálico por L1-L2

Concentración (mg/100ml Ácido Oxálico)	L2	L2	L2	Promedio de L2	L1-L2
1	0,107	0,110	0,113	0,110	0,014
2	0,088	0,084	0,094	0,089	0,036
3	0,065	0,061	0,069	0,065	0,059
4	0,040	0,040	0,042	0,041	0,084
5	0,028	0,030	0,029	0,029	0,095

e. Promedio de L1 -L2 em base a la concentración (mg/100ml Ácido Oxálico)

Concentración (mg/100ml Ácido Oxálico)	Promedio de L1-L2
1	0,014
2	0,036
3	0,059
4	0,084

f. Curva de calibrado de la Vitamina C



g. Lecturas de las muestras del tratamiento de **ultrasonido** (100uL estándares preparados + 900 µl de **agua destilada**) para vitamina C

Tratamientos de Ultrasonido	r1	r2	r3
T1	0,055	0,055	0,051
T2	0,055	0,055	0,049
T3	0,057	0,059	0,049
T4	0,056	0,047	0,048
T5	0,058	0,051	0,053
T6	0,056	0,048	0,05
T7	0,057	0,05	0,049
T8	0,057	0,046	0,047
T9	0,054	0,051	0,047

h. Lecturas de las muestras del tratamiento de **ultrasonido** (100uL Estándares preparados + 900 µl **colorante preparado**) para vitamina C

Tratamientos de Ultrasonido	r1	r2	r3
T1	0,124	0,112	0,123
T2	0,131	0,12	0,118
T3	0,128	0,124	0,126
T4	0,129	0,12	0,141
T5	0,123	0,123	0,124
T6	0,123	0,122	0,122
T7	0,122	0,126	0,121
T8	0,131	0,126	0,127
T9	0,126	0,124	0,123

i. Lecturas de las muestras con 3 repeticiones, del tratamiento de **pasteurización** (100uL estándares preparados + 900 µl de **agua destilada**) para vitamina C

Tratamientos de pasteurización	r1	r2	r3
T1	0,124	0,112	0,123
T2	0,131	0,12	0,118
T3	0,128	0,124	0,126
T4	0,129	0,12	0,141
T5	0,123	0,123	0,124
T6	0,123	0,122	0,122
T7	0,122	0,126	0,121
T8	0,131	0,126	0,127
T9	0,126	0,124	0,123

j. Lecturas de las muestras con 3 repeticiones, del tratamiento de **pasteurización** (100uL Estándares preparados + 900 µl **colorante preparado**) para vitamina C

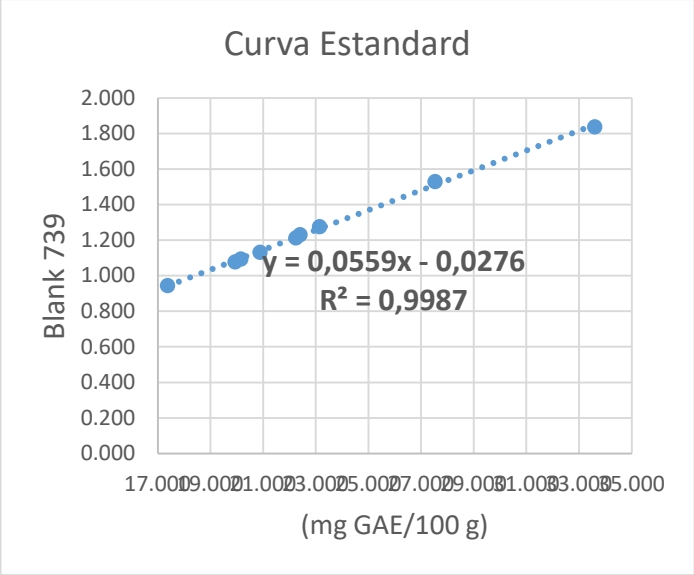
Tratamientos de pasteurización	r1	r2	r3
T1	0,125	0,125	0,12
T2	0,128	0,117	0,12
T3	0,115	0,106	0,115
T4	0,129	0,123	0,134
T5	0,115	0,111	0,118
T6	0,19	0,193	0,191
T7	0,123	0,117	0,126
T8	0,115	0,116	0,118
T9	0,115	0,112	0,119

Anexo 6: Datos para la curva de calibrado para determinar polifenoles

a. Promedio (mg GAE/100 g) y del Blank a 739 del tratamiento de Ultrasonido para determinación de polifenoles.

Prom. (mg GAE/100 g)	Promedio de Blank 739
20,889	1,132
23,150	1,275
20,150	1,095
19,930	1,078
17,371	0,946
33,595	1,839
22,242	1,213
22,402	1,232
27,531	1,530

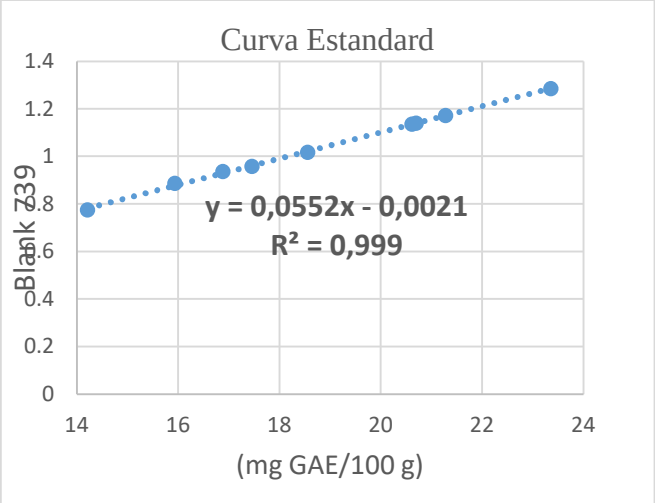
b. Curva estándar del tratamiento de Ultrasonido para determinación de polifenoles



c. Promedio de (mg GAE/100 g) y del Blank 739 del tratamiento de Pasteurización para determinación de polifenoles.

Prom. (mg GAE/100 g)	Promedio de Blank 739
21,272	1,172
17,451	0,958
23,352	1,285
18,552	1,017
20,610	1,135
16,881	0,936
20,691	1,139

d. Curva estándar del tratamiento de pasteurización para determinación de polifenoles



Anexo 7: Datos para la curva de calibrado para determinar capacidad antioxidante por el método ABTS

a. Absorbancias de las concentraciones para el calibrado de la curva estándar para la determinación de la capacidad antioxidante por el método de ABTS

Absorvancias		
r1	r2	r3
0,664	0,634	0,667
0,662	0,660	0,647
0,660	0,630	0,663
0,658	0,660	0,650
0,652	0,653	0,657
0,639	0,620	0,652
0,629	0,641	0,644
0,598	0,588	0,608

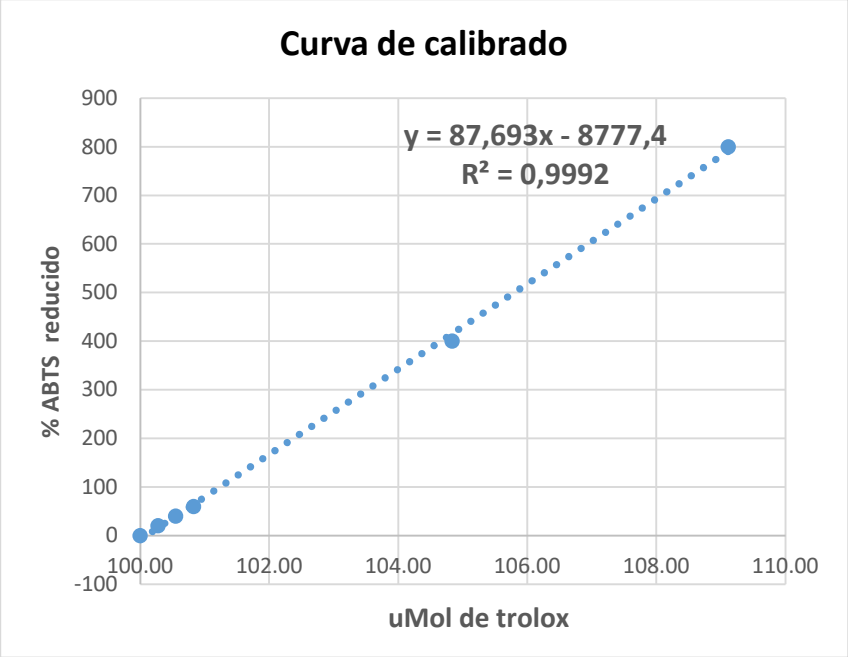
b. Porcentaje de inhibición de concentraciones de Trolox en uMol para la curva de calibrado

Concentración de Trolox en uMol	r1	r2	r3	% Inhibición		
0	0,000	-0,030	0,003	100,000	104,144	99,586
20	-0,002	-0,004	-0,017	100,276	100,552	102,348
40	-0,004	-0,034	-0,001	100,552	104,696	100,138
60	-0,006	-0,004	-0,014	100,829	100,552	101,934
400	-0,035	-0,023	-0,020	104,834	103,177	102,762
800	-0,066	-0,076	-0,056	109,116	110,497	107,735

c. Concentración de Trolox en uMol Vs % de Inhibición para la curva de calibrado

% Inhibición	Cc. de Trolox en uMol
100,00	0
100,28	20
100,55	40
100,83	60
104,83	400
109,12	800

d. Curva de calibrado uMol de Trolox Vs % ATS reducido



Anexo 8: Datos para la curva de calibrado para determinar capacidad antioxidante por el método DPPH

a. Absorbancia de las muestras de néctar que fueron sometidos a tratamiento de ultrasonido a 515 nm., para determinar la capacidad antioxidante por el método DPPH.

Muestras de los tratamientos	Absorbancias	
	1	2
M1	0,687	0,664
M2	0,704	0,648
M3	0,638	0,621
M4	0,642	0,632
M5	0,679	0,614
M6	0,715	0,619
M7	0,611	0,627
M8	0,666	0,696
M9	0.848	0,686

b. Absorbancia de las muestras de néctar que fueron sometidos a tratamiento de pasteurización a 515 nm., para determinar la capacidad antioxidante por el método DPPH

Muestras de los tratamientos	Absorbancias	
	1	2
M1	0,731	0,707
M2	0,729	0,736
M3	0,709	0,765
M4	0,713	0,690
,M5	0,737	0,738
M6	0,716	0,725
M7	0,681	0,683
M8	0,695	0,643
M9	0,761	0,625

BLK y Ao calculado por el equipo

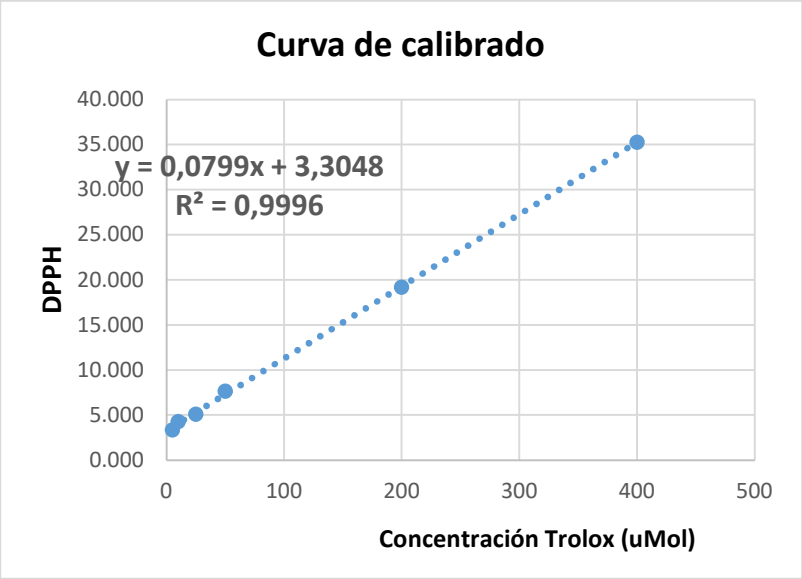
BLK = 0,04

Ao = 0,859

c. Concentración uMol Trolox por DPPH

Concentración Trolox (uM)	DPPH
400	35,274
200	19,208
50	7,683
25	5,122
10	4,307
5	3,376

d. Curva de calibrado (concentración uMol Trolox Vs DPPH)



A (Constante de Reacción) = 0,079

B (Intercepto) = 3,304

e. Cálculo de la Am (absorvancia obtenida a menos el BLAK) de las muestras del néctar que fueron sometidos a tratamiento de ultrasonido

Muestras de los tratamientos	Absorbancias	
	1	2
M1	0,647	0,624
M2	0,664	0,608
M3	0,598	0,581
M4	0,602	0,592
M5	0,639	0,574
M6	0,675	0,579
M7	0.571	0,587
M8	0,626	0,656
M9	0,808	0,646

Nota: para hallar el Am, se restó la absorbancia obtenida menos el BLAK

f. Cálculo de la Am (absorvancia obtenida a menos el BLAK) de las muestras del néctar que fueron sometidos a tratamiento de pasteurización

Muestras de los tratamientos	Absorbancias	
	1	2
M1	0,691	0,667
M2	0,689	0,696
M3	0,669	0,725
M4	0,673	0,650
M5	0,697	0,698
M6	0,676	0,685
M7	0,641	0,643
M8	0,655	0,643
M9	0,721	0,625

Nota: para hallar el Am, se resta la absorbancia obtenida menos el BLAK

g. Absorbancia de las muestras de las frutas que fueron empleadas en la investigación a 515 nm.

Muestras	Absorvancias	
	1	2
Tomate de árbol	0,836	0,846
Carambola	0,751	0,758
Noni (zumo)	0,629	0,647

h. Cálculo de la Am (absorvancia obtenida a menos el BLAK) de las muestras que fueron empleadas en la investigación

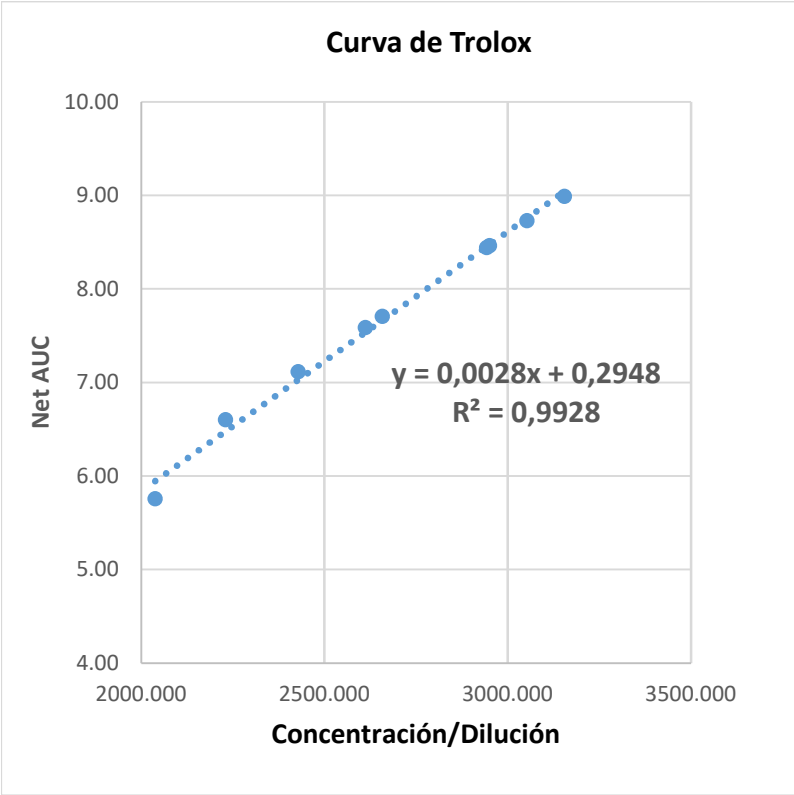
Muestras	Absorvancias	
	1	2
Tomate de árbol	0,796	0,806
Carambola	0,711	0,718
Noni (zumo)	0,58	0,587

Anexo 9: Datos para la curva de calibrado para la capacidad antioxidante por el método ORAC

a. Promedio de Concentración por dilución de Trolox por Promedio de Net AUC para los tratamientos de ultrasonido

Promedio (Conc*Dil)	Promedio (Net AUC)
2428,690	7,11
2611,329	7,59
2942,748	8,44
2950,447	8,46
2657,601	7,71
2230,306	6,60
3052,680	8,73
2038,166	5,76
3154,395	8,99

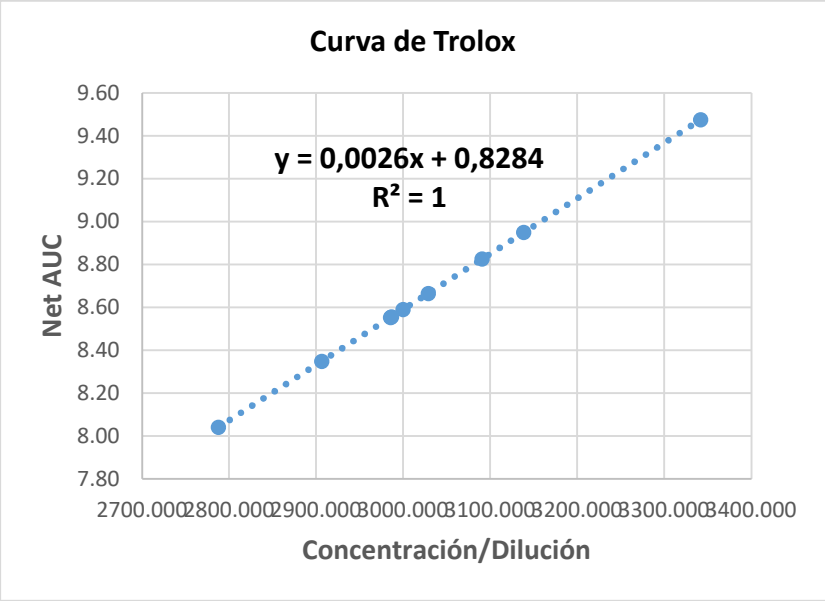
b. Curva de calibrado de Trolox de la concentración/dilución Vs Net AUC para los tratamientos de ultrasonido



c. Promedio de Concentración por dilución de Trolox por promedio de Net AUC para los tratamientos de pasteurización

Promedio (Conc*Dil)	Promedio (Net AUC)
3028,849	8,67
2787,640	8,04
2986,774	8,56
2985,567	8,55
3138,687	8,95
2906,468	8,35
2999,761	8,59
3341,831	9,48
3090,902	8,83

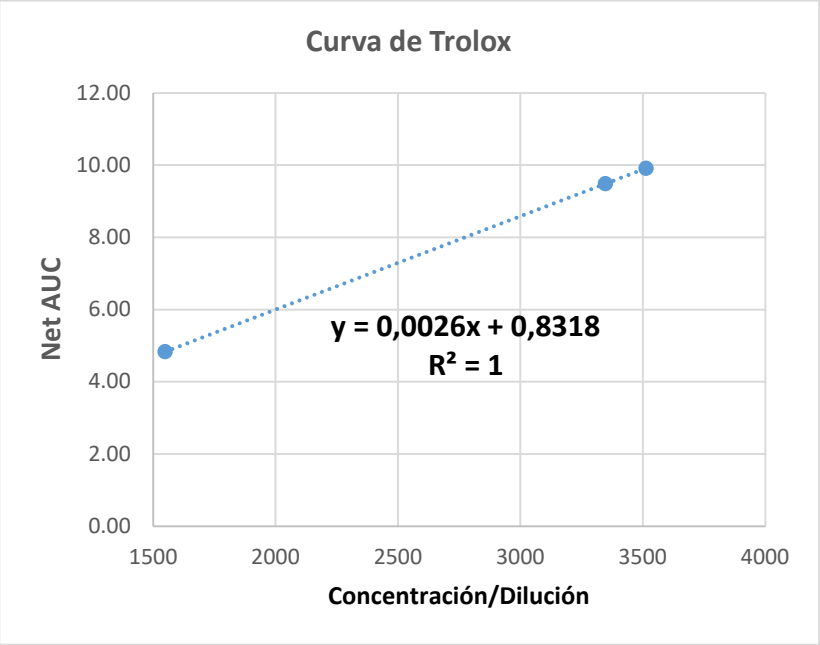
d. Curva de calibrado Trolox de la concentración/dilución Vs Net AUC para los tratamientos de pasteurización



e. Promedio de concentración por dilución de Trolox por promedio de Net AUC de las frutas empleados en la investigación.

Promedio (Conc*Dil)	Promedio (Net AUC)
1546,919	4,83
3512,209	9,92
3346,384	9,49

f. Curva de calibrado Trolox de concentración/dilución Vs Net



Anexo 10: Características fisicoquímicas de los néctares *Morinda citrifolia, Averrhoa carambola* y *Solanum betaceum*

a. Características fisicoquímicas de los néctares sometidos a tratamiento de pasteurización

Tabla a

Características fisicoquímicas de los néctares, de los tratamientos por pasteurización T1= 60°C/20 min., a 3 temperaturas de almacenamiento por 42 días

Día de Análisis	pH			°Brix			Acidez Titulable			Viscosidad		
	10°C	27°C	37°C	10°C	27°C	37°C	10°C	27°C	37°C	10°C	27°C	37°C
1	3,899	3,899	3,899	13,792	13,792	13,792	0,422	0,422	0,422	19,240	19,240	19,240
7	3,891	3,856	3,801	13,739	13,667	13,602	0,428	0,432	0,453	19,050	18,550	17,810
14	3,883	3,838	3,736	13,692	13,592	13,516	0,437	0,442	0,486	18,650	18,240	17,130
21	3,875	3,815	3,664	13,627	13,537	13,387	0,443	0,452	0,519	18,280	17,590	16,230
28	3,864	3,801	3,529	13,561	13,486	13,268	0,450	0,462	0,531	18,040	17,140	15,150
35	3,856	3,782	3,454	13,529	13,407	13,178	0,456	0.472	0,562	17,480	16,840	14,270
42	3,849	3,754	3,401	13,481	13,391	13,099	0,462	0,482	0,581	17,140	16,270	13,450

Tabla b

Resultados de análisis fisicoquímicos de los néctares, de los tratamientos por pasteurización T2= 70°C/15min., 3 temperaturas de almacenamiento por 42 días

Día de Análisis	pH			°Brix			Acidez Titulable			Viscosidad		
	10°C	27°C	37°C	10°C	27°C	37°C	10°C	27°C	37°C	10°C	27°C	37°C
1	3,911	3,911	3,911	13,903	13,903	13,903	0,419	0,419	0,419	19,180	19,180	19,180
7	3,903	3,856	3,856	13,871	13,853	13,865	0,424	0,431	0,459	19,010	18,710	18,030
14	3,886	3,818	3,803	13,834	13,732	13,748	0,430	0,441	0,488	18,810	18,180	17,230
21	3,868	3,766	3,734	13,789	13,683	13,698	0,436	0,452	0,513	18,390	17,730	16,390
28	3,856	3,701	3,671	13,743	13,613	13,632	0,442	0,459	0,546	18,030	17,220	15,490
35	3,843	3,669	3,622	13,711	13,575	13,559	0,446	0,466	0,562	17,720	16,690	14,560
42	3,834	3,631	3,571	13,689	13,501	13,442	0,452	0,472	0,591	17,290	16,380	14,080

Tabla c

Resultados de análisis fisicoquímicos de los néctares, de los tratamientos por pasteurización T3= 80°C/10min., a 3 temperaturas de almacenamiento por 42 días

Día de Análisis	pH			°Brix			Acidez Titulable			Viscosidad		
	10°C	27°C	37°C	10°C	27°C	37°C	10°C	27°C	37°C	10°C	27°C	37°C
1	3,913	3,913	3,913	13,721	13,721	13,721	0,417	0,417	0,417	19,170	19,170	19,170
7	3,905	3,891	3,876	13,721	13,712	13,687	0,419	0,428	0,448	19,000	18,870	18,720
14	3,901	3,879	3,841	13,688	13,678	13,632	0,422	0,440	0,476	18,830	18,540	18,210
21	3,893	3,861	3,816	13,667	13,655	13,603	0,424	0,452	0,514	18,650	18,230	17,860
28	3,887	3,846	3,764	13,645	13,621	13,565	0,426	0,461	0,534	18,430	18,020	17,390
35	3,876	3,827	3,709	13,623	13,608	13,503	0,428	0,472	0,573	18,210	17,820	17,090
42	3,871	3,803	3,678	13,603	13,591	13,439	0,430	0,479	0,599	18,010	17,710	16,670

Anexo 11: Características fisicoquímicas de los néctares sometidos a tratamiento de ultrasonido

Tabla a

Características fisicoquímicas de los néctares, de los tratamientos por ultrasonido T1= 35°C/25min., a 3 temperaturas de almacenamiento por 42 días

Día de Análisis	pH			°Brix			Acidez Titulable			Viscosidad		
	10°C	27°C	37°C	10°C	27°C	37°C	10°C	27°C	37°C	10°C	27°C	37°C
1	3,883	3,883	3,883	13,704	13,704	13,704	0,423	0,423	0,423	19,270	19,270	19,270
7	3,875	3,868	3,844	13,681	13,678	13,639	0,426	0,431	0,448	19,150	18,550	18,010
14	3,869	3,842	3,765	13,669	13,649	13,602	0,428	0,442	0,473	19,040	18,070	17,030
21	3,857	3,819	3,694	13,652	13,638	13,569	0,431	0,451	0,499	18,890	17,440	16,020
28	3,843	3,803	3,603	13,641	13,609	13,518	0,434	0,463	0,523	18,640	17,020	15,050
35	3,826	3,789	3,545	13,629	13,596	13,478	0,438	0,474	0,548	18,490	16,640	14,210
42	3,812	3,758	3,467	13,612	13,566	13,411	0,442	0,480	0,577	18,280	16,190	13,070

Tabla b

Características fisicoquímicas de los néctares, de los tratamientos por ultrasonido T2= 45°C/20min, a 3 temperaturas de almacenamiento por 42 días

Día de Análisis	pH			°Brix			Acidez Titulable			Viscosidad		
	10°C	27°C	37°C	10°C	27°C	37°C	10°C	27°C	37°C	10°C	27°C	37°C
1	3,889	3,889	3,889	13,725	13,725	13,725	0,415	0,415	0,415	19,230	19,230	19,230
7	3,874	3,868	3,844	13,701	13,699	13,678	0,417	0,423	0,434	19,080	18,810	18,32
14	3,868	3,842	3,765	13,678	13,679	13,635	0,418	0,431	0,469	18,920	18,510	17,290
21	3,859	3,819	3,694	13,666	13,655	13,591	0,420	0,439	0,499	18,720	18,110	16,160
28	3,848	3,803	3,603	13,647	13,642	13,513	0,422	0,447	0,545	18,560	17,790	15,470
35	3,829	3,789	3,545	13,634	13,621	13,456	0,424	0,455	0,567	18,290	17,410	14,890
42	3,818	3,758	3,467	13,623	13,615	13,416	0,425	0,469	0,587	18,110	17,170	14,010

Tabla c

Características fisicoquímicas de los néctares, de los tratamientos por ultrasonido T3= 55°C/15min., 3 temperaturas de almacenamiento por 42 días

Día de Análisis	pH			°Brix			Acidez Titulable			Viscosidad		
	10°C	27°C	37°C	10°C	27°C	37°C	10°C	27°C	37°C	10°C	27°C	37°C
1	3,894	3,894	3,894	13,739	13,739	13,739	0,413	0,413	0,413	19,140	19,140	19,140
7	3,876	3,868	3,854	13,721	13,712	13,687	0,416	0,423	0,435	19,000	18,710	18,390
14	3,862	3,845	3,811	13,688	13,678	13,632	0,420	0,433	0,471	18,870	18,520	17,810
21	3,851	3,827	3,767	13,667	13,655	13,603	0,424	0,444	0,498	18,610	18,130	17,160
28	3,845	3,804	3,703	13,645	13,621	13,565	0,427	0,455	0,534	18,390	17,770	16,570
35	3,829	3,786	3,671	13,623	13,608	13,503	0,430	0,457	0,563	18,130	17,390	15,710
42	3,817	3,773	3,643	13,603	13,591	13,439	0,434	0,469	0,591	17,870	17,120	14,980

Anexo 12: Características sensoriales de los néctares *Morinda citrifolia, Averrhoa carambola y Solanum betaceum* sometidos a tratamiento de pasteurización y ultrasonidos

Características sensoriales de los néctares sometidos a tratamiento de pasteurización

Tabla a

Características sensoriales de los néctares, del tratamiento por pasteurización T1= 60°C/20min almacenadas por 42 días

Nro de días	Almacenamiento 10 °C				Almacenamiento 27 °C				Almacenamiento 37 °C			
	Apariencia general	Olor	Sabor	Consistencia	Apariencia general	Olor	Sabor	Consistencia	Apariencia general	Olor	Sabor	Consistencia
	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.
1	8,733	8,367	8,300	8,433	8,433	8,367	8,233	8,367	8,267	8,267	8,333	8,267
7	8,567	8,300	8,267	8,300	8,200	8,067	8,300	8,067	7,833	7,833	7,567	7,833
14	8,333	8,167	8,000	8,167	8,000	7,767	8,000	7,767	7,467	7,467	6,967	7,467
21	8,100	8,000	7,867	8,000	7,800	7,300	7,967	7,300	7,000	7,000	6,167	7,000
28	7,900	7,833	7,800	7,833	7,600	7,033	7,433	7,033	6,433	6,733	5,767	6,433
35	7,700	7,633	7,400	7,633	7,400	6,733	7,200	6,733	6,000	6,433	5,133	6,000
42	7,400	7,467	7,067	7,500	7,200	6,233	6,700	6,233	5,300	6,000	4,100	5,300

Tabla b

Características sensoriales de los néctares, del tratamiento por pasteurización T2= 70°C/15min almacenadas por 42 días

Nro de días	Almacenamiento 10 °C				Almacenamiento 27 °C				Almacenamiento 37 °C			
	Apariencia general	Olor	Sabor	Consistencia	Apariencia general	Olor	Sabor	Consistencia	Apariencia general	Olor	Sabor	Consistencia
	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.
1	8,500	8,500	8,667	8,067	8,600	8,300	8,600	8,133	8,400	8,267	8,500	8,067
7	8,400	8,333	8,433	7,967	8,233	8,033	8,300	7,933	7,767	7,800	7,733	7,600
14	8,300	8,167	8.267	7,867	7,767	7,700	8,000	7,767	7,433	7,067	6,670	7,330
21	8,200	7,967	8,033	7,773	7,433	7,400	7,733	7,600	7,000	6,767	6,330	6,967
28	8,100	7,833	7,967	7,600	7,033	7,100	7,500	7,330	6,833	6,500	5,633	6,600
35	7,933	7,667	7,833	7,467	6,833	6,800	7,200	7,200	6,333	6,233	4,633	6,333
42	7,800	7,533	7,700	7,330	6,500	6,533	7.000	6,967	5,833	5,667	4,233	6,000

Tabla c

Características sensoriales de los néctares, del tratamiento por pasteurización T3= 80°C/10min almacenadas por 42 días

Nro de días	Almacenamiento 10 °C				Almacenamiento 27 °C				Almacenamiento 37 °C			
	Apariencia general	Olor	Sabor	Consistencia	Apariencia general	Olor	Sabor	Consistencia	Apariencia general	Olor	Sabor	Consistencia
	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.
1	8,700	8,800	8,600	8,767	8,630	8,533	8,467	8,633	8,600	8,467	8,367	8,533
7	8,600	8,700	8,467	8,633	8,600	8,267	8,267	8,433	8,330	8,200	8,100	8,300
14	8,430	8,600	8,400	8,533	8,330	7,967	8,000	8,300	7,900	7,767	7,933	8,000
21	8,330	8,500	8,267	8,400	8,200	7,467	7,800	8,000	7,700	7,133	7,667	7,767
28	8,200	8,400	8,167	8,300	7,900	7,133	7,667	7,867	7,400	6,700	7,300	7,000
35	8,070	8,267	8,000	8,100	7,700	6,833	7,330	7,767	7,170	6,167	6,967	6,833
42	7,900	8,167	7,933	8,000	7,530	6,400	6,967	7,333	6,970	5,933	6,700	6,367

Anexo 13: Características sensoriales de los néctares sometidos a tratamiento de ultrasonidos

Tabla

Características sensoriales de los néctares, del tratamiento por ultrasonidos T1= 35°C/25min. almacenadas por 42 días

Nro de días	Almacenamiento 10 °C				Almacenamiento 27 °C				Almacenamiento 37 °C			
	Aparien general	Olor	Sabor	Consis	Aparien general	Olor	Sabor	Consis	Aparien general	Olor	Sabor	Consis
	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.
1	8,967	8,633	8,833	8,467	8,767	8,500	8,367	8,267	8,700	8,367	8,533	8,367
7	8,767	8,633	8,633	8,433	8,600	8,333	8,067	8,267	8,500	8,000	8,033	7,900
14	8,433	8,233	8,433	8,133	8,067	7,900	7,767	7,833	7,967	7,167	7,500	7,533
21	8,033	8,000	8,233	7,967	7,967	7,700	7,300	7,467	7,600	6,933	7,033	7,133
28	7,467	7,467	8,067	7,733	7,333	7,033	7,033	7,100	7,000	6,300	6,500	6,733
35	7,233	7,467	7,733	7,300	7,067	6,900	6,733	6,733	6,433	5,800	6,000	6,600
42	7,133	7,067	7,500	7,067	6,667	6,500	6,233	6,267	5,667	5,167	5,367	5,833

Tabla d

Características sensoriales de los néctares, del tratamiento por ultrasonidos T2= 45°C/20min. almacenadas por 42 días

Nro días	Almacenamiento 10 °C				Almacenamiento 27 °C				Almacenamiento 37 °C			
	Aparien general	Olor	Sabor	Consist	Aparien General	Olor	Sabor	Consis tencia	Aparien Eneral	Olor	Sabor	Consis tencia
	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.
1	8,833	8,367	8,533	8,833	8,500	8,317	8,333	8,500	8,267	8,167	8,367	8,300
7	8,633	8,233	8,400	8,633	8,333	8,200	8,067	8,330	7,833	8,000	8,100	8,000
14	8,433	8,000	8,267	8,433	8,167	8,033	7,867	8,167	7,467	7,167	7,700	7,500
21	8,233	7,900	8,033	8,233	7,933	7,700	7,533	7,933	7,000	6,933	7,200	7,000
28	8,067	7,700	7,833	8,067	7,7330	7,567	7,067	7,7330	6,433	6,300	6,833	6,500
35	7,733	7,567	7,700	7,733	7,5000	7,200	6,833	7,5000	6,000	5,800	6,333	6,167
42	7,500	7,200	7,567	7,500	7,3000	7,167	6,533	7,3000	5,300	5,167	5,833	5,667

Tabla e

Características sensoriales de los néctares, del tratamiento por ultrasonidos T3= 55°C/15min. almacenadas por 42 días

Nro. de días	Almacenamiento 10 °C				Almacenamiento 27 °C				Almacenamiento 37 °C			
	Aparienc general	Olor	Sabor	Consis tencia	Aparien general	Olor	Sabor	Consis tencia	Aparienc general	Olor	Sabor	Consistencia
	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.
1	8,433	8,633	8,667	8,433	8,233	8,167	8,667	8,233	8,333	8,300	8,533	8,233
7	8,300	8,533	8,567	8,300	8,133	8,067	8,433	8,133	8,000	8,000	8,367	8,000
14	8,167	8,367	8,467	8,167	7,933	7,933	8,200	7,933	7,733	7,500	8,033	7,733
21	8,000	8,167	8,367	8,000	7,833	7,800	8,033	7,833	7,400	7,000	7,767	7,400
28	7,833	8,033	8,233	7,833	7,600	7,700	7,767	7,600	7,000	6,500	7,400	7,000
35	7,633	7,867	8,033	7,633	7,400	7,500	7,400	7,400	6,733	6,167	6,967	6,733
42	7,500	7,633	7,933	7,600	7,200	7,300	7,267	7,200	6,500	5,667	6,767	6,333

Anexo 14: Resultados de los análisis microbiológicos del néctar

a. Resultados de los análisis microbiológicos del néctar *Morinda citrifolia*, *Averrhoa carambola y Solanum betaceum* sometido a tratamiento de ultrasonido

LABORATORIO DE ENSAYOS TECNICOS "MICROSERVILAB" LAMBAYEQUE – PERU

INFORME DE ENSAYO Nº 1016

I. DATOS DEL SOLICITANTE:

- Dr. Abraham Guillermo Ygnacio Santa Cruz

II. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre	: Néctar mix de Noni, Carambola y tomate de árbol
Código	: Muestra B
Forma de presentación	: Botella hermética
Estado del envase	: Bueno
Naturaleza del envase	: Vidrio
Procedencia	: Chiclayo-Lambayeque
Fecha de elaboración	: 05-02-2024
Llegada al laboratorio	: 06-02-2024
Fecha de análisis	: 06-02-2024

IV. TIPO DE ANALISIS

MICROBIOLOGICO

V. DOCUMENTO NORMATIVO

Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (DS.007- 98-SA)

VI. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios microbiologicos

• Aerobios mesofilos	(UFC/ml)	:	1.4x10	UFC/ml	Method ICMSF
• Coliformes totales	(NMP/ml)	:	< 3	NMP/ml	Method ICMSF
• Mohos	(UFC/ml)	:	<10	UFC/ml	Method ICMSF
• Levaduras	(UFC/ml)	:	<10	UFC/ml	Method ICMSF

Lambayeque, Febrero del 2024

Correo: contacto@microservilab.com Cel: 949019545

b. Resultados de los análisis microbiológicos del néctar *Morinda citrifolia*, *Averrhoa carambola y Solanum betaceum* sometido a tratamiento de ultrasonido

LABORATORIO DE ENSAYOS TECNICOS "MICROSERVILAB" LAMBAYEQUE – PERU

INFORME DE ENSAYO Nº 1015

I. DATOS DEL SOLICITANTE:

- Dr. Abraham Guillermo Ygnacio Santa Cruz

II. DATOS DE LA MUESTRA

Nombre	: Néctar mix de Noni, Carambola y tomate de árbol
Código	: Muestra A
Forma de presentación	: Botella hermética
Estado del envase	: Bueno
Naturaleza del envase	: Vidrio
Procedencia	: Chiclayo-Lambayeque
Fecha de elaboración	: 05-02-2024
Llegada al laboratorio	: 06-02-2024
Fecha de análisis	: 06-02-2024

IV. TIPO DE ANALISIS

MICROBIOLOGICO

V. DOCUMENTO NORMATIVO

Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (DS.007- 98-SA)

VI. RESULTADO DEL ANALISIS

1. Determinación de criterios microbiologicos

• Aerobios mesofilos	(UFC/ml)	:	1.6x10	UFC/ml	Method ICMSF
• Coliformes totales	(NMP/ml)	:	< 3	NMP/ml	Method ICMSF
• Mohos	(UFC/ml)	:	<10	UFC/ml	Method ICMSF
• Levaduras	(UFC/ml)	:	<10	UFC/ml	Method ICMSF

Lambayeque, Febrero del 2024

Correo: contacto@microservilab.com Cel: 949019545