UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: "Caracterización fisicoquímica y sensorial de una bebida clarificada de Tuna amarilla (*Opuntia Ficus indica*) por microfiltración, edulcorada con sacarosa y stevia, incorporando trozos de Aloe Vera"

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del Título de Ingeniera en Alimentos

AUTORA: Valenzuela Llamatumbi Jennifer Paola

TUTOR: **PhD. Domínguez Rodríguez Francisco Javier**

Tulcán, 2023.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante(s) Valenzuela Llamatumbi Jennifer Paola con el número de cédula 1004462485 respectivamente ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Caracterización Fisicoquímica y Sensorial de una bebida clarificada de Tuna (*Opuntia Ficus*) por microfiltración edulcorada con sacarosa y stevia, incorporando trozos de Aloe Vera"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

PhD. Domínguez Rodríguez Francisco Javier
TUTOR

Tulcán, febrero de 2023

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Valenzuela Llamatumbi Jennifer Paola con cédula de identidad número 1004462485 respectivamente declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

Valenzuela Llamatumbi Jennifer Paola.

AUTORA

Tulcán, febrero de 2023

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, Valenzuela Llamatumbi Jennifer Paola ser autora de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Caracterización Fisicoquímica y Sensorial de una bebida clarificada de Tuna (*Opuntia Ficus*) por microfiltración edulcorada con sacarosa y stevia, incorporando trozos de Aloe Vera" y se exime expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.

Valenzuela Llamatumbi Jennifer Paola.

AUTORA

Tulcán, febrero de 2023

AGRADECIMIENTO

A Dios por la salud y vida, por la fortaleza para enfrentar cada obstáculo durante el transcurso de mi carrera.

A mi familia, mis padres y hermanas, por acompañarme durante el proceso y apoyarme incondicionalmente, por sus consejos, sus palabras de aliento, su comprensión y paciencia en los días malos.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de estudiar, a la carrera de Ingeniería en Alimentos, a sus docentes por haber compartido sus conocimientos a lo largo de mi formación profesional.

A mi tutor PhD. Francisco Domínguez, quien a través de sus conocimientos y paciencia supo guiarme durante el desarrollo de este trabajo.

A las personas y amigos que fueron parte del proceso, con quienes he compartido momentos únicos y experiencias inolvidables.

.

DEDICATORIA

A aquella niña con sueños y metas que nunca se rindió, a ella quien a pesar de los miedos siguió adelante, solo me queda mirar atrás y decirle que lo logramos.

A Dios por darme el privilegio de nacer en una familia, por permitirme la dicha de tener a mi padre y a mi madre, José y Alexandra, por ser mi pilar principal, quienes con su esfuerzo, paciencia, fortaleza y amor me han acompañado durante este camino, por hacer de mí una mujer fuerte y perseverante. Mi mayor regalo de vida es su ejemplo.

A mi pequeña hermana Isabel Alejandra, por las risas y peleas, por los abrazos llenos de ternura y amor que me reconfortan y sobre todo por permitirme ser su guía.

A mi equilibrio, quien me enseño el amor incondicional, la compañía y lealtad.

ÍNDICE

RESUMEN 1
ABSTRACT 2
INTRODUCCIÓN 3
I. EL PROBLEMA 4
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 4
1.2. JUSTIFICACIÓN 5
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN 6
1.4.1. Objetivo General 6
1.4.2. Objetivos Específicos 6
1.4.3. Preguntas de Investigación 7
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 8
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 8
2.2. MARCO TEÓRICO 9
2.2.1. Tuna 9
2.2.2. Aloe Vera 13
2.2.3. Tecnologías de membranas. 15
2.2.4. Deshidratación osmótica (DO) 21
2.2.5. Edulcorantes 22
2.2.6. Sacarosa 24
2.2.7. Stevia 24
2.2.8. Bebida 24
2.2.9. Aditivos alimentarios 26
2.2.10. Envasado 27
III. METODOLOGÍA 28
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO 28
3.1.1. Enfoque 28

3.1.2. Tipo de Investigación 28
3.2. HIPÓTESIS 28
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES 28
3.3.1. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES 29
3.4 METODOS UTILIZADOS 30
3.4.1 Flujograma de procesos para la elaboración una bebida clarificada de Tuna (*Opuntia Ficus*) por microfiltración edulcorada con sacarosa y stevia, incorporando trozos de Aloe Vera 30
3.4.2 Proceso para la elaboración de una bebida clarificada de Tuna (*Opuntia Ficus*) por microfiltración, edulcorada con sacarosa y stevia, incorporando trozos de Aloe Vera. 31
3.5. MÉTODOS UTILIZADOS 36
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO 39
3.6.1. Procesamiento y análisis de datos 41
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 42
4.1. RESULTADOS 42
4.1.1. Características fisicoquímicas iniciales de la bebida de Tuna. 42
4.1.2. Determinación de las condiciones óptimas del microfiltrador para clarificar la bebida 43
4.1.3. Características fisicoquímicas de la bebida de tuna clarificada. 44
4.1.4. Características fisicoquímicas de la bebida de tuna clarificada con trozos de Aloe Vera. 45
4.1.5. Cuadro comparativo de las condiciones iniciales y finales. 46
4.1.6. Evaluación sensorial de la bebida de tuna 49
4.1.7. Calidad nutricional del mejor tratamiento 53
4.1.8. Calidad microbiológica del mejor tratamiento 54
4.2. DISCUSIÓN 54
4.2.1. Características fisicoquímicas iniciales de la bebida de Tuna 54

4.2.2. Determinación de las condiciones óptimas del microfiltrador para clarificar la bebida 55
4.2.3. Características fisicoquímicas de la bebida de tuna clarificada. 56
4.2.4. Características fisicoquímicas de la bebida de tuna clarificada con trozos de Aloe Vera. 57
4.2.5. Evaluación sensorial de la bebida de tuna con trozos de Aloe vera. 58
4.2.6. Calidad nutricional del mejor tratamiento 58
4.2.7. Calidad microbiológica del mejor tratamiento 59
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 60
5.1. CONCLUSIONES. 60
5.2. RECOMENDACIONES 61
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 62
VII. ANEXOS 68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la Tuna. 10
Tabla 2. Composición nutricional de la Tuna. 12
Tabla 3. Característica fisicoquímica en 100 g de pulpa de tuna. 12
Tabla 4. Clasificación taxonómica del aloe vera. 14
Tabla 5. Composición fisicoquímica de la planta de aloe vera. 15
Tabla 6. Código, clase funcional y definición de aditivos alimentarios. 26
Tabla 7. Operacionalización de variables. 29
Tabla 8. Formulaciones para la elaboración de las bebidas clarificadas de Tuna (Opuntia Ficus) por microfiltración edulcorada con sacarosa y stevia, incorporando trozos de Aloe Vera. 35
Tabla 9. Factores de estudio. 40
Tabla 10 Definición de variables y tratamientos 41
Tabla 11. Características fisicoquímicas iniciales de la bebida de Tuna. 43

Tabla 12. % de reducción de turbidez de la bebida de tuna después del proceso de clarificación mediante microfiltración. 44

Tabla 13. Características fisicoquímicas de la bebida de tuna clarificada. 45

Tabla 14. Características sensoriales de la bebida clarificada con trozos de Ale Vera 45

Tabla 15. Comparación de las características fisicoquímicas de la bebida en las tres fases; antes de ser clarificada, clarificada y clarificada más la adición de trozos de aloe vera 47

Tabla 16. Análisis de varianza con el 95% de probabilidad. 49

Tabla 17. Prueba de Tukey con el 95% de confianza para el atributo color. 50

Tabla18. Análisis de varianza con el 95% de probabilidad. 51

Tabla 19. Prueba de Tukey con el 95% de confianza para el atributo olor. 51

Tabla 20. Análisis de varianza con el 95% de probabilidad. 51

Tabla 21. Prueba de Tukey con el 95% de confianza para el atributo sabor. 52

Tabla 22. Análisis de varianza con el 95% de probabilidad. 52

Tabla 23. Prueba de Tukey con el 95% de confianza para el atributo apariencia. ... 53

Tabla 24. Calidad nutricional del mejor tratamiento (T7). 54

Tabla 25. Evaluación microbiológica del mejor tratamiento. 54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de microfiltración. 17

Figura 2. Flujograma de proceso para la bebida clarificada de tuna con trozos de Aloe vera. 30

Figura 3. Proceso de microfiltración FT18 MKII (INIAP) 32

Figura 4. Serie de estándares de turbidez basados en formazina. 43

Figura 5. Gráfica de intervalos del % de reducción de Turbidez vs. Tratamientos. **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 6. Elaboración de la bebida de tuna: a) Recepción de materia prima. b) Pelado. c) Despulpado. d) Jugo de tuna. e) Prefiltrado. f) Formulación. G) Microfiltrado. H) Bebida clarificada. 71

Figura 7. Deshidratación osmótica de Aloe vera y su adición en la bebida de tuna clarificada: a) Aloe vera. b) Fileteado. c) Troceado. d) Lavado e) deshidratación osmótica. f) trozos en la bebida. g) Envasado. 71
Figura 8. Análisis fisicoquímicos: a) °Brix. b) pH. c) acidez titulable. d) Turbidez. 72
Figura 9. Análisis Sensorial: a) Tratamientos. b) hoja de evaluación sensorial. c) Análisis sensorial. 72
Figura 10. Análisis microbiológico: a) Preparación de la muestra. b) siembra en placas petrifilm. c) contador de colonias. 72

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Certificado o acta del perfil de investigación..... 68
Anexo 2. Informe del abstract emitido por el centro de Idiomas..... 69
Anexo 3. Evidencias Fotografías 71
Anexo 4. Evaluación Sensorial..... 73
Anexo 5. Normativa INEN..... 74
Anexo 6. Resultados de análisis nutricional..... 77

RESUMEN

Esta investigación tuvo como finalidad caracterizar fisicoquímica y sensorialmente una bebida clarificada de Tuna (*Opuntia Ficus*) por microfiltración edulcorada con sacarosa y stevia, incorporando trozos de Aloe Vera. Para esto se utilizó la pulpa de tuna y trozos de Aloe vera como materia prima para la bebida, empleando una combinación de (60% agua y 30% pulpa) y (70% agua y 20% pulpa), el 10% restante corresponde a los edulcorantes, conservantes y Aloe vera. Para el proceso de microfiltración el equipo opero a presión transmembranaria de (1 y 2 bar), con una membrana cerámica tubular de 0,2 µm y temperatura de 30 °C. La deshidratación osmótica del Aloe vera se realizó con la ayuda del homogeneizador y agitador magnético, realizando el deshidratado a 170 rpm y 30 °C por 5 horas. Para las formulaciones de las bebidas se agregó el 3 % de trozos de Aloe vera en 1 L de la bebida microfiltrada. Se realizaron 8 tratamientos con 3 repeticiones para identificar el tratamiento con mayor aceptación, dicho proceso fue evaluado por 60 jueces no entrenados. El mejor tratamiento fue el T_7 (70% agua+ 20% pulpa de tuna+10% sacarosa con una presión transmembranaria de 2 bares). La estabilidad se determinó evaluando parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales. La calidad nutricional de la bebida clarificada mantuvo valores iniciales con respecto al hierro fue (<1 mg/100 g), calcio (28,6 mg/100) y vitamina C (18,5 mg/100 g). La bebida clarificada más los trozos de Aloe Vera presentaron <1 mg/100 g de hierro, 29,6 mg/100 g de calcio y 18,9 mg/100 g de vitamina C. Los sólidos solubles totales, pH, acidez titulable y turbidez no variaron significativamente, en lo que respecta a la evaluación microbiológica de aerobios mesófilos, mohos y levaduras y coliformes, presentaron valores dentro de lo establecido por la norma INEN 2337.

Palabras claves: Tuna, microfiltración, bebidas.

ABSTRACT

The purpose of this research was to characterize physicochemically and sensorially a clarified Prickly Pear (Opuntia Ficus) drink by microfiltration sweetened with sucrose and stevia, incorporating pieces of Aloe Vera. For this, prickly pear pulp and pieces of Aloe vera were used as raw material for the drink. A combination of (60% water and 30% pulp) and (70% water and 20% pulp) was used, the remaining 10% corresponds to sweeteners, preservatives and Aloe vera. For the microfiltration process, the equipment operated at a transmembrane pressure of (1 and 2 bar) with a 0.2 µm tubular ceramic membrane and a temperature of 30 °C. The osmotic dehydration of Aloe vera was done with a homogenizer and a magnetic stirrer. performing the dehydration at 170 rpm and 30 °C for 5 hours. For the drink formulations, 3% of Aloe vera pieces were added in 1 L of the microfiltered drink. To identify the treatment with the greatest acceptance, 8 treatments with 3 repetitions were performed. The aforementioned process was evaluated by 60 untrained judges. The best treatment was T7 (70% water + 20% prickly pear pulp + 10% sucrose with a transmembrane pressure of 2 bars). The stability was determined by evaluating physicochemical, microbiological and sensory parameters. The nutritional quality of the clarified beverage maintained initial values as iron (<1 mg/100 g), calcium (28.6 mg/100) and vitamin C (18.5 mg/100 g). The clarified drink plus the Aloe Vera pieces have <1 mg/100 g of iron, 29.6 mg/100 g of calcium and 18.9 mg/100 g of vitamin C. The total soluble solids, pH, titratable acidity and turbidity did not vary significantly. Regarding the microbiological evaluation of mesophilic aerobes, molds and yeasts and coliforms, these presented values within the provisions of the INEN 2337 standard.

Keywords: Prickly Pear, microfiltration, beverages.

INTRODUCCIÓN

La tuna (*Opuntia ficus indica*) es un fruto ovalado con cáscara gruesa de color amarillo- naranja en estado de maduración, con espinas finas de 2 a 3 mm, con pulpa gelatinosa, jugosa, dulce y contiene numerosas semillas (Nayhua, 2017). Aporta vitaminas tales como: caroteno, niacina, ácido ascórbico, tiamina, riboflavina, hierro, zinc y manganeso (Herrera, 2018). La mayor producción de tuna en Ecuador se encuentra en el Valle del Chota, dicha fruta es comercializada por temporada y presenta un tiempo de vida útil entre 9 y 15 días a temperatura ambiente, lo cual causa que su consumo sea limitado, además es utilizada solo como materia prima y los productos derivados de la misma son procesados empíricamente (Hidalgo, 2017).

El Aloe vera se emplea como componente bioactivo funcional en la elaboración de bebidas saludables y otras bebidas, debido a que mejora su textura, aumenta el valor nutricional y presenta propiedades antimicrobianas, antioxidantes, antiinflamatorias y otras propiedades funcionales. (Kumar et al., 2022)

Además, se utilizaron dos endulzantes como lo es la sacarosa y stevia, con el fin de proporcionar dulzor a la bebida y realzar sus caracteristicas sensoriales. (Barreto, 2019). La demanda de bebidas naturales e innovadoras por parte de los ecuatorianos en los últimos años ha incrementado, debido a los problemas de salud, es por ello la exigencia en cuanto a productos naturales, nutritivos y sobretodo que llamen la atención al consumidor. (Segovia, Orellana, & Sarmiento, 2020).

El uso de las tecnologías de membranas, se basan en la separación por diferencia de peso molecular y tamaño de partículas, siendo un conjunto de tecnologías limpias ya que necesitan de bajos recursos energéticos y no requieren de aplicación de calor, lo que minimiza el riesgo de alterar a los productos termolábiles (Cheryan, 1998). La microfiltración se emplea para retener sólidos en suspensión causantes de la turbidez, por tal razón se clarifican zumos, vinos y cerveza. El microfiltrador opera a temperaturas menores a 5 °C o superiores a 50 °C las cuales previenen el desarrollo de microorganismo (Brennan, 2008) además la membrana retiene bacterias y mohos por lo que es innecesario aplicar al proceso térmico, adicional mantiene las cualidades fisicoquímicas, sensoriales (sabor y olor) y nutricionales del producto. (Pérez & Vaillant, 2003)

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La mayor producción de tuna en Ecuador se encuentra en El Valle del Chota ubicado en el cantón Ibarra, tiene una extensión de 300 hectáreas de cultivo, de las cuales 100 están en producción y el restante en sembrío, produciendo entre 250 y 500 cajas semanales. (Coro, 2021)

La fruta es comercializada a otras provincias del país a través de intermediarios, su precio es muy inestable, por lo que se pueden obtener mayores o menores ingresos a los esperados, dependiendo de la situación económica del mercado, lo cual puede ocasionar pérdida para los productores. (Gudiño, 2018).

La tuna es un fruto carnoso de diferentes formas y tamaños según su variedad, presenta espinas en su pericarpio y es un producto de temporada de junio a agosto, lo cual causa que su consumo y compra sean limitados. Además, tiene un tiempo de vida útil entre 9 a 15 días a temperatura ambiente, lo cual dificulta su almacenamiento y comercialización. (Alba et al., 2019)

Los productores comercializan la tuna solo como fruto debido a que se desconocen sus usos y beneficios, siendo estos múltiples como por ejemplo en la elaboración de bebidas, mermeladas, helados y licores, todos estos productos procesados de manera empírica. (Hidalgo, 2017).

Las frutas contienen compuestos volátiles como ácidos, alcoholes, ésteres, aldehídos y cetonas los cuales durante el procesamiento y sometidos a tratamientos térmicos se evaporan, en las bebidas las altas temperaturas son empleadas con el fin de eliminar microorganismos, pero con ello producen la caramelizacion de azucares y reacciones de maillard, adicional afectan el sabor y aroma causando una desestabilidad en cuanto a la calidad del producto final (Diaz, 2001).

En ecuador las personas han incrementado la demanda de bebidas naturales e innovadoras, libres de aditivos debido al cuidado de la salud, los jugos en el mercado contienen alto contenido solidos insolubles causantes de la turbidez, dicho producto sin conservantes tiende a deteriorarse en menos de 24 horas, ya que contiene gran cantidad de azucares fermentativos. (Segovia, Orellana, & Sarmiento, 2020)

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es factible el uso de la microfiltración para clarificar bebidas de tuna garantizando la calidad sensorial, nutricional y microbiológica?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Actualmente los consumidores prefieren productos que mantengan o superen las características nutricionales de los alimentos comunes con la finalidad de consumir productos que ayuden a mejorar y proteger la salud (Andrade, 2019). Por este motivo, se analizan alternativas innovadoras que incluyan materias primas con bajo índice de producción en derivados y con un alto porcentaje nutricional como es el caso de la tuna.

Coro (2021) indica que la tuna aporta gran cantidad de proteínas, carbohidratos, calcio, antioxidantes, fósforo y vitaminas como las del complejo B, caroteno, niacina, tiamina, riboflavina y ácido ascórbico. Además, la tuna también posee propiedades medicinales y gran cantidad de fibra con efectos en la salud como: control de peso, control de colesterol en sangre y control de la diabetes (Enciso et al., 2021). Por ello es recomendable consumir tuna para una dieta saludable.

El Aloe vera se emplea como componente bioactivo funcional en la elaboración de bebidas saludables y otras bebidas, debido a que mejora su textura, aumenta el valor nutricional y presenta propiedades antimicrobianas, antioxidantes, antiinflamatorias y otras propiedades funcionales. (Kumar et al., 2022)

El uso de las tecnologías de membranas, una de ellas la microfiltración se utiliza en la industria alimentaria principalmente como clarificante en zumos, vinos y cervezas. La clarificación de jugos por métodos tradicionales involucra varios pasos por ello requiere mayor mano de obra y tiempo de procesamiento, por ejemplo, un tratamiento enzimático consta de enfriamiento, floculación, decantación y filtración, a comparación con la microfiltración los procesos son menos costosos, no involucran cambios de fase o adición de agentes químicos y no se utiliza tratamientos térmicos. (Cassano et al. 2007)

Uno de los objetivos de la microfiltración es la pasteurización en frio ya que el opera a temperaturas entre 15 y 35 ºC evitando la degradación de compuestos sensibles al

calor (Pap et al., 2010) además la membrana retiene microorganismos causantes del deterioro de la bebida, adicional mantiene las cualidades fisicoquímicas, sensoriales (sabor y olor) y nutricionales del producto. (Pérez & Vaillant, 2003)

Cada vez más las personas buscan nuevas alternativas donde el cliente cuenta con un conjunto de sensaciones con la alimentación en cuanto a texturas, sabores incluso formulaciones (Rodas, 2020). La incorporación de productos no tradicionales, pero bajo el concepto saludable cuenta con un aumento en la sociedad.

Otro componente es la utilización de dos endulzantes como lo es la sacarosa y stevia con el fin de analizar y determinar que concentración cumple las características de una bebida potencialmente funcional.

Por lo anteriormente expuesto, es importante esta investigación debido a que es una alternativa para producir alimentos saludables a partir de la tuna con la adición de productos con propiedades beneficiosas para el consumidor.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Caracterizar fisicoquímica y sensorialmente una bebida clarificada de Tuna (*Opuntia Ficus*) por microfiltración edulcorada con sacarosa y stevia, incorporando trozos de Aloe Vera

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar la condición óptima de microfiltrado (presión transmembranaria) para clarificar la bebida
- Analizar las características fisicoquímicas (°Brix, pH, acidez titulable y turbidez) de la bebida de tuna.
- Identificar sensorialmente el mejor tratamiento de las bebidas a diferentes concentraciones de tuna, edulcorantes (sacarosa y stevia) y Aloe vera.
- Evaluar la calidad nutricional del mejor tratamiento.

1.4.3. Preguntas de Investigación

¿Cómo influye las condiciones (presión transmembranaria) del microfiltrador en las características fisicoquímicas (°Brix, pH, acidez titulable y turbidez) de la bebida de tuna?

¿Cuál es la concentración ideal de tuna, edulcorantes (sacarosa y stevia) y Aloe vera para la formulación de bebidas de acuerdo al panel de jueces?

¿Cuál es el valor nutricional de la bebida con trozos de Aloe vera?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Liberto y Fernández (2016) emplearon el método de microfiltración tangencial para clarificar una bebida a base de jugo de maracuyá (*Passiflora edulis var. flavicarpa*), se realizaron análisis de parámetros físicos y químicos a la bebida tales como: pH, acidez titulable total, sólidos solubles totales, viscosidad, turbidez y color. Las condiciones del microfiltrador fueron presión transmembranaria en un rango de 2 bar, a temperatura 38 °C y membrana de 0,22 µm. Además, determinaron el tiempo de vida útil de la bebida durante el almacenamiento a diferentes temperaturas de 4°C, 12°C y 20°C por un tiempo de 21-90 días. De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis sensorial concluyeron que la bebida tiene alta aceptación por parte de los consumidores y es estable a un tiempo de 90 días cuando el producto es almacenado a 4°C.

González, Vaillant y Tapia (2019) Evaluaron la microfiltración tangencial como tratamiento de clarificación y conservación de un jugo de mora endulzado con hojas deshidratas de Stevia. La condición de operación fue a una temperatura de 35 °C y a presión transmembranaria de 2 bar y membrana de 0, 22 µm. El jugo formulado con Stevia registró un promedio de 4,5 °Brix luego del clarificado se obtuvo un valor de 4 °Brix, la turbidez inicial fue de 513 NTU y luego del clarificado fue de 32,90 NTU, el pH se mantuvo en 2,95. El producto durante el almacenamiento mantuvo su estabilidad química y microbiológica al registrar valores de pH, sólidos solubles y recuentos microbianos que le permitieron conservar su calidad durante al menos 27 días de almacenamiento en condiciones de refrigeración. Este aspecto sumado a las favorables propiedades sensoriales, y al potencial nutricional del jugo formulado, sugieren la viabilidad técnica en las condiciones descritas, para su uso a escala industrial.

Brito et al. (2010) analizaron las condiciones óptimas de operación del microfiltrador tangencial para la obtención de jugo clarificado de granadilla *(Passiflora Ligularis L.)*. Las condiciones óptimas se determinaron con una membrana de 0,5 µm, presión transmembranaria de 2 bar, factor de reducción volumétrica de 7, el flujo del permeado de 50 L.h-1m-2 y debido a que la fruta es muy sensible al calor se empleó una temperatura a 30°C para evitar cambios organolépticos. Se determinó las

características fisicoquímicas como solidos solubles 14,6 °Brix, pH, Vitamina C, viscosidad cinemática 2,01% y turbidez 5,633 NTU, se obtuvo un producto de calidad y sin alteraciones sensoriales logrando así una bebida con las características iniciales de la fruta.

García et al. (2014) Evaluaron las características físicas y químicas del jugo de mango clarificado. Las condiciones del equipo son presión transmembranaria de 2 bar y una membrana de 0,5 um. Los parámetros evaluados fueron solidos solubles, pH, acidez total titulable y turbidez. La microfiltración estuvo acompañada de un pretratamiento de centrifugación lo cual ayudo a una mejor clarificación de la bebida la cual logro disminuir hasta 0,24 NTU, se mantuvieron las características físicas y químicas de la bebida. Lo que revela que la microfiltración es una alternativa versátil para procesar néctares y jugos de frutas tropicales, inocuos y con características sensoriales semejantes a los jugos naturales.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Tuna

La tuna es conocida en varios lugares del mundo con diferentes nombres: "nopal", "tunal", "tunera", "chumbo", "higo de india", "higo español", "tuna sin espina", "tuna con espina" (Lujan, 2017). Las plantas de tuna se adaptan fácilmente a zonas con escases de agua (Morejón, 2017); el fruto es ovalado con cáscara gruesa de color verde y cuando madura toma diferentes colores como amarillo, naranja y rojo, la coloración varían según la especie, presentan espinas frágiles y finas de 2 a 3 mm de longitud; la pulpa es gelatinosa, jugosa, dulce, comestible y contiene numerosas semillas. (Nayhua, 2017)

2.2.1.1. Origen de la Tuna

La tuna es originaria del oeste de los Andes del Perú y Bolivia, y de la Meseta Central de México (Nayhua, 2017). Actualmente, se encuentran en una variedad de condiciones agroclimáticas, en forma cultivada o silvestre, por todo el continente americano. Además, sus cultivos se han esparcido a Asia, África, Europa y Oceanía (Díaz, 2019)

2.2.1.2. Clasificación taxonómica

Las tunas tienen una taxonomía muy compleja, debido a que la mayoría de los fenotipos presentan variabilidad según las condiciones ambientales (Nieto, 2021). Además, registran casos de poliploidía, se reproducen en forma asexual o sexual, y hay numerosos híbridos interespecíficos, lo cual complica su clasificación (Panta, 2017).

Se conocen aproximadamente 300 especies del género Opuntia. Sin embargo, hasta la actualidad solo hay 10 ó 12 especies usadas por el hombre para la producción de fruta y nopalitos para alimentación humana, forraje o cochinilla para la producción de colorantes. En la tabla 1 se encuentran, como especies cultivadas para la producción de fruta la *Opuntia ficus indica* (Díaz, 2019)

Tabla 1. *Taxonomía de la Tuna.*

Clasificación de la tuna	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllales
Familia	Cactaceae
Tribu	Opuntiae
Género	Opuntia
Especie	Opuntia ficus-indica
Nombre común	Tuna

Fuente: (Monastero, 2018)

2.2.1.3. Tipos de tuna

Rodríguez y Tapia (2022) mencionan que en Ecuador principalmente en las provincias de Loja, Santa Elena, Imbabura y Tungurahua existen cuatro tipos de tuna, que se detallan a continuación:

- Tuna silvestre: esta planta crece libremente en campos áridos, sus hojas y frutas son de tamaño pequeño en comparación con otras especies. Estas plantas en su mayoría están plagadas por la cochinilla, un parásito del que se extrae un colorante natural de uso industrial.
- Tuna amarilla sin espina: esta planta presenta hojas y frutos con una cantidad limitada en espinas, esto facilita el proceso de recolección y son más

apreciadas por los agricultores. Estos frutos son populares por su color en los mercados, siendo muy apetecible a los ojos de los consumidores. Sin embargo, la planta es delicada.

- Amarilla con espinas: es un híbrido entre la tuna silvestre y tuna amarilla polinizados por insectos. Su fruto es redondo, grande, y de color amarillo con tonalidades claras volviéndola atractiva para el consumidor.
- Tuna blanca: los frutos de esta planta son alargadas, la pulpa es más dulce que otros tipos de cactus. Estas plantas son resistentes al ataque de enfermedades, y es fácil de manejar debido a que tiene pocas espinas.

En la provincia de Imbabura (Valle del Chota) las especies que se cultivan en mayor cantidad son las de tipo blanca y amarilla con espinas y sin espinas, según informes técnicos la fruta esta entre una de las de mejor calidad del continente por su sabor, olor y rendimiento. (El Universo, 2012)

2.2.1.4. Composición y valor nutricional

La tuna contiene compuestos bioactivos y un alto valor nutritivo, con un 85% de agua, 14% de azúcares y 1% de proteína (Nayhua, 2017). Aporta vitaminas tales como: caroteno, niacina, ácido ascórbico, tiamina, riboflavina; y oligoelementos importantes como hierro, zinc y manganeso (Herrera, 2018). Además, se presentan algunos aminoácidos en la pulpa como la prolina, la glutamina y en mayor cantidad la taurina. Las semillas proveen gran cantidad de fibra insoluble cuando la fruta es pelada (Maxino y Serquen, 2020).

Respecto a su composición fotoquímica, aportan gran cantidad de sustancias con actividad antioxidantes como betalaínas, flavonoides, compuestos fenólicos, y betacianinas, esta propiedad funcional reduce la oxidación de un sustrato durante el funcionamiento fisiológico normal del cuerpo. Además, poseen actividad hipolipemiante, hipoglicemiante, hepatoprotectora, gastroprotectora, neuroprotectora y cicatrizante. A continuación, en la tabla 2 se muestra la composición nutricional de la tuna. (Herrera, 2018).

Tabla 2. *Composición nutricional de la Tuna.*

Constituyente	Contenido
Porcino comestible	78.00
Energía (Kcal)	27.00
Proteína (g)	1.70
Grasa (g)	0.30
Hidratos de carbono (g)	5.60
Calcio (mg)	93.00
Hierro (mg)	1.60
Tiamina (mg)	0.03
Riboflavina (mg)	0.06
Niacina (mg)	0.03
Ácido ascórbico (mg)	8.00

Nota: La composición nutricional presentada es por cada 100 g de parte comestible de fruta.

Fuente: Tomado de Mostacero (2018).

2.2.1.5. Características fisicoquímicas

Entre las características fisicoquímicas que comúnmente determinan la pulpa de tuna tenemos: la humedad, °Brix, pH, densidad y acidez total, las cuales se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. *Característica fisicoquímica en 100 g de pulpa de tuna.*

Parámetros	Cantidad
Humedad (%)	79,4
°Brix	13
pH	6,33
Densidad (g/ml)	1,05
Acidez total (g ácido cítrico/ 100 ml)	0,06

Fuente: Tomado de Mostacero (2018)

2.2.1.6. Propiedades funcionales

Las tunas son apreciadas en todo el mundo como fuente de compuestos funcionales dietarios e ingredientes para alimentos innovadores (Martín, et al., 2019). Además de la fruta también los cladodios de la tuna son fuentes de compuestos funcionales, entre los que se destacan: la fibra, los pigmentos (betalainas, carotenoides), los hidrocoloides (mucílago), calcio, potasio y la vitamina C (Cisneros, 2017).

El consumo de tuna cambia positivamente el balance redox corporal por lo que ayuda a decrecer el daño oxidativo en grasas y mejora el estado antioxidante general (Herrera, 2018). También su ingesta controla el colesterol, previene algunas enfermedades como diabetes y enfermedades al colon, esto es debido a la presencia de fibra (Maxino y Serquen, 2020).

2.2.1.7. Usos de la tuna

La tuna tiene varios usos en la alimentación y en la industria, entre estos se encuentra:

- En la alimentación humana: se consume al natural, brotes internos, colorantes de alimentos; además, se industrializa la fruta madura en jugos, mermeladas, frutas en almíbar, licores, refrescos entre otros, y los frutos verdes (dos meses de edad) se elaboran frutas abrillantadas en almíbar (Lujan, 2017).
- En química industrial: mucílagos, caucho sintético, adherentes, gomas, anticorrosivos, entre otros (Maxino y Serquen, 2020).
- En aspectos pecuarios: en apicultura, semillas molidas (por su elevado contenido de aceites), forraje procedente de los frutos y las pencas, y como sustento de la cochinilla (Maxino y Serquen, 2020).
- En la conformación de setos vivos para la protección de parcelas; y en la formación, mejoramiento y protección de suelos (Maxino y Serquen, 2020).

2.2.2. Aloe Vera

La planta de Aloe Vera es llamada también sábila perteneciente a la familia *Liliaceae*, cuenta con aproximadamente 360 especies diferentes. "Su nombre genérico Aloe procede del término árabe *alloeh* que significa sustancia brillante y amarga y vera que viene del latín verdad" (Domínguez, et.al 2012). Crece en zonas áridas y se caracteriza por tener tejidos para el almacenamiento de agua, dichos tejidos se encuentran entre la corteza y la pulpa, en la parte interna se encuentra la aloína, causante del sabor y olor desagradable. Esta planta presenta hojas alongadas, carnosas y ricas en agua que pueden alcanzar una altura de 50 a 70 cm; sus tallos presentan un diámetro de 30 a 40 cm, tienen el borde espinoso dentado; las flores son amarillas, tubulares, y colgantes. (Pinto, 2017)

Desde el punto de vista cosmetológico, terapéutico, medicinal, y alimenticio la parte más importante de la planta son las hojas, éstas contienen en su interior un núcleo gelatinoso y transparente (pulpa) que es conocido como gel de Aloe vera (Barrera, Cárdenas, & Alcántar, 2021). El gel de aloe vera está cubierto por acíbar, sustancia amarga y de color amarillo y protegida por la cáscara de color verde que se encuentra en el exterior. (Pinto, 2017).

2.2.2.1. Clasificación taxonómica

Existen más de 200 especies de sábila, sin embargo, sólo cuatro presentan propiedades medicinales: *Aloe arborescens Mill, Aloe barbadensis Miller, Aloe ferox Mill y Aloe succotrina* (Montes, 2019).

La especie de sábila que se cultiva en el Ecuador con fines comerciales es: *Aloe barbadensis M*, conocida también como Aloe vera L, debido a que es la especie más potente (Sempertegui, 2020). Las provincias que se dedican al cultivo de sábila son: Guayas, El Oro, Morona Santiago, Imbabura, Santa Elena y Pichincha (Andrade et al., 2019). En la tabla 4 se muestra la clasificación taxonómica del Aloe vera.

Tabla 4. *Clasificación taxonómica del aloe vera.*

Clasificación taxonómica del aloe vera	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Liliales
Familia	Liliaceaes
Género	Aloe
Especie	Aloe barbadensis (Miller)
Nombre común:	Aloe vera o sábila

Fuente: Tomado de Pinto (2017)

2.2.2.2. Composición química

La planta de sábila está formada por una mezcla compleja de compuestos, y más de 20 de estas sustancias tienen actividades benéficas para la salud entre ellas la composición fisicoquímica como se muestra en la tabla 5. (Andrade et al., 2021).

El gel está compuesto por 98 a 99 % de mucilago y el restante por ácidos galacturónicos, glucorónicos, mono, di y polisacáridos como arabinosa, fructosa, glucomanano, glucosa, galactosa, acemanano y manosa. Siendo la manosa la más importante del gel. (Barrera, Cárdenas y Alcántar, 2021)

Tabla 5. *Composición fisicoquímica de la planta de aloe vera.*

Parámetro	Característica
pH	3.5-6.5
Vitaminas	Ácido fólico, ácido ascórbico, betacaroteno, tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina, colina, vitamina C y vitamina E.
Minerales	Calcio, magnesio, potasio, zinc, sodio, cobre, hierro, manganeso, fósforo y cromo.
Hidratos de carbono	Celulosa, galactosa, glucosa, xilosa, manosa, arabinosa, aldo pentosa, glucomanosa, fructosa, acemanano.
Enzimas	Amilasa, ciclo oxidasa, carboxipeptidasa, lipasa, bradiquinasa, catalasa, oxidasa, fosfatasa alcalina, ciclooxigenasa, superóxido dismutasa y fosfoquinasa.
Aminoácidos	Esenciales: isoleucina, metionina, lisina, fenilalanina, treonina, tirosina y valina. No esencial: ácido aspártico, ácido glutámico, alanina glicina, histidina, arginina, hidroxiprolina, prolina, serina y cistina.
Lípidos y compuestos orgánicos	Esteroides, ácido salicílico, sorbato de potasio. Triglicéridos, lignina, ácido úrico, saponinas, giberelina.
Otros compuestos	Aloína, isobarbaloina, ácido aloético, emodina, ácido cinámico, aceite eterolo y ácido crisafánico

Fuente: Tomado de Carvajal (2021)

2.2.2.4. Beneficios del consumo de sábila.

La sábila tiene múltiples propiedades medicinales debido a los metabolitos que contiene. Su consumo regula el flujo intestinal, disminuye la acidez y las úlceras estomacales, tiene efecto cicatrizante, hidratante y antiséptico (Matos y Berradre, 2018).

2.2.2.5. Usos.

El Aloe vera se utiliza principalmente en preparaciones de maquillaje, jabones de tocador, champús, dentífricos, perfumes y bebidas refrescantes, por ser productos de mayor consumo y venta (Sempertegui, 2020).

Actualmente el Aloe vera ha sido empleado para la producción de alimentos a nivel mundial como parte de su composición, en productos tales como: leche, yogurt, helados, y caramelos. Además, es base para la elaboración de alimentos funcionales, principalmente para la preparación de bebidas saludables que no tengan efectos laxantes. (Andrade et al., 2019)

2.2.3. Tecnologías de membranas.

Las tecnologías de membranas son un grupo de operaciones donde se emplean membranas semipermeables con el fin de concentrar, separar o fraccionar partículas

en solución. Se basan en la separación por diferencia de peso molecular y tamaño de partículas, siendo un conjunto de tecnologías limpias ya que necesitan de bajos recursos energéticos y no requieren de aplicación de calor, lo que minimiza el riesgo de alterar a los productos termolábiles. (Cheryan, 1998)

A través de la historia, el desarrollo ha sido multidisciplinario debido a las nuevas aplicaciones en la industria alimentaria, biotecnológica, farmacéutica, química y efluentes, lo cual se evidencia en las investigaciones realizadas que se enfocan en los procesos de separación y en el análisis de las variables con el desarrollo de nuevos materiales para membranas. (Solís C. , 2016)

2.2.3.1. Tipos de tecnologias de membranas

- **Evaporación osmótica (EO**): Es un proceso de membrana que concentra solutos a niveles muy altos, empleando presión atmosférica y baja temperatura lo que evita la alteración de aquellas frutas sensibles al calor. El efecto se produce por un diferencial de presión de vapor originado por una solución de extracción fuertemente concentrada, causando la pérdida de agua en forma de vapor a través de una membrana. (Pulido, Forero, & Cabrera, 2016)
- **Osmosis inversa (OI):** Denominada también hiperfiltración, consiste en invertir el flujo de permeado a través de la membrana aplicando altas presiones creando un gradiente suficiente para sobrepasar a la presión osmótica la cual es ejercida por compuestos iónicos y moleculares, logrando concentrar sales y otros compuestos de mayor tamaño causando solo el traspaso del agua. (Purchas & Sutherland, 2002)
- **Nanofiltración (NF):** Denominada ósmosis inversa de baja presión o desendurecimiento por membranas, ya que es una combinación entre la ósmosis inversa y la ultrafiltración. Está diseñada para separar compuestos de bajo peso molecular como aminoácidos, colorantes y azúcares utilizando una membrana de tamaño de poro entre 0,01 y 0,001 µm (Solís, Vélez, & Ramirez, 2016), Su carga superficial negativa permite el rechazo de iones multivalentes por lo que es utilizada para el ablandamiento de aguas y la separación y recuperación de sustancias. (Pérez, Miranda, Lin-Ho, Álvarez, & Pérez, 2016)
- **Ultrafiltración (UF):** Método de separación y concentración, que utiliza una membrana muy fina con tamaños de poro entre 0,1µm hasta los 1 µm y empleando presiones de 2 a 10 bar ((Hernández, Tejerina, Arribas, & Martínez,

1990). Durante el proceso se separan compuestos de mayor peso molecular como proteínas, carbohidratos y enzimas los cuales son retenidos mientras que los de bajo peso como sales, azúcares, aminoácidos pasan a través de la membrana (Wagner, 2001).

- **Microfiltración (MF):** Se emplea para retener sólidos en suspensión, concentrar o eliminar macropartículas. Es utilizada como un pretratamiento para ósmosis inversa y nanofiltración. Para este método se utiliza una membrana de un tamaño de poro entre 0,05 µm y 10 µm, se aplica presiones entre 0,5 y 3 bar. (Solís, Vélez, & Ramírez, 2016). Durante el filtrado se obtienen dos productos el retenido o "torta" que es la fase que no logró atravesar la membrana y el permeado, el líquido clarificado libre de microorganismos es considerado como un método de pasteurización en frio lo cual garantiza un producto sin alteraciones sensoriales. (Huisman, 1998)

  La microfiltración utiliza dos tipos de filtrado como se muestra en la Figura 1, la filtración frontal o denominada vertical donde se alimenta con un flujo de forma perpendicular a la barrera de la membrana ocasionando una acumulación de la torta y permitiendo que el permeado salga al lado opuesto de la barrera, la constante acumulación de la torta causa que el permeado disminuya durante el proceso y que se produzca un taponamiento en la membrana por ello cada cierto tiempo se debe retirar la membrana del microfiltrador y realizar su debida limpieza. (Girard & Fukumoto, 2000)

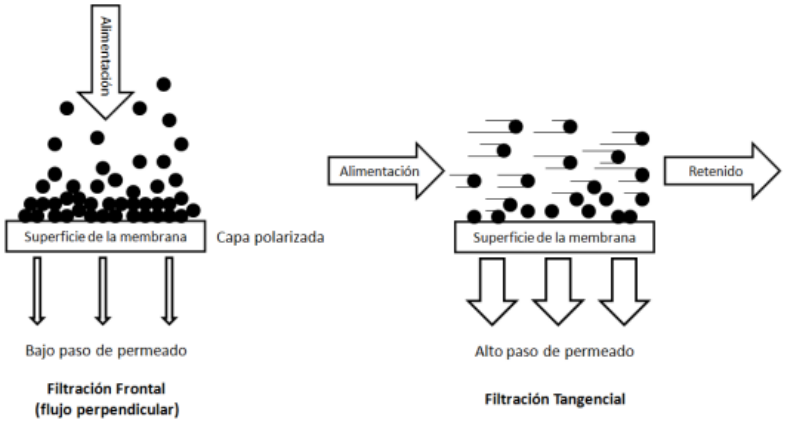


Figura 1. Flujo frontal y tangencial de microfiltración .

Fuente: (Girard & Fukumoto, 2000)

La filtración tangencial, el flujo ingresa a la barrera permeable de forma paralela, el permeado se recoge al lado opuesto del ingreso y el retenido que no logro traspasar por la membrana será recirculado al tanque de alimentación para pasar nuevamente por la barrera permeable con el fin para extraer la mayor cantidad de permeado. (Girard & Fukumoto, 2000)

2.2.3.2. Parámetros de operación de microfiltracion tangencial

La microfiltración tangencial (MFT) se caracteriza por que mantiene una alimentación de forma paralela a la superficie de la membrana lo que genera una recirculación del líquido y con ello disminuye la generación de la torta aumentando el rendimiento del proceso. (Romero, 1999)

2.2.3.2.1. Velocidad tangencial

Se define como el desplazamiento del líquido dentro del equipo del lado del retenido y tiene unidades de longitud sobre tiempo (m/s), se determina que a mayor velocidad tangencial mayor será el flujo del permeado debido a que se desarrolla un aumento de la turbulencia provocando un movimiento de barrido en la membrana evitando así la acumulación de material lo que causaría la disminución del flujo. (Bruijn & Bórquez, 2006)

2.2.3.2.2. Temperatura

El flujo del permeado se ve afectado por el cambio de temperatura que se emplea en el equipo, debido a que influye en la viscosidad y densidad considerando que los líquidos tienden a bajar su densidad con el aumento de la temperatura, lo cual permite que el traspaso del permeado sea eficiente sin que se produzca taponamientos en la membrana. (Barros, Andrade, Mendes, & Peres, 2003)

2.2.3.2.3. Presión transmembranaria (Ptm)

Girard y Fukumoto (2000) mencionan que es la presión empleada para que el líquido pase a través de la membrana semipermeable y con ello obtener el permeado. No obstante, el cambio de la presión transmembranaria va a variar ya que depende de la velocidad tangencial y del flujo, este es determinado por las características del líquido que se va a procesar.

$$PTM = (P_{ent} - P_{sal}) / 2 - P_{per}$$

Donde:

P_{ent}: Presión de entrada

P_{sal}: Presión de la salida del retenido

P_{per}: Presión del permeado

2.2.3.2.4. Factor de reducción volumetrico (FRV)

Es un factor que determina el rendimiento del proceso, y relaciona el volumen total de alimentación que se utiliza para el proceso y el volumen total del retenido. Durante la microfiltración, conforme pasa el tiempo el volumen inicial de alimentación aumenta y con ello el retenido que es el causante del bloqueo de los poros de la membrana el cual disminuye el flujo del permeado. Por ello el FVR es inversamente proporcional. ((Carneiro, Santos, Santos, & Martins, 2002)

$$FRV = \frac{Va}{Vr} = (Vp + Vr) / Vr$$

Donde:

Va: Volumen total alimentado al sistema

Vr: Volumen total retenido

Vp: Volumen del permeado

2.2.3.3 Aplicaciones de la microfiltración.

2.2.3.3.1 Productos lácteos.

Se utiliza esta técnica para separar la leche cruda de la leche desnatada para garantizar un proceso óptimo de desnatado lo cual es expresado en contenido graso residual que se puede reducir hasta menos de un 0,05%. Por otro lado, es utilizada para la clarificación de la leche con el fin de eliminar la presencia de la bacteria listeria, partículas de suciedad y leucocitos. También es utilizada para la separación

de grasa del suero de leche de este modo se alcanza una eficiencia entre 0,03 y el 0,04 % de contenido graso residual. (Santorso, 2015)

El permeado se reutiliza para el procesado de quesos o de leche en polvo obteniendo productos de mejor textura y rendimiento. (Brennan, 2008)

2.2.3.3.2 Producción de cerveza y vinos.

Con el objetivo de clarificar la cerveza y vinos de tonalidad turbia obtenida de los tanques de fermentación y trasvase, en tal sentido lo que se intenta es optimizar el proceso en la etapa de recuperación del mosto tanto para el procesado de vino y cerveza con el fin de disminuir las pérdidas, separando así el líquido del lúpulo en la cerveza y sedimentos en el vino, logrando un máximo rendimiento del producto final. (Brennan, 2008)

2.2.3.3.3 Procesado de zumos de fruta.

Con el fin de clarificar zumos y bebidas la microfiltración eliminando el retenido causante de la turbidez y con un mayor rendimiento y producto de calidad sensorial y nutricional igual a la bebida inicial. También se utiliza para clarificar sidra y jarabes de azúcar. Con la parte solida obtenida del clarificado se utiliza para procesar pulpas, jaleas, compotas y jugos de tal forma no existe desperdicio durante el proceso. (Brennan, 2008)

2.2.3.3.4 Aplicaciones en carnes y verduras.

Se utiliza para recuperar proteína de soja y para la purificación de la gelatina proveniente del material proteico de la hidrolisis del colágeno, eliminando la suciedad, proteínas coaguladas, grasas y otros materiales, obteniendo rendimientos más altos y de calidad. (Brennan, 2008)

2.2.3.4. Importancia de la utilización de tecnologia de membranas

La clarificación es la reducción de la viscosidad y eliminación del material enturbiante como la pectina y otros carbohidratos presentes en el jugo. Es considerada como un paso importante en la industria de los jugos porque permite mejorar la apariencia, controlar la composición nutricional del jugo, y aumentar la calidad. (Almendaris, 2018)

Existen algunos métodos para clarificar en el procesamiento de los jugos entre estos tenemos los métodos convencionales y las tecnologías de membranas. Los métodos convencionales usan aditivos como por ejemplo las tierras diatomeas y floculantes (bentonita y gelatina) para favorecer la filtración y obtener un zumo de sabor más suave. Después de la filtración se obtienen sólidos que no se pueden reutilizar y deben ser tratados por un gestor de residuos, porque contienen enzimas y aditivos. Además, la aplicación de esta técnica demanda una elevada cantidad de trabajo, mano de obra, tiempo consumido y operan en discontinuo. En cambio, con las tecnologías de membranas no ocurre esto debido a las turbulencias formadas por la alta velocidad tangencial del sistema, se puede operar en continuo, combinar con otros procesos, y es fácilmente automatizable. (Guarch, 2017)

2.2.4. Deshidratación osmótica (DO)

Carbajal y Torres (2018) indican que la deshidratación osmótica consiste en sumergir la fruta en una solución concentrada, comprendido en rangos de 75 hasta 90% de azúcar, y esto crea dos flujos:

- Un flujo de agua que sale del producto: donde se puede perder hasta el 60% de agua a temperaturas de 30 a 50 °C, sin presencia de oxígeno y sin cambio de fases (líquido a gaseoso), en un tiempo de tres horas.
- Un ingreso de solutos de la solución del producto: se puede incorporar una cantidad esperada de agente conservante, alguna solución de interés nutritivo, o mejorar la calidad sensorial del producto a través de la aplicación de sabores.

La DO es un proceso empleado generalmente en métodos combinados de conservación y/o en la elaboración de alimentos funcionales, debido a que permite la incorporación de componentes que aumentan el valor nutricional de frutas o alimentos en general. (García et al., 2018)

2.2.4.1. Tipos de Soluciones.

García et al. (2015) mencionan que se utilizan tres tipos de soluciones para la deshidratación osmótica, las cuales se señalan a continuación.

- **Isotónica:** La solución contiene la misma concentración de solutos que el material alimenticio.

- **Hipotónica:** la solución contiene menos concentración de solutos que el material alimenticio.
- **Hipertónica:** La solución contiene mayor concentración de solutos que el material alimenticio.

Las soluciones más utilizadas para el proceso de deshidratación son las hipertónicas en el caso de frutas y verduras en las cuales se emplean soluciones azucaradas o salinas, se utilizan soluciones de sacarosa, lactosa o glicerol con el fin de reducir el pardeamiento, mejorar la textura, el sabor y la retención de compuestos volátiles. (Arreola & Rosas, 2007)

2.2.4.2. Transferencia de masa durante la deshidratación osmótica

La transferencia de masa se produce por la diferencia en el potencial químico que existe entre el medio osmótico, el agua y el alimento (García et al., 2018), causando asi la disminución de la humedad y con ello el aumento de los solutos en el alimento produciendo asi dos flujos opuestos. (Rodiles, Manivel, Zamora, & Martinez, 2016)

2.2.5. Edulcorantes

Los edulcorantes son aditivos alimentarios que funcionan como saborizantes con el fin de reducir el contenido calórico de un alimento (Velázquez et al., 2019). Es decir, son sustancias utilizadas en lugar de los endulzantes con azúcar (sacarosa) o alcoholes del azúcar (Barreto, 2019).

Los edulcorantes también son llamados sustitutos del azúcar, edulcorantes intensivos o edulcorantes artificiales (Barrios, 2020).

2.2.5.1. Clasificación

Los edulcorantes pueden clasificarse según su origen (naturales o sintéticos), su aporte energético (calóricos o no calóricos) (Manzur, et al., 2020). Además, se pueden clasifican según la Agencia de Medicamentos y Alimentación de EE. UU. en nutritivos y no nutritivos (Barrios, 2020).

2.2.5.1.1. Edulcorantes naturales

Los edulcorantes naturales se derivan de las plantas y se dividen en:

- Glucósidos naturales: monosacáridos (glucosa, galactosa, fructosa), disacáridos (sacarosa, maltosa, lactosa) y polioles de primera generación (sorbitol, xilitol, manitol) (Carocho, Morales y Ferreira, 2017).
- No glucósidos: polioles de segunda generación (maltitol, lactitol, isomaltitol), derivados nitrogenados (taumanina, aspartame) y derivados flavonoides (neohesperidina dihidrocalcona) (Carocho et al., 2017).

2.2.5.1.2. Edulcorantes sintéticos

Los edulcorantes sintéticos o artificiales son obtenidos químicamente (Guerra, 2017). Actualmente, son los más utilizados debido a la potencia, beneficios calóricos que reportan y costo (Reyes, 2017). En este grupo se encuentran: el ciclamato, la sacarina, la sucralosa y el aspartame (Carocho et al., 2017).

2.2.5.1.3. Edulcorantes calóricos

Los edulcorantes calóricos aportan 4 Kcal/g, se consideran como una fuente rápida de energía. Generalmente se encuentran en forma natural y añadida en diferentes alimentos. En este grupo se encuentra: la sacarosa, glucosa, lactosa, fructosa, jarabe de maíz entre otros. (Lara, 2021)

2.2.5.1.4. Edulcorantes no calóricos

Los edulcorantes no calóricos o acalórico aportan menos de 1 Kcal/g o una cantidad nula y en este grupo de edulcorantes se encuentran:

- Naturales: Stevia, taumatina, pentadina, monelina.
- Artificiales: Aspartame, sucralosa, sacarina, neotame, acesulfame K, ciclamato. (Muñoz et al., 2020)

2.2.5.1.5. Edulcorantes nutritivos

Los edulcorantes nutritivos aportan calorías y suelen ser de origen natural (Guerra, 2017). En este grupo se encuentran:

- Naturales: azúcares (fructosa, sacarosa, dextrosa, glucosa, maltosa) y los edulcorantes naturales calóricos (azúcar de coco, miel de abeja, miel de maple, azúcar de palma).
- Artificiales: azúcares alcoholados (manitol, maltitol, xilitol, eritritol, xilitol, sorbitol.) y azúcares modificados (azúcar invertido, jarabe de maíz alto en fructosa, caramelo).

2.2.5.1.6. Edulcorantes no nutritivos

Los edulcorantes no nutritivos no aportan energía de forma significativa y poseen un poder endulzante superior a los nutritivos. En este grupo se encuentran: Acesulfame K, Aspartame, sucralosa, sacarina, advantame, neotame, Stevia (Guerra, 2017).

2.2.6. Sacarosa

La sacarosa es un disacárido compuesto de glucosa y fructosa, también es conocido como azúcar, y es el edulcorante más empleado en el mundo y aporta calorías (Carocho et al., 2017). Se emplea en la elaboración de productos destinados especialmente a niños, como por ejemplo en cereales para el desayuno para comercializarse azucarados (Jiménez F. , 2020).

2.2.7. Stevia

La stevia es un edulcorante que proviene del arbusto Stevia rebaudiana, y las hojas pueden emplearse en estado natural, tiene un poder edulcorante de 300 en relación a la sacarosa y no aporta calorías (Muñoz et al., 2020). Sus hojas son dulces porque contienen glucósido esteviósida, compuesto de glucosa y rebaudiosida (Jiménez F. , 2020). Se emplea en la producción de bebidas, dulces, mermeladas, chicles en pastelerías, confitería, yogures, etc. (Aldea, 2022). Es muy soluble en agua y estable a elevadas temperaturas (Romo, 2018). Además, posee efectos beneficiosos en la absorción de la grasa y la presión arterial; y contiene proteínas, minerales (hierro, calcio, fósforo, potasio, zinc) y vitaminas A y C (Chiroque, Dioses, y Masias, 2019).

2.2.8. Bebida

Las bebidas son líquidos donde predomina el agua total o fundamentalmente, en su mayoría son preparadas artificialmente (Loza y Inga, 2018).

2.2.8.1. Clasificación de las Bebidas

Las bebidas se clasifican según su contenido o ausencia de alcohol, y existe un alto consumo de bebidas, siendo la tendencia hacia las bebidas no alcohólicas (especialmente las bebidas funcionales) debido a que los consumidores tienen interés por el cuidado de su salud, y la relación que tiene esta con los alimentos y bebidas que ingieren. (Chiroque et al., 2019)

2.2.8.1.1. Bebidas alcohólicas

Las bebidas alcohólicas son líquidos que contiene alcohol (etanol), y están destinadas al consumo humano. Se clasifican según el proceso de elaboración al que se someten, entre estas tenemos: las bebidas alcohólicas fermentadas (vino, cerveza, champán) y las bebidas alcohólicas destiladas (Vermut, whisky, ron, ginebra, coñac, vodka). (Ahumada, Gámez y Valdez, 2017)

2.2.8.1.2. Bebidas no alcohólicas

Una bebida no alcohólica es una bebida no fermentada, carbonatada o no; elaborada con agua, ingredientes característicos de la propia bebida y productos autorizados (Chiroque et al., 2019). Entre estas tenemos: carbonatadas, agua mineral, refrescos sin alcohol, zumos, soluciones en polvo, y bebidas funcionales (bebidas isotónicas, bebidas energéticas, refrescos de té, agua funcional) (Jiménez M. , 2017).

Las bebidas funcionales benefician la salud del consumidor, y se consideran funcionales si llevan un ingrediente que enriquezca al producto, o si el producto final ofrece un aporte extra al mismo debido a la naturaleza de su composición como sucede con el té verde, la chicha morada, y el jugo de arándano rojo entre otros. (Aguirre, 2017)

2.2.8.1.3. Bebida de Fruta

En base a la norma INEN 2304 para refrescos y bebidas no carbonatadas menciona que la bebida de fruta es un producto sin fermentar, pero fermentable, y se obtiene diluyendo el jugo o pulpa de fruta, concentrado o sin concentrar o la mezcla de éstos. Para su formulación se puede emplear una o varias frutas con agua, ingredientes endulzantes y aditivos autorizados. (Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2008).

2.2.9. Aditivos alimentarios

El Codex Alimentarius (2018) menciona que son componentes que se agregan a los alimentos para modificar directa o indirectamente las características biológicas, químicas, físicas y sensoriales del producto y se adiciona con un propósito tecnológico de mejoramiento, prevención, estabilización o conservación en la fase de fabricación, transformación, preparación, envase, transporte o almacenamiento.

2.2.9.1. Clasificaciones de los aditivos

En la Tabla 6, se muestra la clasificación de los aditivos utilizados en los alimentos.

Tabla 6. *Código, clase funcional y definición de aditivos alimentarios.*

Código	Clase funcional	Definición
E-1XX	Colorantes	Aumentan o restituyen color a un alimento
E-2XX	Conservantes	Protegen del deterioro ocasionado por microorganismos
E-3XX	Antioxidantes	Protegen del deterioro ocasionado por la oxidación
E-4XX	Estabilizantes	Dispersión uniforme de dos o más sustancias
E-5XX	Correctores de acidez	Controlan la acidez y alcalinidad
E-6XX	Potenciadores de sabor	Realzan el sabor que tiene el alimento
E-9XX	Edulcorantes	Confieren al alimento un sabor dulce

Fuente: Codex Alimentarius (2015).

2.2.9.2 Conservantes

Son aditivos alimentarios que cumplen la función de alargar el tiempo de vida evitando su descomposición causada por microorganismos que se desarrollan en el ambiente y por el mal manejo de temperaturas de conservación. Además, se utiliza para realzar las características sensoriales de un producto, mejorando el sabor, color y textura. (Food facts for healthy choices, 2022)

2.2.9.2.1. Benzoato de sodio

Badui (2006) menciona que es un aditivo conservante antimicrobiano. Se produce por la neutralización de ácido benzoico con bicarbonato sódico, carbonato de sodio o hidróxido de sodio. Es apto para zumos de frutas y refrescos, sobre todo los que tienen un rango de pH ácido.

2.2.9.2.2. Sorbato de potasio

El Codex Alimentarius (2018) afirma que es un conservante con un gran efecto antimicrobiano ya que inhibe el crecimiento de mohos, levaduras y bacterias aerobias. La dosis recomendada cuando se combina con otro conservante es de 0,1-0,2%, además no altera las características sensoriales del producto y sus aplicaciones son en productos de panadería, dulces, concentrados para bebidas, frutas deshidratadas, bebidas con y sin gas, entre otros.

2.2.10. Envasado

El envase debe ser de un material resistente a la acción del producto y no debe modificar las características del producto, es decir los envases deben asegurar la integridad e higiene del producto durante el almacenamiento, transporte y expendio (INEN, 2008).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

La investigación fue desarrollada con un enfoque cuantitativo debido a que las variables en estudio se evaluaron por medio de la medición numérica de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos para ser interpretados estadísticamente y un enfoque cualitativo en base a la determinación de características sensoriales del producto con el fin de responder a los objetivos planteados

3.1.2. Tipo de Investigación

La investigación aplicada para el desarrollo del estudio fue de tipo experimental, para la elaboración de una bebida clarificada de tuna *(Opuntia ficus)* por microfiltración edulcorada con sacarosa y stevia, incorporando trozos de Aloe Vera, se manejó un diseño experimental con arreglo factorial completamente al azar de 2^3, cuyos factores fueron la presión transmembranaria (PTM) de (1 bar y 2 bar), aplicada en el equipo de microfiltración, las dos concentraciones de pulpa de tuna y agua (60% agua y 30% pulpa) y (70% agua y 20% pulpa) y los edulcorantes (sacarosa y stevia) con el fin de determinar las características sensoriales y fisicoquímicas.

3.2. HIPÓTESIS

- H_0: La microfiltración de la bebida de tuna, no influye sobre las características fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales del producto final.
- H_1: La microfiltración de la bebida de tuna, influye sobre las características fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales del producto final.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.2.1. Definición de las variables

Variable independiente

- Clarificación de la bebida de tuna

Variable dependiente

- Calidad de la bebida de tuna con trozos de Aloe vera.

En la tabla 7 se muestra la Operacionalización de las variables.

3.3.1. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 7. *Operacionalización de variables.*

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Independiente Presión transmembranaria. Concentraciones de pulpa. Edulcorantes.	PTM [1 Bar y 2 Bar]. Concentraciones de (60% agua y 30% pulpa) y (70% agua y 20% pulpa) Sacarosa y Stevia.	°Brix	Refractometría	(NTE INEN 380, 1986).
		pH	Potenciometría	(NTE INEN 389, 1986).
		Acidez titulable	Titulación con NaOH 0,1N	(NTE INEN 381,1986).
		Turbidez	Turbidimetría	(NTE INEN-ISO 7027)
Dependiente Calidad de la bebida de tuna con trozos de Aloe vera	Calidad fisicoquímica	°Brix	Refractometría	(NTE INEN 380, 1986).
		pH	Potenciometría	(NTE INEN 389, 1986).
		Acidez titulable	Titulación con NaOH 0,1N	(NTE INEN 381,1986).
		Turbidez	Turbidimetría	(NTE INEN-ISO 7027)
	Calidad sensorial	Color Olor Sabor Textura	Evaluación sensorial (Escala hedónica)I	Hojas de catación
	Calidad microbiológica	Coliformes fecales y Escherichia coli (E. coli)	Recuento microbiológico placas petrifilm	Normas INEN y fichas técnicas
		Recuento de Mohos y levaduras		
		Aerobios mesófilos		
	Calidad Nutricional	Calcio	EDTA-Murx	(Robles y Cuero, 2019)
		Hierro	Espectrofotometría fenantrolina	(Guzmán, 2014)
		Vitamina C	Dicloro fenol indo fenol	(Zago et al., 2010)

3.4 METODOS UTILIZADOS

3.4.1 Flujograma de procesos para la elaboración una bebida clarificada de Tuna (*Opuntia Ficus*) por microfiltración edulcorada con sacarosa y stevia, incorporando trozos de Aloe Vera.

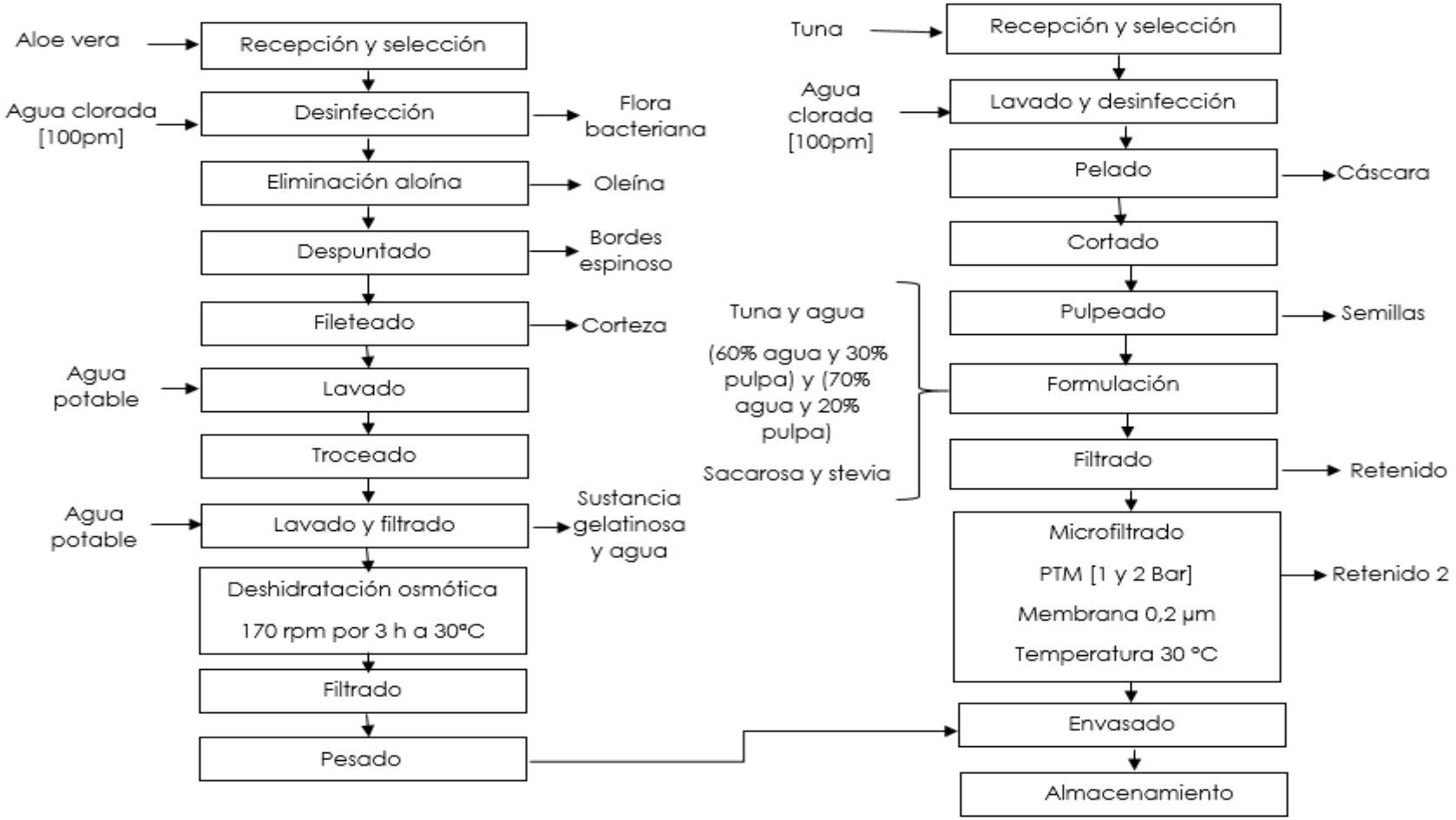


Figura 2. Flujograma de proceso para la bebida clarificada de tuna con trozos de Aloe vera.

3.4.2 Proceso para la elaboración de una bebida clarificada de Tuna (*Opuntia Ficus*) por microfiltración, edulcorada con sacarosa y stevia, incorporando trozos de Aloe Vera.

3.4.2.1 Control de calidad de la materia prima.

Para garantizar un producto de calidad es importante la recepción y selección de la materia prima, para este proceso se utilizó la Tuna (*Opuntia Ficus*), que se obtuvo de la parroquia el Juncal, escogiéndose las frutas de color anaranjado brillante y verificando que no presentaran ningún tipo de daños externos. Así mismo, se realizó el proceso para la selección de las hojas de Aloe vera las cuales presentaron un color verde brillante y se les retiró la corteza y los laterales. En base a las materias primas se analizó el estado de madurez con la firmeza mediante un penetrometro digital (Newton) y sólidos solubles totales con un refractómetro (°Brix).

Una vez verificada que la materia prima cumplía con los requisitos mínimos de calidad, se realizó la parte experimental, la cual se desarrolló en tres fases, dos de ellas en el laboratorio 304 tesis e investigación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, (UPEC), ubicada en la ciudad de Tulcán, Provincia del Carchi y una en el Departamento de Nutrición y Calidad, Investigación y Desarrollo de Procesos y productos en alimentos 2, área perteneciente a la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), ubicada en el sector de Cutuglagua, cantón Mejía, provincia de Pichincha.

3.4.2.2 Primera Fase: elaboración de la bebida de Tuna.

Para iniciar el procesamiento se realizó una limpieza y desinfección del área de trabajo, de los materiales y equipos. Para la parte experimental se utilizaron 8 kg de tuna *(Opuntia ficus)*. Se realizó la recepción y selección de la fruta previamente analizadas el estado de madurez. Se sumergieron en agua clorada con una concentración de 100 ppm por 3 min para eliminar cuerpos extraños, microbios y con ello evitar una contaminación directa. Luego, con un cuchillo de acero inoxidable, se retiró la parte superior e inferior de la corteza y se realizó un pequeño corte no tan profundo en la mitad de la cáscara de manera que se separó de la parte comestible. Después con una licuadora industrial se obtuvo la pulpa y se separaron las semillas con un cernidor para obtener una mejor consistencia.

Una vez obtenida la pulpa se procedió a la preparación de la bebida la cual constó de 8 tratamientos en base a las formulaciones de pulpa en relación de agua purificada para lo cual se utilizó una combinación de (60% agua y 30% pulpa) y (70% agua y 20% pulpa), el 10% restante corresponde a los edulcorantes (sacarosa y stevia), conservantes (benzoato de sodio y sorbato de potasio) y Aloe vera. A continuación, se realizó un prefiltrado para extraer el exceso de mosto para evitar un taponamiento previo a la microfiltración y finalmente se procedió a embotellar los tratamientos.

3.4.2.3 Segunda Fase: Clarificación de la bebida de tuna por microfiltración.

Para el inicio del proceso se limpió y desinfectó el área de trabajo y el equipo, el proceso de microfiltración se llevó a cabo en diferentes etapas en donde se controló las presiones con el fin de obtener el permeado, a continuación, se detalla el proceso como se observa en la figura 3.

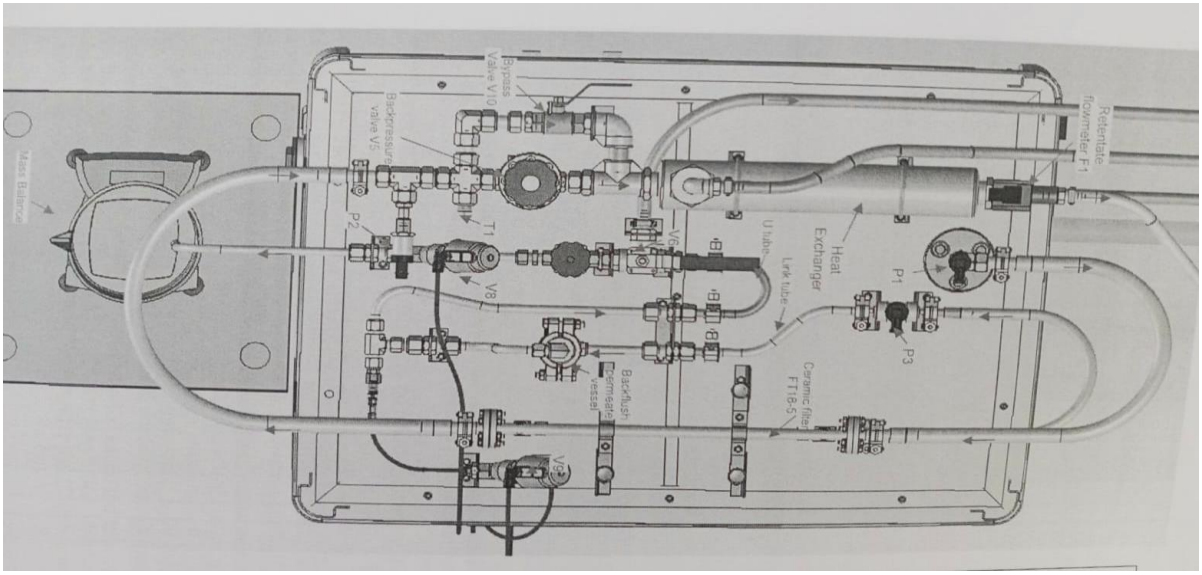


Figura 3. Proceso de microfiltración FT18 MKII (INIAP).

Fuente: Manual de microfiltración, (2019)

Antes de cada operación se verificó el nivel de aceite de la bomba de alimentación, además se verificó que la conexión entre la bomba de alimentación y la válvula de contrapresión estén apretadas y selladas, al igual que las mangueras y conexiones de todo el equipo para evitar fugas de agua y presión. Se colocó la membrana de microfiltración cerámica tubular 0,2 µm, luego se abrió completamente la válvula de

contrapresión (V5), la válvula de permeado (V7) y la válvula de derivación (V10). Se drenó agua abriendo las válvulas V1 y V2 correspondientes a las mangueras de salida del líquido, al igual que la válvula de succión, retenido y permeado. Se inició el proceso colocando la solución a filtrar en el tanque de alimentación y se puso en marcha la bomba de alimentación para succionar el líquido y la bomba (BE) a velocidad 0, se abrió la llave de agua en el intercambiador de calor y se ajustó la temperatura del permeado al valor deseado 30 °C. Se verificaron las presiones del caudal de entrada P1, P2. La sumatoria de P1 y P2 divida para 2 se obtiene la presión P3 que es la presión transmembranaria, se ajustó el caudal de flujo transversal requerida a 50 $L.h^{-1}.m^{-2}$. Se aumentó paulatinamente la velocidad BE de 0,2 bar cada 30 segundos hasta alcanzar la presión transmembranaria deseada en este caso 1 bar y 2 bar y con ello se ajustaron V5, V7 y V10 para alcanzar las presiones requeridas para obtener el jugo clarificado el cual fue envasado en botellas de vidrio de 1000 mL y previamente selladas y almacenada a 4 °C. Una vez que concluyó el proceso de clarificado se apagaron todas las bombas y se drenó totalmente el circuito abriendo todas las válvulas realizando una circulación de agua. Finalmente se procedió al lavado del equipo con una disolución de NaOH al 2% y luego con agua desionizada para mantener la membrana en buenas condiciones esto se realizó con una disolución de HNO_3 al 1%.

3.4.2.3 Tercera Fase: Deshidratación osmótica de los trozos de Aloe vera.

Para la deshidratación osmótica de trozos de Aloe vera, se utilizó el procedimiento adaptado por las autoras Castillo y Villena, (2020). Se inició con la limpieza y desinfección de las hojas de aloe vera, fueron sumergidas en agua clorada con una concentración de 100ppm por 5 min y del área de trabajo. Para la parte experimental se utilizaron 10 hojas las cuales fueron adquiridas en el mercado San Miguel de la ciudad de Tulcán, se retiró la corteza y los bordes laterales e inferiores y se sumergió en agua para eliminar la aloína durante 24 horas. Luego, se realizó un fileteado y se cortó en cubos de 0,5 de lago por ancho, se procedió a lavar con agua para retirar el exceso gelatinoso y se filtró. Se preparó la solución osmótica hipertónica utilizando sacarosa 220 g y agua purificada 160 g, la cual dicha solución llegó a 60 °Brix, con la ayuda del homogeneizador y agitador calentador magnético se realizó el deshidratado el cual fue agitado a 170 rpm a 30ºC por 5 horas. Se filtraron los trozos

de Aloe vera por 10 min. Finalmente se pesó 30 g de cristales de Aloe vera y se colocó en botellas de la bebida clarificada y se almacenaron a 4ºC.

3.4.3 Formulación de las bebidas clarificadas de Tuna (*Opuntia Ficus*) por microfiltración edulcorada con sacarosa y stevia, incorporando trozos de Aloe Vera

En la tabla 8, se muestran las formulaciones para la elaboración de las bebidas clarificadas de Tuna (*Opuntia Ficus*) por microfiltración edulcorada con sacarosa y stevia, incorporando trozos de Aloe Vera.

Tabla 8. *Formulaciones para la elaboración de las bebidas clarificadas de Tuna (Opuntia Ficus) por microfiltración edulcorada con sacarosa y stevia, incorporando trozos de Aloe Vera.*

Materiales e Insumos	T1 (1 bar)		T3 (1 bar)		T5 (2 bar)		T7 (2 bar)	
	g	%	g	%	g	%	g	%
Aloe vera	30	3	30	3	30	3	30	3
Agua	604,65	60,465	704,65	70,465	604,65	60,465	704,65	70,465
Tuna	300,21	30,021	200,21	20,021	300,21	30,021	200,21	20,021
Azúcar	65	6,5	65	6,5	65	6,5	65	6,5
benzoato de sodio	0,09	0,009	0,09	0,009	0,09	0,009	0,09	0,009
sorbato de potasio	0,05	0,005	0,05	0,005	0,05	0,005	0,05	0,005
TOTAL	1000	100	1000	100	1000	100	1000	100
	T2 (1 bar)		T4 (1 bar)		T6 (2 bar)		T8 (2 bar)	
Aloe vera	30	3,000	30	3,000	30	3,000	30	3,000
Agua	627,86	62,786	724,86	72,486	627,86	62,786	724,86	72,486
Tuna	330	33,000	233	23,300	330	33,000	233	23,300
stevia	12	1,200	12	1,200	12	1,200	12	1,200
benzoato de sodio	0,09	0,009	0,09	0,009	0,09	0,009	0,09	0,009
sorbato de potasio	0,05	0,005	0,05	0,005	0,05	0,005	0,05	0,005
TOTAL	1000	100	1000	100	1000	100	1000	100

Nota. Las bebidas correspondientes a los tratamientos T1, T2, T3 Y T4, al momento de la microfiltración se aplicó una presión transmembranaria (PTM) de 1bar y para los tratamientos T5, T6, T7 y T8 una PTM de 2 bar, esto antes de la adición de los trozos de Aloe vera.

3.5. MÉTODOS UTILIZADOS

Los análisis fisicoquímicos, microbiológicos, sensoriales y nutricionales se realizaron en los laboratorios 304 tesis e investigación, 204 microbiología y biotecnología y 302 Análisis sensorial de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC). A continuación, se describen los parámetros evaluados en los experimentos los cuales se realizaron por triplicado.

3.5.1 Análisis fisicoquímicos de la bebida.

Se analizaron por triplicado los parámetros basados en la norma NTE INEN 2 337 para bebidas los cuales fueron: sólidos solubles, pH, acidez titulable y turbidez, dichos datos fueron tomados antes y después del clarificado de la bebida.

3.5.1.1 Determinación de sólidos solubles.

Se determinaron los sólidos solubles totales con la metodología establecida por la NTE INEN 380 (1986). Se utilizó un refractómetro digital en el cual se colocó en el prisma 1 ml a 20 °C de la muestra, los datos fueron expresados en °Brix. El equipo fue calibrado con agua destilada previo al análisis.

3.5.1.2 Determinación de pH.

Para determinar el potencial de hidrógeno se utilizó la metodología mencionada en la NTE INEN 389 (1986). Se calibró el equipo con soluciones buffer, una solución ácida con un pH de 4, una solución neutral con un pH de 7 y una solución alcalina con un pH de 10. Una vez realizada la calibración se procedió a medir el Ph de la solución en estudio, para ello se introduce el electrodo en el vaso de precipitación que contiene el líquido y se observa el resultado en la pantalla del pH-metro.

3.5.1.3 Determinación de la acidez titulable.

En base a lo establecido en la NTE INEN 381 (1986), se colocaron en un vaso de precipitación 25 ml de la muestra y 5 gotas de fenolftaleína. Con una bureta de 15 ml se colocó una solución de hidróxido de sodio al 0,1 N, se realizó la titulación agitando el vaso conforme se fue adicionando gota a gota el hidróxido de sodio hasta que dio

un viraje color rosado. Se determinó el volumen gastado de la solución de hidróxido de sodio y se calculó los resultados mediante la fórmula:

$$A_C = \frac{(N_{NaOH})(V_{NaOH})(P_{eq})}{V_{muestra}} \; x \; 100$$

Donde:

Ac = Acidez titulable (g/100 ml)

N_{NaOH}= Normalidad de hidróxido de sodio,

V_{NaOH} = Volumen gastado de la solución de hidróxido de sodio (ml)

P_{eq} = Peso molecular de hidróxido de sodio (0,064)

$V_{muestra}$ = Volumen de la muestra (ml).

3.5.1.4 Determinación de turbidez.

En base a la norma (NTE INEN-ISO 7027), se determinó la turbidez de la bebida clarificada con la ayuda de un Turbidímetro marca Lovinbond. Previo a la medición calibró el equipo con diferentes celdas correspondientes a valores de 0,1 hasta 800 NTU. Se procedió a agregar la muestra en la celda, se introdujo en el equipo y se registraron los datos.

3.5.2 Análisis sensorial de la bebida Clarificada de tuna.

Se realizó un análisis sensorial a los 8 tratamientos para identificar el tratamiento con mayor aceptación para lo cual se utilizó una prueba hedónica, dicho proceso fue evaluado por 60 jueces no entrenados, estudiantes de la Carrera de Alimentos de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Para ello se utilizó la hoja de catación (Anexo 9).

3.5.3 Análisis microbiológico de la bebida

Se lavó y desinfectó la cámara de flujo laminar con alcohol y se esterilizó con rayos ultravioleta (UV) por 1 h. Se lavó el material como pipetas, tubos de ensayo y matraz,

se esterilizó en una estufa a 150 °C por 1 hora. Se preparó el agua peptona disolviendo 20 g en 1 litro de agua destilada a 35 °C y se esterilizó a 121 °C por 15 min. Luego, se dejó enfriar por 30 min y se colocó en la cámara de flujo laminar por 30 min para eliminar contaminantes externos.

Para determinar colonias de Coliformes fecales, *E. coli.,* aerobios mesófilos, mohos y levaduras, en una bolsa de plástico semipermeable se colocaron 10 ml de la bebida clarificada de tuna con trozos de Aloe Vera, en la solución madre y se homogenizó. Se colocaron los tubos de ensayo en las gradillas y se tomó con una pipeta 1 ml y se colocó en el primer tubo de ensayo. Luego con otra pipeta se tomó 1 ml del primer tubo de ensayo y se colocó en el segundo, se repitió la secuencia hasta llegar a una dilución de 10^5.

La siembra se realizó para la dilución 10^1,10^3 y 10^5, se tomó 1 ml de cada una y se colocó en cada placa petrifilm, para la determinación de Coliformes fecales, *E. coli.,* aerobios mesófilos, se colocaron en una incubadora a 35 °C por 24 h y 48 h, para mohos y levaduras se colocaron las muestras a 25 °C durante 48- 72 horas.

De acuerdo a lo establecido por el método AOAC 991.14, las colonias Coliformes, *E. coli*., se identifican por su coloración azul y azules rojas/moradas. Los aerobios mesófilos de acuerdo con el método AOAC 990.12 presentan coloración roja. Para levaduras se presentan coloración azules y blancas en las colonias y en mohos se presentan colonias algodonosas con colores característicos de acuerdo al método AOAC 997.02.

3.5.4 Análisis Nutricional de la bebida

- Se determinó hierro total en la bebida utilizando el método Espectrofotométrico fenantrolina el cual se basó en el análisis óptico que determina una concentración de la sustancia en disolución, para ello se dio lectura de la absorbancia la cual tiene un intervalo entre 500 a 520 nm.
- Se determinó el calcio total en la bebida mediante el método de EDTA-Murx, para lo cual se colocó la muestra en un vaso de precipitación se realizó una titulación con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y se calculó el contenido de calcio con la ecuación:

Ca mg/L = A x B x 400,8/ cm^3 de muestra

A= cm^3 de EDTA usado en la titulación

B= cm^3 de $CaCO_3$ equivalente a 1,00 cm^3de EDTA, determinado por titulación con la solución valorada de calcio.

- La vitamina C se determinó mediante la técnica de dicloro Fenol Indo Fenol, basándose en la volumetría de óxido-reducción y para ello se realizó una titulación y como agente la solución de 2,6 de diclorofenolindofenol.

$$C_1V_1 = C_C \cdot V_C$$

Donde:

C_1V_1 = concentración de la disolución

C_C = concentración de muestra

V_C = volumen de muestra

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Diseño Experimental

En esta investigación se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con tres factores, es decir un arreglo factorial A*B*C (2*2*2) donde los factores a tomar en cuanta fueron, A cantidad de tuna en la bebida clarificada, B tipos de endulzantes como stevia y sacarosa y C presión transmembranaria a presiones de 1 bar y 2 bar aplicadas en el equipo de microfiltración. Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza para determinar si existen diferencias significativas entre las medias de los parámetros estudiados seguido por la prueba de Tukey con un 95% de confianza para determinar las diferencias entre los tratamientos y elegir el mejor tratamiento.

Características del experimento.

En la tabla 9, se indican los factores y niveles que interactúan en el diseño experimental.

Tabla 9. *Factores de estudio.*

FACTORES	**NIVELES**
FACTOR A	CONCENTRACIONES
A_1	(60 % agua y 30%pulpa)
A_2	(70 % agua y 20%pulpa)
FACTOR B	EDULCORANTES
B_1	Sacarosa
B_2	Stevia
FACTOR C	Presión transmembranaria PTM
C_1	1 bar
C_2	2 bar

De acuerdo con la tabla 9, el arreglo factorial sería de 2x2x2, donde se realizaron 8 tratamientos, las interacciones se presentan en la tabla 10.

A los 8 tratamientos se les realizó una evaluación fisicoquímica antes y después de la microfiltración, evaluación sensorial para elegir el mejor tratamiento y se realizó una evaluación nutricional.

Por tanto, como se muestra en la tabla 10 la definición de variables y tratamientos para el diseño experimental constó de lo siguiente:

- Número de tratamientos: 8
- Número de repeticiones: 3
- Número de unidades experimentales: 24
- Tamaño de unidad experimental: 1000 mL

Tabla 10. Definición de variables y tratamientos

Trat.	Combin.	N° para Evaluación sensorial	Formulación	Presión transmembranaria PTM (bar)
T1	$A_1B_1C_1$	433	60 % agua + 30%pulpa+ 10% sacarosa	1
T2	$A_1B_2C_1$	580	60 % agua + 30%pulpa + 10% stevia	1
T3	$A_2B_1C_1$	355	70 % agua+ 20%pulpa + 10% sacarosa	1
T4	$A_2B_2C_1$	685	70 % agua + 20%pulpa +10% stevia	1
T5	$A_1B_2C_2$	451	60 % agua+ 30%pulpa + 10% sacarosa	2
T6	$A_1B_1C_2$	658	60 % agua+ 30%pulpa+ 10% stevia	2
T7	$A_2B_1C_2$	116	70 % agua+20%pulpa+ 10% sacarosa	2
T8	$A_2B_2C_2$	978	70 % agua + 20%pulpa + 10% stevia	2

3.6.1. Procesamiento y análisis de datos

Análisis de varianza y prueba de Tukey (ANOVA)

El análisis de varianza (ANOVA) con un 95% de confianza y 0,05 de error se utilizó para la interpretación de los resultados de la evaluación sensorial. Mediante esta prueba se comprobó si existen diferencias significativas entre las medias de los ocho tratamientos.

Después de aplicar el ANOVA se aplicó la prueba de Tukey, ya que esta sirve para pruebas con elevado número de comparaciones. En este caso se obtuvieron 480 observaciones para cada parámetro sensorial, es por ello que sirvió para comparar las medias entre tratamientos y comprobar si son significativamente diferentes o no y conocer cuál fue el mejor tratamiento.

Para el procesamiento de datos se utilizó el paquete estadístico Minitab.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Características fisicoquímicas iniciales de la bebida de Tuna.

A la bebida de tuna, previo al proceso de clarificación por microfiltración, se le realizó una evaluación fisicoquímica con la finalidad de conocer las características iniciales de la bebida luego del clarificado y finalmente al incorporar los trozos de Aloe Vera para evidenciar si se alteraban las características del producto final.

En la tabla 11, se pueden observar las características fisicoquímicas iniciales de los tratamientos, de acuerdo con la norma INEN 2304, el pH de una bebida de fruta debe ser entre 4,5 y 3,5 por lo tanto, los resultados de pH son los óptimos. Los tratamientos T_4, T_5 y T_6 presentaron menor pH que el resto, mientras que la acidez fue similar en todos los tratamientos.

Con respecto a los grados °Brix, Cassano et al., (2010) mencionan que el contenido de sólidos solubles de la tuna amarilla esta entre13 a 14,5 °Brix, de manera, que los resultados se encuentran en 13 °Brix, y en base a la norma colombiana de bebidas con jugo o pulpa de fruta o concentrado de fruta, clarificados o no o la mezcla de estos establece que deben tener mínimo 10 °Brix para lo cual la bebida está dentro del límite establecido por la Resolución número 003929, para lo cual con la norma ecuatoriana establecido por la norma INEN 2304 y relacionándola con la papaya con 10 °Brix está dentro del límite. Por otro lado, con respecto a la turbidez, los ocho tratamientos presentaron una turbidez entre 380 y 397 NTU, lo cual, de acuerdo con la serie de estándares de turbidez basados en formazina (figura 4), la bebida de tuna, en una escala del 1 al 10, se encuentra entre los puestos 5 y 6 (200-400 NTU o FTU), indicando que la presencia de partículas en el líquido no permite la dispersión de luz, presentando turbidez media, alterando el color de la bebida.

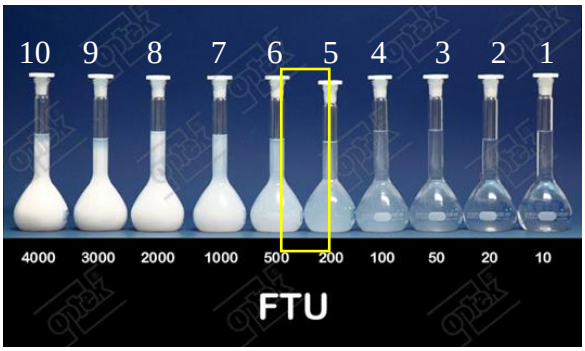


Figura 4. Serie de estándares de turbidez basados en formazina.

Fuente:(Optek, n.d.)

Tabla 11. Características fisicoquímicas iniciales de la bebida de Tuna.

Tratamientos	° Brix	pH	Acidez	Turbidez (NTU)
T_1	13,5	4,25	0,125	397
T_2	5,3	4,1	0,124	397
T_3	13,2	4,1	0,126	380
T_4	5,2	3,7	0,125	380
T_5	13	3,7	0,126	397
T_6	4,5	3,6	0,125	397
T_7	13,4	4,1	0,126	380
T_8	5	3,94	0,126	380

4.1.2. Determinación de las condiciones óptimas del microfiltrador para clarificar la bebida

La determinación de las condiciones óptimas del microfiltrador para la clarificación de la bebida de tuna se midió mediante la evaluación de la turbidez. En la tabla 12 se indica el porcentaje de reducción de turbidez en cada tratamiento y cuál fue el que obtuvo menor turbidez, demostrando que este fue el que se realizó en mejores condiciones.

En la tabla 12 se puede observar que los tratamientos T_8, T_7 y T_5 fueron los mejores ya que redujeron a 9,08, 9,64 y 11,10 NTU de turbidez, con un % de reducción de 97,61, 97,46 y 97,20 respectivamente, mientras que el T_3 fue el tratamiento con menor porcentaje de reducción de turbidez (87,59%) ya que obtuvo 47,17 NTU. Es importante mencionar que un factor que influyó en la reducción de turbidez fue la presión transmembranaria ya que los tratamientos en los que se utilizaron 2 bares de presión

obtuvieron mayor reducción de turbidez que los tratamientos en los que se utilizó 1 bar de presión.

Se observa que el mejor tratamiento fue el T_8, que tuvo mayor reducción de turbidez y el T_3 fue el peor ya que fue el que tuvo menor porcentaje de reducción de turbidez. De acuerdo con, la serie de estándares de turbidez basados en formazina, los tratamientos 8 y 7 se encuentran en el puesto 1 (10 NTU) de la escala, es decir, no hubo presencia de partículas en el líquido, lo cual permitió la dispersión de la luz, por tanto, presentaron mínima turbidez. Los tratamientos 5 y 6 están en un puesto intermedio entre 1 y 2 (20 NTU), indicando que hubo presencia mínima de partículas en el líquido generando leve turbidez en la bebida lo cual no afecta su color y es poco perceptible mientras que el T_3 se ubicaría en el puesto 3 (50 NTU) donde se puede percibir la presencia de partículas evitando la dispersión de luz y alterando levemente el color de la bebida.

Tabla 12. % de reducción de turbidez de la bebida de tuna después del proceso de clarificación mediante microfiltración.

Tratamientos	Presión transmembranaria PTM	Repeticiones	Media Turbidez (NTU)	Reducción de turbidez %
T_8	2 bar	3	9,08	97,61
T_7	2 bar	3	9,64	97,46
T_5	2 bar	3	11,10	97,20
T_6	2 bar	3	12,63	96,82
T_2	1 bar	3	24,10	93,93
T_4	1 bar	3	24,33	93,60
T_1	1 bar	3	25,90	93,48
T_3	1 bar	3	47,17	87,59

Por lo tanto, las condiciones óptimas de microfiltrado fueron utilizando 2 bares de presión transmembranaria, obteniendo una bebida con turbidez menor a 10 NTU, óptimo para una bebida de frutas.

4.1.3. Características fisicoquímicas de la bebida de tuna clarificada.

Después de evaluar la turbidez de la bebida de tuna clarificada, se evaluaron las características fisicoquímicas, obteniendo los resultados que se observan en la tabla 13:

Tabla 13. Características fisicoquímicas de la bebida de tuna clarificada.

Tratamientos	Repeticiones	°Brix	pH	Acidez
T_1	3	13,4	4,07	0,124
T_2	3	4,80	3,85	0,124
T_3	3	13	4,00	0,126
T_4	3	4,80	3,57	0,124
T_5	3	12,8	3,63	0,125
T_6	3	4,03	3,50	0,124
T_7	3	13,2	3,93	0,126
T_8	3	4,83	3,83	0,125

Por el contrario, los °Brix de los tratamientos T_2, T_4, T_6 y T_8 son menores al límite mínimo que establece la norma INEN 2304 debido a que son tratamientos con stevia, lo cual es un factor que se puede ver reflejado en la evaluación sensorial ya que poseerían dulzor levemente inferior al resto de tratamientos. Con respecto a pH y acidez, los valores están dentro de lo establecido por la norma. *En comparación con las características fisicoquímicas de la bebida previo a la clarificación, se puede observar que tanto los °Brix y pH presentaron una leve disminución, no mayor a 0,5 y la acidez no presentó variación. (García et al., 2014)*

4.1.4. Características fisicoquímicas de la bebida de tuna clarificada con trozos de Aloe Vera.

Se analizaron las características fisicoquímicas de la bebida con los trozos de Aloe Vera deshidratados osmóticamente, obteniendo los resultados que se muestran en la tabla 14.

Tabla 14. Características sensoriales de la bebida clarificada con trozos de Ale Vera.

Tratamientos	Repeticiones	°Brix	pH	Acidez
T_1	3	13,4	4,07	0,123
T_2	3	4,9	3,87	0,124
T_3	3	13	4	0,126
T_4	3	4,8	3,58	0,124
T_5	3	12,9	3,62	0,126
T_6	3	4,2	3,51	0,124
T_7	3	13,4	3,93	0,126
T_8	3	4,9	3,85	0,125

Castillo y Villena (2020) mencionan que la incorporación de los trozos de Aloe Vera no afecta a las bebidas en cuanto a las características sensoriales y fisicoquímicas como °Brix, pH y acidez titulable las cuales a temperaturas bajas se mantiene constante.

En base a los análisis realizados se demuestra que no existió variación significativa en cuanto al °Brix, pH y acidez titulable, lo que indica que al incorporar los trozos de Aloe Vera a la bebida clarificada no altera las características del producto final.

4.1.5. Cuadro comparativo de las condiciones iniciales y finales.

En la siguiente tabla 15 se puede observar los parámetros de °Brix, pH, acidez y turbidez en las tres fases de la bebida: la bebida inicial, bebida clarificada y la bebida clarificada con trozos de aloe vera, además los tratamientos están divididos en dos grupos, los que se utilizó sacarosa y los que se utilizó stevia como edulcorante. Se realizó la prueba de Tukey con un 95% de confianza, con la finalidad de conocer si existe diferencias significativas entre las fases y entre los tratamientos.

Con respecto a los sólidos solubles o grados °Brix, , pH y acidez no presentaron diferencias significativas con respecto a la fase en la que se encontraba la bebida, ya que el p valor fue mayor a 0,05, por el contrario, con respecto a turbidez se encontraron diferencias significativas con respecto a las fases y tratamientos, ya que se puede apreciar la turbidez inicial antes y después del clarificado, por lo tanto, el p valor de 3.07E-49 indicó que existen diferencias significativas entre las fases así como en los tratamientos, esto se debe a que con la clarificación se eliminó la mayor cantidad de turbidez posible. Así mismo, al evaluar las características fisicoquímicas con respecto a los tratamientos, se encontraron diferencias significativas en °Brix (p= 0,001 y 0,008), pH (8.34 E-7 y 0.001) y acidez (p= 0.009 (sacarosa) en los tratamientos edulcorados con stevia no presentaron diferencias significativas)

Tabla 85. Comparación de las características fisicoquímicas de la bebida en las tres fases; antes de ser clarificada, clarificada y clarificada más la adición de trozos de aloe vera.

	°Brix				pH				Acidez				Turbidez		
Trat./ media	**1**	**2**	**3**	**Media**	**1**	**2**	**3**	**Media**	**1**	**2**	**3**	**Media**	**1**	**2**	**3**
								SACAROSA							
T1	13,50	13,40	13,40	13,43a	4,25	4,07	4,07	4.13a	0,13	0,12	0,12	0,124b	397,00a	9,08b	9,08b
T3	13,20	13,00	13,00	13.06b	4,10	4,00	4,00	4.03a	0,13	0,13	0,13	0,127b	380,00a	11,10c	11,10c
T5	13,00	12,80	12,90	12.90b	3,70	3,63	3,62	3.65b	0,13	0,13	0,13	0,125ab	397,00a	24,10d	24,10d
T7	13,40	13,20	13,40	13.33a	4,10	3,93	3,93	3.98a	0,13	0,13	0,13	0,126a	380,00a	25,90e	25,90e
Media	13,27a	13,17a	13,10a		4.037a	3.90a	3.90[a]		0.126a	0.125a	0.125a	0,009	388.5	17.55	17.55
P-VALUE		0,622		0.001		0.611		8.34 E-7		0.574				3.07E-49	
								STEVIA							
T2	5,30	4,80	4,90	5,00a	4,10	3,85	3,87	3.94a	0,12	0,12	0,12	0,124b	397,00 [a]	9,64b	9,64b
T4	5,20	4,80	4,80	4.93a	3,70	3,57	3,58	3.6167b	0,13	0,12	0,12	0,124ab	380,00 [a]	12,63c	12,63c
T6	4,50	4,03	4,20	4.243b	3,60	3,50	3,51	3.5367b	0,13	0,12	0,12	0.124ab	397,00 [a]	24,33d	24,33d
T8	5,00	4,83	4,90	4,91a	3,94	3,83	3,85	3.873a	0,13	0,13	0,13	0.125a	380,00 [a]	47,17e	47,17e
Media	5,00a	4.70a	4.615a		3.85a	3.70a	3.68[a]		0.125a	0.124a	0.124a		388.5	23.44	23.44
P-VALUE		0.332		0,008		0.534		0.001		0.201		0,052		3,6 E-50	

	°Brix				pH				Acidez			
Trat./ media	**1**	**2**	**3**	**Media**	**1**	**2**	**3**	**Media**	**1**	**2**	**3**	**Media**

							SACAROSA					
T1	13,50	13,40	13,40	13,43a	4,25	4,07	4,07	4.13a	0,13	0,12	0,12	0,124b
T3	13,20	13,00	13,00	13.06b	4,10	4,00	4,00	4.03a	0,13	0,13	0,13	0,127b
T5	13,00	12,80	12,90	12.90b	3,70	3,63	3,62	3.65b	0,13	0,13	0,13	0,125ab
T7	13,40	13,20	13,40	13.33a	4,10	3,93	3,93	3.98a	0,13	0,13	0,13	0,126a
Media	13,27a	13,17a	13,10a		4.037a	3.90a	3.90a		0.126a	0.125a	0.125a	0,009
P-VALUE		0,622		0.001		0.611		8.34 E-7		0.574		
							STEVIA					
T2	5,30	4,80	4,90	5,00a	4,10	3,85	3,87	3.94a	0,12	0,12	0,12	0,124b
T4	5,20	4,80	4,80	4.93a	3,70	3,57	3,58	3.6167b	0,13	0,12	0,12	0,124ab
T6	4,50	4,03	4,20	4.243b	3,60	3,50	3,51	3.5367b	0,13	0,12	0,12	0.124ab
T8	5,00	4,83	4,90	4,91a	3,94	3,83	3,85	3.873a	0,13	0,13	0,13	0.125a
Media	5,00a	4.70a	4.615a		3.85a	3.70a	3.68a		0.125a	0.124a	0.124a	
P-VALUE		0.332		0,008		0.534		0.001		0.201		0,052

Nota: Las fases de la bebida son: 1 (bebida inicial), 2 (bebida clarificada), 3 (bebida clarificada con trozos de aloe vera)

4.1.6. Evaluación sensorial de la bebida de tuna

Se realizó la evaluación sensorial de los atributos color, olor, sabor y apariencia de la bebida elaborada en los 8 tratamientos, para ello se utilizaron 60 catadores no entrenados, obteniendo un total de 480 observaciones.

Inicialmente, se verificaron los supuestos paramétricos de normalidad, homogeneidad y homocedasticidad, con el objetivo de seleccionar la prueba estadística más apropiada para la evaluación. Para esto se emplearon las pruebas de Ryan Joiner, Bartlett y Breusch-Pagan, tomando como variable categórica los tratamientos y como variables numéricas cada uno de los atributos sensoriales: color, olor, sabor y apariencia.

De esta manera, para la prueba de normalidad se obtuvieron p-values de 0,10, de manera que, se alcanzó el nivel de significancia en todos los tratamientos. De la misma manera al ejecutar las pruebas de Bartlett de igualdad de varianza y la prueba de Breusch-Pagan para homocedasticidad se obtuvieron p-values de 0.23 y 0.14, respectivamente, por lo que se aceptaron los supuestos de homogeneidad y homocedasticidad, demostrando que la muestra es paramétrica, por ello se seleccionó la prueba ANOVA para cada variable numérica y la prueba Tukey como prueba posteriori para la detección de diferencias significativas en cada tratamiento.

a) Color

Como se puede observar en la Tabla 16, la prueba de análisis de varianza (ANOVA) alcanzó el nivel de significancia con un valor de p= $3{,}439 \times 10^{-21}$, menor a 0,05, por lo tanto, sugiere que existen diferencias significativas por lo menos en alguna de las variables numéricas que componen la muestra.

Tabla 16. Análisis de varianza con el 95% de probabilidad.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	7	127,4	18,195	17,96	$3{,}439 \times 10^{-21}$
Error	472	478,1	1,013		
Total	479	605,5			

Para conocer las diferencias significativas entre los tratamientos se aplicó la prueba de Tukey. En la tabla 17 se puede observar que el tratamiento con la media más alta fue el T_7 (70% agua+ 20% pulpa de tuna+10% sacarosa con una presión

transmembranaria de 2 bares) siendo este el más aceptado por los catadores y el cual difiere del resto de los tratamientos con una media de 4,13 que indica "me gusta", los tratamientos T_8 (70% agua+ 20% pulpa de tuna+10% stevia con una presión transmembranaria de 2 bares), T_2 (60% agua+ 30% pulpa de tuna+10% sacarosa con una presión transmembranaria de 1 bar), T_1 (60% agua+ 30% pulpa de tuna+10% sacarosa con una presión transmembranaria de 1 bar) y T_6 (60% agua+ 30% pulpa de tuna+10% Stevia con una presión transmembranaria de 2 bares) no presentaron diferencias significativas, con una media entre 3,45 y 3,10 que indica "no me gusta ni me disgusta", es decir, es indiferente para el catador. Los tratamientos T_5 (60% agua+ 30% pulpa de tuna+10% sacarosa con una presión transmembranaria de 2 bares), T_4 (70% agua+ 20% pulpa de tuna+10% Stevia con una presión transmembranaria de 1 bar) y T_3 (70% agua+ 20% pulpa de tuna+10% sacarosa con una presión transmembranaria de 1 bar) no presentaron diferencias significativas ya que obtuvieron una media entre 2,88 y 2,41, que indica "no me gusta", siendo el menos aceptado el tratamiento 3, por lo tanto con respecto al atributo color, el más aceptado por los catadores fue el tratamiento 7.

Tabla 17. Prueba de Tukey con el 95% de confianza para el atributo color.

Tratamientos	N	Media	Agrupación		
T7	60	4,1333	A		
T8	60	3,450		B	
T2	60	3,383		B	C
T1	60	3,183		B	C
T6	60	3,100		B	C
T5	60	2,883			C D
T4	60	2,517			D
T3	60	2,417			D

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

b) Olor

De acuerdo con la Tabla 18, la prueba ANOVA alcanzó el nivel de significancia con un valor de p= 1,21E-26, menor a 0,05, por lo tanto, sugiere que existen diferencias significativas por lo menos en alguna de las variables numéricas que componen la muestra.

Tabla18. Análisis de varianza con el 95% de probabilidad.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	7	125,3	17,9021	22,80	$1,21x10^{-26}$
Error	472	370,6	0,7851		
Total	479	495,9			

Aplicando la prueba de Tukey, en la tabla 19 se puede observar que el tratamiento con la media más alta fue el T_7, el cual difiere del resto de tratamientos con una media de 4,016 que indica "me gusta", los tratamientos T_8, T_2, T_1 y T_5 no presentaron diferencias significativas, con una media entre 3,316 y 2,88 que indica "no me gusta ni me disgusta", es decir, es indiferente para los catadores. Los tratamientos T_4 y T_3 no presentaron diferencias significativas ya que obtuvieron una media de 2,81 y 2,36 respectivamente, que indica "no me gusta", finalmente, T_3 y T_4 no presentaron diferencias significativas, siendo el menos aceptado el tratamiento 4 con una media de 2,28 "no me gusta", por lo tanto, con respecto al atributo olor, el más aceptado por los catadores fue el tratamiento 7.

Tabla 19. Prueba de Tukey con el 95% de confianza para el atributo olor.

Tratamientos	N	Media	Agrupación				
T_7	60	4,0167	A				
T_8	60	3,3167		B			
T_2	60	3,033		B	C		
T_1	60	2,900		B	C		
T_5	60	2,883		B	C		
T_6	60	2,817			C	D	
T_3	60	2,367				D	E
T_4	60	2,283					E

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

c) Sabor

Como se puede apreciar en la Tabla 20, la prueba ANOVA alcanzó el nivel de significancia con un valor de p= $1,4307x10^{-27}$, menor a 0,05, por lo tanto, sugiere que existen diferencias significativas por lo menos en alguna de las variables numéricas que componen la muestra.

Tabla 20. Análisis de varianza con el 95% de probabilidad.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	7	176,9	25,278	23,65	$1,4307x10^{-27}$
Error	472	504,6	1,069		
Total	479	681,5			

Aplicando la prueba de Tukey, en la tabla 21 se puede observar que el tratamiento con la media más alta fue T_7, el cual no presentó diferencias significativas con T_1 (3,483) y difirió del resto de tratamientos con una media de 3,983 que indica "me gusta", los tratamientos T_1, T_2 y T_8 no presentaron diferencias significativas, con una media entre 3,483 y 3 que indica "no me gusta ni me disgusta", es decir, es indiferente para los catadores. Los tratamientos T_6 y T_5 no presentaron diferencias significativas ya que obtuvieron una media de 2,85 y 2,46 respectivamente, que indica "no me gusta", finalmente, T_3 y T_4 no presentaron diferencias significativas, siendo el menos aceptado el tratamiento 4 con una media de 2,13 "no me gusta", por lo tanto, con respecto al atributo sabor, el más aceptado por los catadores fue el tratamiento 7.

Tabla 21. Prueba de Tukey con el 95% de confianza para el atributo sabor.

Tratamientos	N	Media	Agrupación				
T_7	60	3,983	A				
T_1	60	3,483	A	B			
T_2	60	3,233		B	C		
T_8	60	3,000		B	C	D	
T_6	60	2,850			C	D	
T_5	60	2,467				D	E
T_3	60	2,167					E
T_4	60	2,133					E

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

d) Apariencia

En la Tabla 22 se indica la prueba ANOVA que alcanzó el nivel de significancia con un valor de p= $1,4307x10^{-27}$, menor a 0,05, por lo tanto, sugiere que existen diferencias significativas por lo menos en alguna de las variables numéricas que componen la muestra.

Tabla 22. Análisis de varianza con el 95% de probabilidad.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	7	175,2	25,0354	35,84	$3,92x10^{-40}$
Error	472	329,7	0,6986		
Total	479	505,0			

Aplicando la prueba de Tukey, en la tabla 23 se puede observar que el tratamiento con la media más alta fue T_7 y difirió del resto de tratamientos con una media de 4,316 que indica "me gusta", seguido de los tratamientos T_8, T_2, T_1 y T_6 que no presentaron diferencias significativas, con una media entre 3,433 y 3,08 que indica "no me gusta ni me disgusta", es decir, es indiferente para los catadores. Los tratamientos T_5 y T_4 no

presentaron diferencias significativas ya que obtuvieron una media de 2,783 y 2,383 respectivamente, que indica "no me gusta", finalmente, T_4 y T_3 no presentaron diferencias significativas, siendo el menos aceptado el tratamiento 3 con una media de 2,25 "no me gusta", por lo tanto, con respecto al atributo sabor, el más aceptado por los catadores fue el tratamiento 7.

Tabla 23. Prueba de Tukey con el 95% de confianza para el atributo apariencia.

Tratamientos	N	Media	Agrupación				
T_7	60	4,3167	A				
T_8	60	3,4333		B			
T_2	60	3,150		B	C		
T_1	60	3,117		B	C		
T_6	60	3,083		B	C		
T_5	60	2,7833			C	D	
T_4	60	2,383				D	E
T_3	60	2,250					E

Nota: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

De acuerdo con la evaluación sensorial, el tratamiento más aceptado con respecto a color, olor, sabor y apariencia fue el T_7, cabe mencionar, que un factor que influyó en su aceptación fue el bajo contenido de turbidez de la bebida (9,64 NTU) lo cual causó que tenga mejor color y apariencia, y también el edulcorante utilizado ya que la sacarosa tiene la función de potenciar el sabor de las bebidas.

Por el contrario, el tratamiento 3 fue el menos aceptado, donde influyó la turbidez ya que fue el que presentó mayor turbidez que el resto de los tratamientos (47,17 NTU) por tanto, no tuvo la apariencia adecuada para el gusto de los catadores.

4.1.7. Calidad nutricional del mejor tratamiento

En base al estudio de Lemus y Mendoza (2011) analizaron la calidad nutricional de un jugo de tuna (*Opuntia ficus indica*) para lo cual se determinó que el fruto es alto en contenido de hierro, calcio y vitamina C.

En la tabla 24 se pueden observar los parámetros nutricionales evaluados al mejor tratamiento el T_7, como hierro, calcio y vitamina C, tanto inicial como clarificado. Con respecto a los minerales, se evaluaron hierro y calcio, cuyos valores fueron de <1 y 28,6 mg/100 g respectivamente, mientras que con respecto a la vitamina C se obtuvieron 18,5 mg/100 g, los valores no fueron alterados después de la microfiltración, por ello se obtuvieron los mismos valores al inicio y después de la

clarificación. La bebida clarificada más los trozos de Aloe Vera presentaron <1 mg/100 g de hierro, 29,6 mg/100 g de calcio y 18,9 mg/100 g de vitamina C.

Tabla 24. Calidad nutricional del mejor tratamiento (T7).

Parámetros (mg/100g)	Inicial	Clarificado	Bebida clarificada + trozos de aloe vera	Pulpa de tuna (MIDAGRI, 2021)	Aloe Vera (Banda, 2016)
Hierro	<1	<1	<1	0,3	0,17
Calcio	28,6	28,6	29,6	32,8	50,51
Vitamina C	18,5	18,5	18,9	23,1-40	84,47

4.1.8. Calidad microbiológica del mejor tratamiento

Con respecto a la calidad microbiológica como se observa en la tabla 25, se realizó la evaluación de aerobios mesófilos, mohos y levaduras y Coliformes como lo sugiere la norma INEN 2304, los resultados fueron <10 UFC/g en todos los microorganismos, cuyos valores están dentro de los límites establecidos por la norma antes mencionada, demostrando que la bebida de tuna con trozos de Aloe Vera fue elaborada con buenas prácticas de manufactura y no hubo ninguna contaminación en el proceso.

Tabla 25. Evaluación microbiológica del mejor tratamiento.

Microorganismos UFC/g	Valor	Límite máximo permitido INEN 2337
Aerobios mesófilos	<10	10
Mohos y levaduras	<10	10
Coliformes	<10	-

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. Características fisicoquímicas iniciales de la bebida de Tuna

En la tabla 11 se indican los resultados de la evaluación fisicoquímica inicial antes de la microfiltración de la bebida de Tuna, donde los tratamientos T_1 y T_3 con (sacarosa y 1 bar de presión transmembranaria); T_5 y T_7 con (sacarosa y 2 bar de presión transmembranaria) presentaron mayor contenido de azucares expresados en °Brix: 13,6; 13,2; 13 y 13,4 mientras que los tratamientos T_2 y T_4 con (stevia y 1 bar de presión transmembranaria); T_6 y T_8 (stevia y 2 bar de presión transmembranaria) tuvieron un

valor entre 4,5 y 5,3. Con respecto al pH los tratamientos presentaron valores entre 3,6 y 4,25 y turbidez entre 397 NTU y 380 NTU. De acuerdo con la norma INEN 2304, el contenido mínimo de sólidos solubles es de 10 °Brix y el pH debe estar entre 3,5 y 4,5. Por lo tanto los resultados están dentro de los límites que exige la norma, con excepción de los tratamientos con °Brix menores a 5, donde se utilizó 1,2% de stevia, en comparación a los tratamientos donde se utilizó un porcentaje de 6,5% de azúcar. De acuerdo con Salvador et al., (2014) la stevia es un sustituto del azúcar que tiene la característica de ser 300 veces más dulce, por ello se utilizó menor porcentaje que el azúcar. Además, los °Brix representan la cantidad de sacarosa presente en un alimento, sin embargo, la stevia no es sacarosa sino glucósidos de esteviol por tanto su dulzor no se vio reflejado en la evaluación de °Brix.

Los resultados son similares a los obtenidos por Chicaiza & Pallo, (2016) quienes en su néctar de dos variedades de tuna obtuvieron un valor de 15 °Brix de sólidos solubles y un pH entre 4,34-4,35. Así mismo, Lemus & Mendoza, (2011) obtuvieron un valor entre 15 y 17 °Brix, mientras que el valor de pH estuvo entre 5,03 y 5,06. Por lo tanto, los resultados de pH y sólidos solubles son similares. En cuanto la acidez titulable una bebida de fruta debe tener mínimo 0,1 g/100 ml por lo tanto las bebidas están dentro de los parámetros de la INEN 2304.

Con respecto a la turbidez, Cassano et al. (2010) indicaron que la turbidez de la pulpa de tuna es de 2453 NTU con el contenido alto en mucilago, Mena & Quiroz, (2011) obtuvieron una turbidez de la pulpa de tuna de 2096,667 NTU y por el contrario, en este estudio se obtuvo una turbidez entre 380 y 397 NTU, indicando que la bebida presentó alrededor de 100 mg de sólidos en suspensión por litro, lo cual se debe a que en la bebida de tuna, predominó el porcentaje de agua (60-70%) por lo tanto, la turbidez no fue tan alta como la de la pulpa que indican los otros autores y también depende del estado de madurez de la fruta.

4.2.2. Determinación de las condiciones óptimas del microfiltrador para clarificar la bebida

Para conocer las condiciones óptimas del microfiltrador se evaluó la reducción de turbidez, ya que este parámetro es un indicador de la presencia de impurezas solubles e insolubles que afectan la estabilidad, color y aspecto general de una bebida, más aún si es una bebida clarificada, ya que la clarificación permite eliminar o remover

las impurezas suspendidas en la bebida. Si existe un mínimo de turbidez en la bebida, se considera una bebida de buena calidad con buen proceso de clarificación, ya que realza el color de la bebida, además al utilizar microfiltración por membrana, se puede reducir al mínimo la turbidez y evitar el deterioro de las bebidas como la pérdida de características nutricionales y sensoriales a causa del uso de procesos térmicos (Ávila & Bullón, 2013).

Los tratamientos con mayor reducción de turbidez fueron T_8, T_7, T_5 y T_6, con una reducción del 97,61%, 97,46%, 97,20% y 96,82% respectivamente, mientras que los tratamientos con menos reducción de turbidez fueron T_2, T_4, T_1 y T_3 con una reducción de 93,93%, 93,60%, 93,48% y 87,59% respectivamente (tabla 12), donde influyó la presión transmembranaria utilizada en la microfiltración, ya que en los tratamientos con mayor reducción de turbidez se aplicó mayor presión (2 bares) que en los tratamientos que presentaron menor reducción de turbidez (1 bar).

Cisse et al., (2011) indicaron que las técnicas de separación por membrana sirven para muchos propósitos, por ejemplo, la clarificación, siendo las técnicas más utilizadas: microfiltración (0,5-3 bares), ultrafiltración, nanofiltración y ósmosis inversa. Indican además que por cualquiera de estos procesos los sólidos suspendidos son removidos completamente.

Así mismo, León & Rosero, (2009) obtuvieron una mejor clarificación por microfiltración por membrana a 2,5 bares con 16 mg de sólidos en suspensión por litro o 48 NTU, Por el contrario, Cancino et al., (2022) realizaron el proceso de clarificación a 1,15 bares obteniendo 3,78 NTU o 99,3% de reducción de turbidez de un jugo de uva. Por lo tanto, el proceso de clarificación a 2 bares fue el más adecuado para la bebida ya que de acuerdo a los resultados de los autores, a una presión mayor a 2 no existe transferencia de masa controlada y a presión menor a 2 dependiendo de las características de la turbidez inicial de la bebida puede tener buena o deficiente clarificación (Montero, 2008).

4.2.3. Características fisicoquímicas de la bebida de tuna clarificada.

Con respecto a las características fisicoquímicas después de la clarificación, los tratamientos T_2, T_4, T_6 y T_8 presentaron °Brix menores a 5; 4,80; 4,80; 4,03 y 4,83 respectivamente (tabla 13), por lo tanto, no cumplieron con el límite mínimo que

establece la norma INEN 2304, además presentaron una pérdida no significativa, entonces los azúcares presentes en la bebida pueden atravesar sin mayor dificultad a la membrana. Cabe mencionar que los resultados de °Brix de los tratamientos donde se utilizó stevia como edulcorante, son similares a los obtenidos por Gaspar, (2019), quien obtuvo 3,10 °Brix al utilizar 0,06% de stevia e indica que el bajo valor de °Brix se debe a que los esteviósidos y rebaudiósidos que tiene la stevia tienen estructura química diferente a la sacarosa por tanto el refractómetro no puede leer el contenido, siendo la stevia el mejor sustituto del azúcar debido a su bajo contenido calórico y origen natural.

Además, los valores de pH y acidez están dentro de lo permitido por la norma, ya que el pH fue menor a 4,5 y la acidez fue menor a 0,16 (g ácido cítrico/100 g), cuyo valor es similar al obtenido por Moreno et al., (2007) quienes obtuvieron una acidez de 0,11 (g ácido cítrico/100 g) en una bebida de tuna. Cancino et al., (2022) indicaron que los °Brix presentaron variaciones no significativas después de la microfiltración pasando de 17 a 16,5 °Brix.

Todisco et al., (2002) mencionan que la microfiltración no altera las características sensoriales, nutricionales y fisicoquímicas de la bebida, sin embargo, esto difiere de lo obtenido por Tupuna, (2012) ya que, en su proceso de microfiltración de una bebida de mortiño, los sólidos solubles pasaron de 11 a 8,5 °Brix después de la microfiltración, existiendo una pérdida significativa de los mismos. Por lo tanto, la variación en las características fisicoquímicas de las bebidas va a depender del nivel de turbidez inicial que presenten las bebidas y la presión utilizada, ya que, al presentar mayor cantidad de sólidos en suspensión y utilizar excesiva presión al realizar la microfiltración estos sólidos pueden llevarse consigo sólidos solubles afectando el sabor de la bebida.

4.2.4. Características fisicoquímicas de la bebida de tuna clarificada con trozos de Aloe Vera.

Los resultados de pH y acidez no presentaron variación al agregar los trozos de aloe vera, aunque hubo un leve aumento en los °Brix de los tratamientos que tenían un valor menor a 5, lo cual se debe a que los azúcares absorbidos por la sábila en la deshidratación osmótica al colocarlos en la bebida, una pequeña cantidad se liberan, influyendo levemente en el dulzor de la bebida, aunque su aumento puede

ser no significativo (Banda, 2016). Sin embargo, de acuerdo a (Castillo & Villena, 2020) la adición de trozos de aloe vera obtenidos mediante deshidratación osmótica, no influye en las características fisicoquímicas ya que, al hacer un estudio de vida útil, no hubo alteración en el contenido de sólidos solubles, mientras que en el pH y acidez pueden alterarse levemente a partir de los 15 días, disminuyendo y acidificándose la bebida. Así mismo, Banda, (2016) demostró mediante la evaluación fisicoquímica que la adición de los trozos de Aloe vera no afectaron las características de la bebida y que, al hacer el estudio de vida útil, a los 15 días los sólidos solubles se redujeron 0,3 ºBrix, es decir mínimamente significativo.

4.2.5. Evaluación sensorial de la bebida de tuna con trozos de Aloe vera.

De acuerdo a la evaluación sensorial, el tratamiento más aceptado con respecto a color (4,130), olor (4,016), sabor (3,983) y apariencia (4,316) fue el T_7 (70% agua+ 20% pulpa de tuna+10% sacarosa con una presión transmembranaria de 2 bares, el producto está formado por el 97% bebida de tuna más la adición del 3% de trozos de aloe vera, siendo este tratamiento el que presentó menor turbidez (9,64 NTU) lo cual influyó en ser más agradable a la vista debido a su color y apariencia. De igual forma, el edulcorante utilizado, sacarosa, permitió potenciar el sabor de la bebida, a diferencia de los tratamientos donde se utilizó stevia y fueron los menos aceptados ya que la stevia puede generar un sabor residual metálico o amargo que puede resultar desagradable para el consumidor (Quitral et al., 2015).

La adición de Aloe vera en la bebida en cuanto a los resultados difiere de los obtenidos por Banda, (2016) donde el tratamiento más aceptado fue al que se le agregó el 15% de aloe vera cuya valoración fue de 7,98/10. Según este autor los tratamientos con mayor cantidad de °Brix tuvieron mayor aceptación influyendo directamente en el color y sabor de la bebida. Así mismo, Cedeño & Prendes, (2019) en su estudio los tratamientos más aceptados fueron los jugos de mora, limón y maracuyá con el 15% de trozos de aloe vera, con una valoración de 6 que indica "me gusta bastante", llegando a la conclusión de que faltó aumentarle el porcentaje de trozos de Aloe vera para una mejor aceptación de la bebida.

4.2.6. Calidad nutricional del mejor tratamiento

La calidad nutricional después de la clarificación se mantuvo los valores iniciales antes de agregar el Aloe vera en base al contenido de calcio fue de 28,6 mg/100g y

vitamina C de 18,5 mg/100 g, este valor es menor al que informa el (MIDAGRI, 2021) 32,8 mg/100 g y entre 23,1-40 mg/100 g respectivamente, cabe mencionar que los valores que indica la referencia son de la pulpa pura de tuna, por lo tanto, en este caso el contenido es inferior debido a la adición de agua.

Así mismo, Parada et al., (2021) en su bebida de tuna obtuvo 74,8 mg/100 g de Calcio y 12,6 mg/100 g de vitamina C, cuyo contenido de vitamina C es inferior y el contenido de calcio es superior al de este estudio, en estos resultados influyeron el aporte nutricional de las hojas de tuna, ya que su calidad nutricional se compara al de ciertas frutas y verduras como melón, mango, espinaca o brócoli. Las hojas poseen 94,14% de humedad, 1,8% de proteínas, 74,8 mg/100g de calcio, 12,6 mg/100 de vitamina C, además son ricas en hierro, sodio y fibra (Parada et al., 2021). Mientras que Lemus & Mendoza, (2011) obtuvieron 0,06 mg/100 mL de calcio y 67mg/ 100 mL de vitamina C en su jugo de tuna.

Por el contrario, al adicionar los trozos de aloe vera, el calcio aumentó a 29,6 mg/100g y 18,9 mg/100g de vitamina C, cuyos valores son inferiores a los obtenidos por Banda, (2016) quién obtuvo 50,51 de calcio y 84,47 mg/100g de vitamina C respectivamente, estos valores se deben a que el contenido de Aloe vera en este estudio fue inferior al de los autores mencionados, por ello, el aporte fue menor.

4.2.7. Calidad microbiológica del mejor tratamiento

De acuerdo a lo sugerido por la norma INEN 2337, se evaluaron aerobios mesófilos, mohos y levadura y coliformes, cuyos resultados fueron <10 UFC/g, valor dentro de los requisitos exigidos por la norma, siendo estos valores un indicador de que el proceso de elaboración de la bebida tuvo buenas prácticas de manufactura. Los resultados coinciden con los obtenidos por Banda, (2016), Castillo & Villena, (2020) y Cedeño & Prendes, (2019) siendo estos un indicador de que el proceso de elaboración de las bebidas fue llevado a cabo en condiciones higiénicas adecuadas, siendo un producto apto para el consumo humano.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.

- La condición óptima de microfiltrado (presión transmembranaria) para clarificar la bebida fue de 2 bar obteniendo los mejores resultados en los tratamientos T_8, T_7 y T_5 ya que redujeron a 9,08, 9,64 y 11,10 NTU de turbidez, con un % de reducción de 97,61, 97,46 y 97,20 respectivamente.

- Las características fisicoquímicas (°Brix, pH, acidez titulable y turbidez) de la bebida de tuna antes del clarificado, luego del clarificado y finalmente añadidos los trozos de Aloe Vera no presentaron variaciones significativas en todo el proceso.

- La formulación que presentó mejores resultados considerando las propiedades sensoriales fue el T_7 (70% agua+ 20% pulpa de tuna+10% sacarosa con una presión transmembranaria de 2 bares) siendo este el más aceptado por los catadores.

- La calidad nutricional del mejor tratamiento con respecto al hierro fue de <1 mg/100 g, calcio 28,6 mg/100 g y vitamina C 18,5 mg/100 g, todos estos valores no fueron alterados después de la microfiltración. Al añadir los trozos de Aloe Vera la bebida clarificada presentó <1 mg/100 g de hierro, 29,6 mg/100 g de calcio y 18,9 mg/100 g de vitamina C evidenciando un aumento nutricional.

- Los resultados del análisis microbiológico fueron <10 UFC/g en todos los microorganismos aerobios mesófilos, mohos y levaduras y Coliformes cuyos valores están dentro de los límites establecidos por la norma INEN 2337 garantizando la inocuidad del producto.

5.2. RECOMENDACIONES

- Evaluar a diferentes temperaturas de almacenamiento el tiempo de vida útil de la bebida de tuna clarificada con trozos de Aloe Vera.
- Evaluar las características fisicoquímicas y sensoriales de la bebida de tuna aplicando preparados enzimáticos como tratamiento previo a la microfiltración.
- Realizar un estudio del efecto de la temperatura y presión transmembranaria como condiciones óptimas para microfiltrar la bebida de tuna.
- Utilizar el retenido, residuo obtenido de la microfiltración para elaborar diferentes subproductos (pulpas congeladas, jaleas, compotas) con el fin de reducir los desechos.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre, C. (2017). *Evaluación de las concentraciones de mashua (Tropaeolum tuberosum) y aguaymanto (Physalis peruviana) en la formulación de una bebida funcional.* Acobamba, Perú: Tesis de pregrado, Universidad Macional de Huancavelica. Recuperado el 11 de 06 de 2022, de https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2580/TESIS-2017-ING AGROIINDUSTRIALAGUIRRE%20HUAYHUApdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Aldea, H. (2022). *Formulación de caramelos duros, con edulcorantes de bajo valor calórico (Stevia, Maltitol e Isomalt).* Abancay, Perú: Tesis de pregrado, Universidad Nacional Micaela bastidas de Apurímac. Recuperado de http://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/1078/T_703.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Almendaris, M. (2018). *Clarificación del jugo de naranja (Citrus sinensis) mediante la utilizcaión de diferentes niveles de quitosano.* Riobamba, Ecuador: Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado de http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/8134/1/27T0391.pdf

Andrade, A. (2019). *Efecto del E-415 y E-466 en la estabilidad de la nube de fibra en una bebida funcional con base de sandía (Citrullus lanatus), moringa (Moringa oleífera) y chía (Salvia hispánica).* Mocache, Ecuador : Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Arreola, S., & Rosas, M. (2007). Aplicación de Vacío en la Deshidratación Osmótica de Higos (ficus carica). *Scielo Mexico, 18*(2). Recuperado de: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642007000200006

Barrera, F., Cárdenas, N., & Alcántar, Z. (2021). Deshidratación osmótica (OD) del cristal de sábila (Aloe vera), mediante la utilización de solutos de origen natural. *Siembre CBA*, 51-61. Recuperado de http://186.113.7.179/index.php/Revsiembracba/article/view/4795/5024

Barreto, V. (2019). *Desarrollo de una propuesta para el diseño conceptual de la producción de un edulcorante a base de yacón.* Bogotá, Colombia: (Tesis de pregrado, Universidad de América). Recuperado de http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7372/1/6122859-2019-1-IQ.pdf

Barrios, A. (2020). *Sustitutos del azúcar: nuevos edulcorantes intensivos.* España: Tesisi de pregrado, Universidad de La Laguna. Recuperado de

https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/20462/Sustitutos%20del%20azucar%20nuevos%20edulcorantes%20intensivos..pdf?sequence=1&isAllowed=y

Barros, S., Andrade, C., Mendes, E., & Peres, L. (2003). Study of fouling mechanism in pineapple juice clarification by ultrafiltration. *ELSIEVER, Journal of Membrane Science, 215*, 213-224.

Brennan, J. (2008). *Manual del procesado de los alimentos.* Zaragoza, España: ACRIBIA S.A.

Bruijn, J. d., & Bórquez, R. (2006). Analysis of the fouling mechanisms during cross-flow ultrafiltration of apple juice. *LWT- Food Science and Technology, 39*(8), 861-871.

Carneiro, L., Santos, F. d., Santos, I. d., & Martins, V. (2002). Cold sterilization and clarification pineapple juice by tangencial microfiltration. *Destilation*, 3-98.

Carvajal, T. (2021). *Identificación de la carga microbiana presente en las bebidas aromáticas a base de sábila.* Quito: (Tesis de pregrado, Universida Central del Ecaudor). Recuperado de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/24722/3/UCE-FCQ-CQA-CARVAJAL%20TANIA.pdf

Cassano, A., Drioli, E., Galaverna, G., Marchelli, R., Silvestro, G. D., & Cagnasso, P. (2003). Clarification and concentration of citrus and carrot juices by integrated membrane processes. *ELSEVIER*, 153-163.

Cheryan, M. (1998). *Ultrafiltration and microfiltration handbook.* Pennsylvania, Estados Unidos: Editorial Technomic.

Cisneros, J. (2017). *Desarrollo de una bebida a partir de lactosuero y gel deshidratado de tuna (Opuntia ficus-indica).* Ayacucho: Tesis de pregrado, UNiversidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Recuperado de http://209.45.73.22/bitstream/UNSCH/3337/1/TESIS%20IA267_Cis.pdf

Coro, K. (2021). *Oportunidad de mercados internacionales para la comercialización de tuna desde el Valle del Chota, Provincia de Imbabura.* Tulcán: Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Recuperado de http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1157/1/478-%20CORO%20COELLO%20KARINA%20MARIBEL.pdf

Diaz, A. (2001). El sabor de las frutas. *UNIFÉ*, 3-4.

Díaz, G. (2019). *Evaluación del rendimiento en la extracción de pectina de tuna (Opuntia ficus indica).* Cajamarca: Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca. Recuperado de http://190.116.36.86/bitstream/handle/20.500.14074/3703/EVALUACI%c3%93N%20DEL%20RENDIMIENTO%20EN%20LA%20EXTRACCI%c3%93N%20DE%20PE

CTINA%20DE%20TUNA%20%28Opuntia%20ficus%20indica%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Food facts for healthy choices. (2022). ¿Que son los conservantes y cuales son los ejemplos comunes que se usan en alimentación?. Recuperado de: https://www.eufic.org/es/que-contienen-los-alimentos/articulo/que-son-los-conservantes-y-cuales-son-los-ejemplos-comunes-que-se-usan-en-alimentacion/

Girard, B., & Fukumoto, L. (2000). Membrane processing of fruit juices and beverages: a review. *Critical reviews in Food Science and Nutrition, 40*(2), 91-157.

Guarch, J. (2017). *Diseño de clarificación de zumo de manzana utilizando tecnología de membranas para producir 2500 kg/h de zumo clarificado.* Valencia: Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/90589/29207377E_TFG_1504690568590353423018626548387.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Gudiño, S. (2018). *Plan de marketing para la asociación de tunas El Mirador de JUnacal (ASOPROMIR) situada en El VAlle del Chota, parroquia Ambuquí provincia de Imbabura.* Ibarra: (Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte). Recuperado de http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8778/1/02%20IME%20241%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf

Guerra, I. (2017). *Tipos de edulcorantes en bebidas gaseosas consumidas en la ciudad de Quito: contenido de sodio.* Quito: (Tesis de pregrado, Universidad San Francisco de Quito). Recuperado de https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7070/1/135699.pdf

Hernández, A., Tejerina, F., Arribas, J., & Martínez, L. M. (1990). *Microfiltración, Ultrafiltración y ósmosis inversa.* Murcia: Universidad de Murcia.

Herrera, Y. (2018). *Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre las caracteristicas físicas y químicas de tuna (Opuntia ficus indica) enla región Moquegua.* Moquegua: (Tesis de pregrado, Universidad José Carlos María Mariátegui. Recuperado de http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/582/Yanina_tesis_titulo_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hidalgo, E. (2017). *Creación de una empresa que se dedique a la elaboración y comercialización de shampoo realizado a base de tuna, en el Cantón Ambato.* Ambato: (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato). Recuperado de https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25279/1/509%20MKT%20sp.pdf

Huisman, I. (1998). Microfiltración de flujo cruzado de suspensiones de partículas: la influencia de la hidrodinámica y las interacciones físico-químicas. *Universidad de Lund*, 150-200.

INEN. (2008). *INEN*. Recuperado de https://www.normalizacion.gob.ec/#

Jiménez, F. (2020). *Factores relacionados con la elaboración de un cereal para el Desayuno libre de sacarosa como una alternativa para diabéticos en la ciudad de Barquisimeto, Venezuela durante el periodo 2019.* Barquisimeto: (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia). Recuperado de https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/37276/Monografia_FactoresRelacionadosconlaElaboraciondeunCerealparaelDesayunoLibredeSacarosacomounaAlternativaparaDiabeticosenlaCiudaddeBarquisimetoVenezueladuranteelPeriodo2019.pdf?sequence=1&isAllowe

Jiménez, M. (2017). *Las bebidas funcionales como respuesta a un consumidor cada vez más preocupado por la salud.* Madrid: Universidad Pontificia Comillas. Recuperado de https://docplayer.es/55062983-Las-bebidas-funcionales-como-respuesta-a-un-consumidor-cada-vez-mas-preocupado-por-la-salud.html

Lara, M. (2021). *ncidencia del consumo de edulcorantes no calóricos (Aspartame y Acesulfame Potásico) en la población de la ciudad de Ambato.* Ambato, Ecuador: Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato. Recuperado de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32594/1/AL%20778.pdf

Lujan, H. (2017). *Estudio socioeconómico y organizacional de los productores de tuna y cochinilla de la provincia de Huanta.* Huanuco: (Tesis de maestría, Universidad Nacional Hermilio Valdizan). Recuperado de https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/2957/PGP%2000066%20L97.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Montes, I. (2019). *Comparativo entre el gel de sabila (Aloe veraL.) frente a tres dosis de AIB, en el enraizamiento de esquejes de tres variedades de hortensia (Hydrangea macrophylla T.), bajo consiciones de invernadero, em el distrito de Craz, provincia de Huaylas 2017.* Huaraz: (tesis de pregrado, Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo. Recuperado de http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/3616/T033_43741901_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Morejón, B. (2017). *Utilización del mucílago de tuna (Opuntia ficus-indica) en el mejoramiento de la calidad del agua de consumo humano, en la comunidad de Pusir Grande, provincia el Carchi.* Ibarra, Ecuador: Tesis de maestria, Universidad Técnica del Norte.

Recuperado de http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6621/1/PG%20496%20TESIS.pdf

Nayhua, C. (2017). *Obtención de colorante natural a partir de la cáscara de tuna púrpura (Opuntia ficus-indica) por el método de extracción sólido-líquido para su aplicación en la industria de alimentos, fruto proveniente del Distrito de San Cristóbal-Moquegua.* Puno: (Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano). Recuperado de http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6391/Nayhua_Yana_Candelaria_Milagros.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Nieto, M. (2021). *Utilización de tuna (opuntia ficus-indica) como coagulante orgánico en el tratamiento de aguas turbias.* Huacho: (Tesisi de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión). Recuperado de http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/5132/MAYTIE%20SHEYLA%20NIETO%20YANAC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Panta, J. (2017). *Determinación d ela cantidad de panela orgánica en la elaboración y caracterización de mermelada mixta de tuna (Opuntia ficus-indica) y aguaymanto gold (Physalis Peruviana) según Norma Técnica Peruana NTP. (203.047.1991) mermelada de frutas.* Piura: (Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo). Recuperado de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/65268/Panta_PJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Parzanese, M. (2016). Deshidratación osmótica. *Alimentos argentinos MinAgri*, 3-11. doi:https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_06_Osmotica.pdf

Pérez, S., Miranda, S., Lin-Ho, S., Álvarez, J., & Pérez, J. (2016). Mmenbranas de nanofiltración, preparadas via polimerizacion en interfase, dopadas con nanoparticulas de ZnO: efecto en su desempeño. *Revista mexicana de ingenieria Quimica, 15*(3), 961-975.

Pinto, A. (2017). *Evaluación y comparación de la efectividad del uso de floculantes naturales Aloe vera (Sábila) y Opuntia ficus-indica (Nopal/Tuna) y orgánicos (Ferrocryl y Chemklob 2040) en el tratamiento de aguas residuales del proceso de teñido de la empresa Franky S.A.* Arequipa: Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María. Recuperado de https://core.ac.uk/reader/198132840

Pulido, A., Forero, F., & Cabrera, S. (2016). EVAPORACIÓN OSMÓTICA: FUNDAMENTOS Y APLICACIONES EN LA CONCENTRACIÓN DE JUGOS DE FRUTA. *SCIELO, 14*(2), 135-144.

Purchas, D., & Sutherland, K. (2002). *Handbook of filter media.* Kidintong, Reino Unido: Elsevier Science.

Reyes, M. (2017). *Edulcorante artificiales en la industria alimentaria.* Trujillo: (Tesis de pregrado, Unversidad Nacional de Trujillo). Recuperado de https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10060/Reyes%20Asto%2c%20Milagros%20Amelia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rodiles, J., Manivel, R., Zamora, R., & Martinez, H. (2016). Elaboración fr uns botana de nopal obtenida por deshidratación osmótica. *Sociedad Mexicana de Ciencia Y tecnología, 29*(2), 49-54.

Romero, A. S. (1999). Aspectos generales sobre procesos y tecnologias de membranas. *Dpto. Ingenieria Quimica*, 1-7 y 12-14.

Romo, A. (2018). Edulcorantes energéticos y no energéticos: utilidad y efectos secundarios. En P. Milke, A. Espinosa, & J. Leyva, *Nutrición en Gastroenterología: aspectos clínicos y dietéticos* (págs. 261-276). Mexico: AM editores. Recuperado de https://www.gastro.org.mx/uploads/2020/12/nutricion-en-gastroenterologia-aspectos-clinicos-y-dieteticos_amg_5fe1583a6f226.pdf

Santorso, K. (2015). *Tecnología de separación seital: Separación en la industria láctea.* Italia: SPX Corporation.

Sempertegui, M. (2020). *Manejo agronómico del cultivo de sábilaAloe Vera y sus procesos agroindustriales.* Babahoyo: (Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo). Recuperado de http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8495/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000284.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Solís, C. (2016). Membrane technology: historical development. *Entre ciencia e ingeniería., 10*(19).

Solís, C., Vélez, C., & Ramirez, J. (2016). Tecnología de membranas: desarrollo historico. *Entre Ciencia e Ingenieria*(19), 89-98.

Solís, C., Vélez, C., & Ramírez, J. (2016). Tecnología de membranas: desarrollo histórico. *Entre Ciencia e Ingeniría*, 89-98.

Wagner, J. (2001). *Membrane Filtration Handbook Practical Tips and Hints* (Vol. 2). Belgium: OSMONICS.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Certificado o acta del perfil de investigación.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE:	VALENZUELA LLAMATUMBI JENNIFER PAOLA	CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004462485
PERIODO ACADÉMICO:	2022 B		
PRESIDENTE TRIBUNAL	MSC. CARLOS ALBERTO RIVAS ROSERO	DOCENTE TUTOR:	PHD. FRANCISCO JAVIER DOMÍNGUEZ RODRÍGUEZ
DOCENTE:	MSC. ANA LUCÍA RODRIGUEZ MACHADO		
TEMA DEL TIC:	"Caracterización fisicoquímica y sensorial de una bebida clarificada de Tuna amarilla (Opuntia Ficus indica) por microfiltración, edulcorada con sacarosa y stevia, incorporando trozos de Aloe Vera"		

No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	9,00	Mejorar la hipótesis
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	9,00	
3	METODOLOGÍA	7,33	Indicar donde realizó todas las pruebas. Temperatura de trabajo. Corregir las relaciones de concentraciones. Aclarar las normas específicamente utilizadas
4	RESULTADOS	7,67	Incluir una tabla comparativa de condiciones iniciales y finales antes y después de la microfiltración. Realizar prueba estadísticas para indicar las diferencias significativas en las pruebas fisicoquímicas
5	DISCUSIÓN	8,00	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8,00	
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	9,33	
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7,33	Revisar la ortografía y el orden de las secciones del documento

…teniendo una nota de: 8,03 Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

…t. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para …oceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del …bunal de sustentación de la pre-defensa.

…ra constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el viernes, 20 de enero de 2023

MSC. CARLOS ALBERTO RIVAS ROSERO
PRESIDENTE TRIBUNAL

PHD. FRANCISCO JAVIER DOMÍNGUEZ RODRÍGUEZ
DOCENTE TUTOR

MSC. ANA LUCÍA RODRIGUEZ MACHADO
DOCENTE

Anexo 2. Informe del abstract emitido por el centro de Idiomas.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET

NAME: Valenzuela Llamatumbi Jennifer Paola
DATE: 2 de febrero de 2023

TOPIC: "Caracterización fisicoquímica y sensorial de una bebida clarificada de Tuna amarilla (*Opuntia Ficus indica*) por microfiltración, edulcorada con sacarosa y stevia, incorporando trozos de Aloe Vera"

MARKS AWARDED **QUANTITATIVE AND QUALITATIVE**

VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 ■	GOOD: 1Vera Játiva Edwin Andrés,5 ■	AVERAGE: 1 ☐	LIMITED: 0,5 ☐
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 ■	GOOD: 1,5 ☐	AVERAGE: 1 ☐	LIMITED: 0,5 ☐
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 ■	GOOD: 1,5 ☐	AVERAGE: 1 ☐	LIMITED: 0,5 ☐
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 ☐	GOOD: 1,5 ■	AVERAGE: 1 ☐	LIMITED: 0,5 ☐
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 ☐	GOOD: 1,5 ■	AVERAGE: 1 ☐	LIMITED: 0,5 ☐

TOTAL/AVERAGE

9 - 10: EXCELLENT
7 - 8,9: GOOD
5 - 6,9: AVERAGE
0 - 4,9: LIMITED

TOTAL 9

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: **Valenzuela Lamatumbi Jennifer Paola**
Fecha de recepción del abstract: 2 de febrero de 2023

Fecha de entrega del informe: 2 de febrero de 2023

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se validad dicho trabajo.

Atentamente

Firmado electrónicamente por:
EDISON BOANERGES PEÑAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3. Evidencias Fotografías.

a) Recepción de materia prima. *b) Pelado.* *c) Despulpado* *d) Jugo de tuna*

e) Prefiltrado f) Formulación g) Microfiltrado h) Bebida clarificada

Figura 6. *Elaboración de la bebida de tuna: a) Recepción de materia prima. b) Pelado. c) Despulpado. d) Jugo de tuna. e) Prefiltrado. f) Formulación. G) Microfiltrado. H) Bebida clarificada.*

a) Aloe vera b) Fileteado c) Troceado d) Lavado

e) Deshidratación osmótica f) Trozos en la bebida g) Envasado

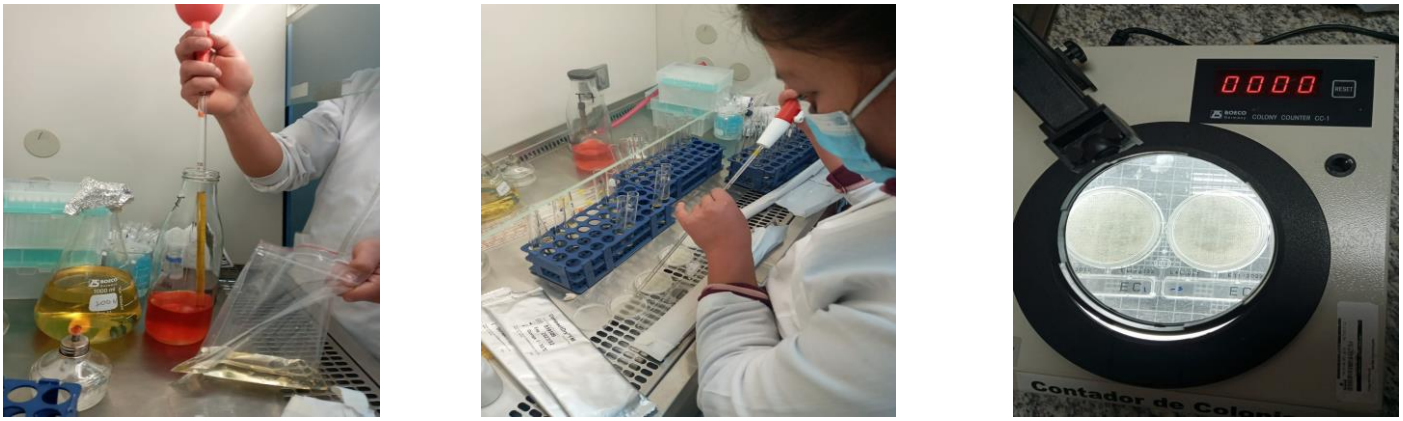
Figura 7. *Deshidratación osmótica de Aloe vera y su adición en la bebida de tuna clarificada: a) Aloe vera. b) Fileteado. c) Troceado. d) Lavado e) deshidratación osmótica. f) trozos en la bebida. g) Envasado.*

a) °Brix b) pH c) acidez titulable d) Turbidez

Figura 8. *Análisis fisicoquímicos: a) °Brix. b) pH. c) acidez titulable. d) Turbidez.*

a) Tratamientos b) Hoja de evaluación sensorial d) Análisis sensorial

Figura 9. *Análisis Sensorial: a) Tratamientos. b) hoja de evaluación sensorial. c)Análisis sensorial.*



a) Preparación de muestra. b) Siembra en placas petrifilm c) Contador de colonias

Figura 10. *Análisis microbiológico: a) Preparación de la muestra. b) siembra en placas petrifilm. c) contador de colonias.*

Anexo 4. Evaluación Sensorial.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Ingeniería en Alimentos

HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Fecha:…… Edad:……. Género: Femenino ☐ Masculino ☐

Se solicita su colaboración para realizar el análisis de evaluación sensorial del tema de tesis "Caracterización fisicoquímica y sensorial de una bebida clarificada de Tuna (*Opuntia Ficus*) por microfiltración edulcorada con sacarosa y stevia, incorporando trozos de Aloe Vera"

Indicaciones.

1. Pruebe las muestras en el orden en el cual se presentan en la hoja.
2. Tome agua cada vez que termine de probar la muestra.
3. Evalúe el color, olor, sabor y textura de la bebida.

Califique su nivel de aceptabilidad de acuerdo a la escala de equivalencia de la tabla 1 y anote sus respuestas en la tabla 2:

Tabla 9. Escala de aceptabilidad.

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

Tabla 10 Análisis sensorial de la bebida.

Atributos	Muestras							
	380	808	542	197	669	721	641	616
Color								
Olor								
Sabor								
Apariencia								

Mejor muestra:

……

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Anexo 5. Normativa INEN.

Servicio Ecuatoriano de Normalización

Quito – Ecuador

NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA

NTE INEN 2304
Primera revisión
2017-04

REFRESCOS O BEBIDAS NO CARBONATADAS. REQUISITOS

SOFT DRINKS OR NONCARBONATED BEVERAGES. REQUIREMENTS

ICS: 67.160.20

3
Páginas

REFRESCOS O BEBIDAS NO CARBONATADAS
REQUISITOS

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece los requisitos para los refrescos o bebidas no carbonatadas.

Esta norma es aplicable a los refrescos o bebidas no carbonatadas con o sin saborizantes, bebidas de frutas o bebidas de jugo de fruta, bebidas con trozos de frutas, bebidas de té o bebidas de hierbas aromáticas.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son indispensables para la aplicación de este documento. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición (incluyendo cualquier enmienda).

NTE INEN-ISO 2173, *Productos vegetales y de frutas – Determinación de sólidos solubles – Método refractométrico*

NTE INEN-ISO 1842, *Productos vegetales y de frutas – Determinación de PH*

NTE INEN-ISO 750, *Productos vegetales y de frutas – Determinación de la acidez titulable*

NTE INEN-ISO 17240, *Productos vegetables y de frutas – Determinación del contenido de estaño – Método de espectrometría de absorción atómica de llama*

NTE INEN-CODEX 192, *Norma general del Codex para los aditivos alimentarios*

CPE INEN CODEX CAC-GL-50, *Directrices generales sobre muestreo.*

NTE INEN 1108, *Agua potable. Requisitos*

NTE INEN 1334-1, *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1: Requisitos*

NTE INEN 1334-2, *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2: Rotulado nutricional. Requisitos*

NTE INEN 1334-3, *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 3: Requisitos para declaraciones nutricionales y declaraciones saludables*

3. TÉRMINO Y DEFINICIÓN

Para efectos de esta norma, se adopta la siguiente definición:

3.1
refrescos o bebidas no carbonatadas
Bebidas no alcohólicas, sin adición de dióxido de carbono (CO_2), a base de agua como principal componente, que contienen o no una mezcla de ingredientes como azúcares, jugos, pulpas, concentrados o trozos de frutas, té o hierbas aromáticas o sus extractos y aditivos alimentarios.

4. REQUISITOS

Los refrescos o bebidas no carbonatadas deben:

4.1 cumplir con los principios de buenas prácticas de fabricación;

4.2 ser elaborados con agua que cumpla con NTE INEN 1108;

4.3 cumplir los requisitos físicos y químicos indicados en la Tabla 1.

TABLA 1. Requisitos físicos y químicos para los refrescos o bebidas no carbonatadas

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Sólidos solubles a 20 °C, fracción másica como porcentaje (%) de sacarosa	-	0	15	NTE INEN-ISO 2173
pH a 20 °C	-	2,0	4,5	NTE INEN-ISO 1842
Acidez titulable, como ácido cítrico a 20 °C	g/100 mL	0,1	-	NTE INEN-ISO 750

4.4 no exceder el límite máximo de 150 mg/L de estaño determinado según NTE INEN-ISO 17240, si están en latas; y,

4.5 no exceder los límites máximos de aditivos alimentarios conforme con lo establecido en NTE INEN-CODEX 192.

5. MUESTREO

El número de unidades de muestra y los criterios sobre el nivel aceptable de calidad pueden ser acordados por las partes de acuerdo con lo establecido en CPE INEN-CODEX CAC/GL 50.

6. ENVASADO Y ROTULADO

6.1 Envasado

Los refrescos o bebidas no carbonatadas deben envasarse en materiales higiénicos de grado alimenticio, que aseguren la adecuada conservación y calidad del producto.

6.2 Rotulado

Los refrescos o bebidas no carbonatadas deben cumplir lo indicado en NTE INEN 1334-1, NTE INEN 1334-2, NTE INEN 1334-3.

Anexo 6. Resultados de análisis nutricional.

alfanalítica

Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos:
Aguas, Alimentos y Afines

DATOS DEL CLIENTE

Análisis solicitado por:	Srta. Valenzuela LLamatumbi Jennifer Paola
RUC/CI:	1004462485
Dirección:	No reporta
Ciudad/Provincia:	Quito/Pichincha
Teléfono:	988777251
email:	Valenzuela.paola.1999@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Bebida clarificada de tuna (T1 y T2)

Tipo de muestra:	Líquida	**Descripción:**	Bebida de tuna
Fecha de recepción:	12 de agosto de 2022	**Número de muestras:**	2
Peso/vol. declarado:	250 ml	**Fecha de elaboración/Lote:**	No aplica
Tipo de conservación:	N/A	**Fecha de Muestreo:**	No aplica
Tipo de envase:	Envase de polietileno	**Fecha de caducidad:**	No aplica

DATOS DE LABORATORIO

Fecha de análisis:	12 de agosto de 2022
Fecha de entrega informe:	19 de agosto de 2022
Código interno	Ag-12-01

Resultado Analítico

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado		Método de Ensayo
		T1	T2	
Hierro Total	**mg/100 ml**	<1	<1	**Espectrofotométrico Fenantrolina**
Calcio Total	**mg/100 ml**	28,6	28,6	**EDTA-Murx**
Ácido Ascórbico (Vit C)	**mg/100 ml**	18,5	18,5	**Dicloro Fenol Indo fenol**

Observaciones

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

El laboratorio no se responsabiliza del uso que el cliente pueda dar al presente informe.

Los informes se almacenarán por un periodo de dos años a partir del ingreso de la muestra al laboratorio

Tiempo de almacenamiento de las muestras: 10 días a partir de la entrega del informe

Responsable:

Dra. Verónica Espinoza Torres
Gerente General

Dirección: Manuel Peñaherrera 4-106 y Rafael Troya - Parque Boyacá. - Ibarra
Teléfonos: 0983064170, 0989753573, 0983382115
e-mail: alfanalitica@outlook.com, alfanalitica.ibarra@gmail.com

DATOS DEL CLIENTE

Análisis solicitado por:	Srta. Valenzuela LLamatumbi Jennifer Paola
RUC/CI:	1004462483
Dirección:	No reporta
Ciudad/Provincia:	Quito/Pichincha
Teléfono:	988777251
email:	Valenzuela.paola.1999@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Bebida clarificada de tuna con trozos de Aloe Vera (T1 y T3)

Tipo de muestra:	Liquida	**Descripción:**	Bebida de tuna
Fecha de recepción:	12 de agosto de 2022	**Número de muestras:**	2
Peso/vol. declarado:	250 ml	**Fecha de elaboración/Lote:**	No aplica
Tipo de conservación:	N/A	**Fecha de Muestreo:**	No aplica
Tipo de envase:	Envase de polietileno	**Fecha de caducidad:**	No aplica

DATOS DE LABORATORIO

Fecha de análisis:	12 de agosto de 2022
Fecha de entrega informe:	19 de agosto de 2022
Código interno	Ag-12-01

Resultado Analítico

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado		Método de Ensayo
		T1	T3	
Hierro Total	**mg/100 ml**	<1	<1	**Espectrofotométrico Fenantrolina**
Calcio Total	**mg/100 ml**	28,6	29,6	**EDTA-Murx**
Ácido Ascórbico (Vit C)	**mg/100 ml**	18,5	18,9	**Dicloro Fenol Indo fenol**

Observaciones

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

El laboratorio no se responsabiliza del uso que el cliente pueda dar al presente informe.

Los informes se almacenarán por un periodo de dos años a partir del ingreso de la muestra al laboratorio

Tiempo de almacenamiento de las muestras: 10 días a partir de la entrega del informe

Responsable:

Dra. Verónica Espinoza Torres

Gerente General