

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

**Tema: “Evaluación del uso de azúcares reductores obtenidos de la epidermis de tuna (*Opuntia ficus indica*) como adjunto en el proceso de fermentación de un vino de frutas”**

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

AUTORA: Chalacán Quelal Jocelyn Elizabeth

TUTOR: Ing. Burbano Pulles Marco Rubén MSc

Tulcán, 2023

## CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante Chalacán Quelal Jocelyn Elizabeth con el número de cédula 0402078000 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación del uso de azúcares reductores obtenidos de la epidermis de tuna (*Opuntia ficus indica*) como adjunto en el proceso de fermentación de un vino de frutas"

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



MARCO  
RUBEN  
BURBANO  
PULLES

---

MSc. Burbano Pulles Marco Rubén

**TUTOR**

Tulcán, noviembre 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, Chalacán Quelal Jocelyn Elizabeth con cédula de identidad número 0402078000 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Chalacán Quelal Jocelyn Elizabeth

**AUTORA**

Tulcán, noviembre de 2023

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Chalacán Quelal Jocelyn Elizabeth declaro ser autora de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación del uso de azúcares reductores obtenidos de la epidermis de tuna (*Opuntia ficus indica*) como adjunto en el proceso de fermentación de un vino de frutas" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



---

Chalacán Quelal Jocelyn Elizabeth

**AUTORA**

Tulcán, noviembre de 2023

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por permitirme culminar mi carrera universitaria y seguir adelante a pesar de todas las dificultades que se presentaron en el camino.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi agradezco la oportunidad brindada para cursar mi carrera, adquirir nuevos conocimientos y conocer grandes personas a lo largo de este camino.

A mi madre, Clara Chalacán, quien con gran sacrificio, esfuerzo y amor supo hacer de mí una persona responsable y educada, gracias por darme su apoyo incondicional en todos mis objetivos académicos y personales. Ella es quien me ha impulsado siempre a salir de mi zona de confort y afrontar los grandes retos de la vida.

A mi familia quienes han sido un gran pilar en mi formación tanto académica como personal, valoro mucho las acciones, consejos, y palabras de aliento que me han transmitido a lo largo de mi vida.

Le agradezco a mi tutor MSc. Marco Burbano por su tiempo, dedicación y paciencia. Gracias por guiarme y darme consejos durante todo el trayecto de esta investigación.

A mis maestros quienes con sus conocimientos, experiencias y consejos transmitidos me han permitido llegar hasta aquí, les agradezco por todos los conceptos impartidos dentro y fuera del aula.

A mis compañeros, quienes con sus locuras y horas de trabajo compartidos hicieron de la universidad una experiencia única.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de tesis con mucho cariño a mi madre, Clara Elisa, mis abuelitos, Ángel y Leticia, quienes desde pequeña me apoyaron incondicionalmente en cada etapa de mi vida y forjaron en mí una persona con buenos valores.

A mi primo, Sebastián quien ha sido un gran compañero en mi vida y siempre ha estado apoyándome en mis buenos y malos momentos.

A mis tíos y primos quienes con sus palabras siempre me han brindado sus consejos y me han alentado a seguir adelante y terminar la carrera.

*Con amor, Jocelyn Elizabeth*

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	14
<b>ABSTRACT</b> .....	15
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	16
<b>I. EL PROBLEMA</b> .....	17
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	17
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	18
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN</b> .....	19
<b>1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	20
1.4.1. Objetivo General .....	20
1.4.2. Objetivos Específicos .....	20
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	20
<b>II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	22
<b>2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	22
<b>2.2. MARCO TEÓRICO</b> .....	24
2.2.1. Tuna.....	24
2.2.1.1. Taxonomía de la tuna .....	25
2.2.1.2. Tipos de tuna .....	25
2.2.1.3. Propiedades nutricionales de la tuna.....	26
2.2.1.4. Características fisicoquímicas de la tuna .....	27
2.2.2. Composición química de la cáscara de frutos de <i>Opuntia spp.</i> .....	28
2.2.3. Residuos en la industria alimentaria .....	29
2.2.4. Material lignocelulósico .....	30
2.2.4.1. Celulosa.....	31
2.2.4.2. Hemicelulosa .....	31
2.2.4.3. Lignina .....	31

2.2.5. Pretratamientos para materiales lignocelulósicos .....	32
2.2.6. Hidrólisis .....	33
2.2.7. Tipos de hidrólisis .....	33
2.2.7.1. Hidrólisis ácida .....	33
2.2.7.2. Hidrólisis enzimática .....	34
2.2.7.3. Hidrólisis Alcalina .....	34
2.2.8. Determinación de azúcares reductores .....	34
2.2.8.1. Preparación del reactivo del ácido 3,5-dinitrosalicílico .....	35
2.2.8.2. Explicación de la reacción del DNS .....	35
2.2.9. Vino .....	35
2.2.10. Vino de frutas .....	36
2.2.10.1. Clasificación de vino de frutas .....	37
2.2.11. Fermentación alcohólica .....	38
2.2.12. Fermentación maloláctica.....	38
2.2.13. Levadura .....	39
2.2.13.1. Saccharomyces cerevisiae .....	39
2.2.14. Elaboración de vino de frutas.....	40
2.2.15. Parámetros fisicoquímicos de vino de frutas .....	42
2.2.16. Evaluación sensorial de alimentos .....	42
2.2.16.1. Pruebas de aceptación en vinos .....	42
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>44</b>
<b>3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO .....</b>	<b>44</b>
3.1.1. Enfoque .....	44
3.1.2. Tipo de Investigación .....	44
<b>3.2. HIPÓTESIS .....</b>	<b>44</b>
<b>3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....</b>	<b>45</b>
<b>3.3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....</b>	<b>46</b>
<b>3.4. MÉTODOS UTILIZADOS .....</b>	<b>47</b>



3.4.1. Diseño experimental.....	47
3.4.2. Materiales y equipos .....	48
3.4.2.1. Materias primas .....	48
3.4.2.2. Equipos de laboratorio.....	48
3.4.2.3. Instrumentos.....	49
3.4.2.4. Insumos .....	49
3.4.3.1. Descripción del proceso para la elaboración del vino de tuna.....	51
3.4.4. Métodos empleados en el análisis del vino de tuna.....	53
3.4.4.1. Análisis sensorial.....	53
3.4.4.2. Contenido de azúcares.....	54
3.4.4.3. Determinación de acidez volátil y acidez total.....	54
3.4.4.4. Determinación grados alcohólicos.....	56
3.4.4.5. Determinación de pH.....	56
3.4.4.6. Determinación de metanol.....	56
3.4.4.7. Determinación de anhídrido sulfuroso total .....	57
<b>3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....</b>	<b>57</b>
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>59</b>
<b>4.1. RESULTADOS.....</b>	<b>59</b>
4.1.1. Hidrólisis ácida .....	59
4.1.2. Evaluación sensorial.....	61
4.1.2.2. Resultados de Olor.....	63
4.1.2.3. Resultados de Sabor.....	64
4.1.2.4. Resultados consistencia .....	65
4.1.3. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la bebida .....	66
4.1.3.1. Resultados de los grados de alcohol .....	66
4.1.3.2. Resultados acidez total .....	67
4.1.3.3. Resultados acidez volátil .....	68
4.1.3.4. Resultados contenidos de azúcares .....	69

4.1.3.5. Resultados pH .....	70
4.1.3.6. Resultados anhídrido sulfuroso total .....	71
4.1.3.7. Resultados metanol .....	72
<b>4.2. DISCUSIÓN .....</b>	<b>72</b>
4.2.1. Hidrólisis ácida .....	72
4.2.2. Evaluación sensorial .....	73
4.2.3. Parámetros fisicoquímicos del vino de tuna .....	75
4.2.3.1. Grados de alcohol.....	75
4.2.3.2. Acidez total.....	75
4.2.3.3. Acidez volátil .....	76
4.2.3.4. pH .....	76
4.2.3.5. Contenido de azúcares.....	77
4.2.3.6. Anhídrido sulfuroso total.....	77
4.2.3.7. Metanol .....	78
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>79</b>
<b>5.1. CONCLUSIONES.....</b>	<b>79</b>
<b>5.2. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>80</b>
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>81</b>
<b>VII. ANEXOS.....</b>	<b>87</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la tuna .....	25
Tabla 2. Composición nutricional de la tuna en 100 g.....	27
Tabla 3. Características fisicoquímicas de la pulpa de tuna .....	27
Tabla 4. Composición mineral de pulpas de tuna (% de la parte comestible) .....	28
Tabla 5. Análisis químico de los principales componentes de la tuna .....	28
Tabla 6. Composición química de la cáscara de frutos de <i>Opuntia ficus indica</i> .....	29
Tabla 7. Clasificación de los vinos de frutas - INEN 371 .....	37
Tabla 8. Características fisicoquímicas de un vino de frutas - INEN 374.....	42
Tabla 9. Operacionalización de las variables.....	46
Tabla 10. Factores del experimento de hidrólisis.....	47
Tabla 11. Combinaciones de la variable de estudio de hidrólisis .....	47
Tabla 12. Formulación del vino de tuna hidrolizado.....	48
Tabla 13. Escala hedónica para la evaluación sensorial .....	53
Tabla 14. Cantidad de azúcares reductores de cada tratamiento .....	60
Tabla 15. Resultados de prueba de Kruskal-Wallis para los AR .....	61
Tabla 16. Resultados de prueba de Wilcoxon y corrección de Bonferroni para los AR. .....	61
Tabla 17. Resultados de prueba de Kruskal-Wallis para el atributo de color.....	62
Tabla 18. Resultados de prueba de Wilcoxon y corrección de Bonferroni para el atributo de color .....	62
Tabla 19. Resultados de prueba de Kruskal-Wallis para el atributo de olor.....	63
Tabla 20. Resultados de prueba de Wilcoxon y corrección de Bonferroni para el atributo de olor.....	63
Tabla 21. Resultados de prueba de Kruskal-Wallis para el atributo de sabor.....	64
Tabla 22. Resultados de prueba de Wilcoxon y corrección de Bonferroni para el atributo de sabor .....	64
Tabla 23. Resultados de prueba de Kruskal-Wallis para el atributo de consistencia...	65
Tabla 24. Resultados de prueba de Wilcoxon y corrección de Bonferroni para el atributo de consistencia .....	65
Tabla 25. Resultados de prueba de Kruskal-Wallis para los grados de alcohol .....	66
Tabla 26. Resultados de prueba de Kruskal-Wallis para acidez total .....	67
Tabla 27. Resultados de prueba de Kruskal-Wallis para acidez volátil.....	68

Tabla 28. Resultados de prueba de Kruskal-Wallis para brix.....	69
Tabla 29. Resultados de prueba de Kruskal-Wallis para pH.....	70
Tabla 30. Resultados de prueba de Kruskal-Wallis para anhídrido sulfuroso total .....	71
Tabla 31. Resultados de prueba de Kruskal-Wallis para Metanol.....	72
Tabla 32. Atributos sensoriales de los dos mejores tratamientos de vino de tuna .....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Material lignocelulósico obtenido de diferentes residuos industriales .....	31
Figura 2. Diagrama de flujo básico de la elaboración de vino de frutas .....	41
Figura 3. Flujograma de proceso para la elaboración de vino de tuna hidrolizado ..	50
Figura 4. Curva patrón para los azúcares reductores .....	59
Figura 5. Diagrama de caja y bigote para los azúcares reductores .....	60
Figura 6. Diagrama de caja y bigote para el atributo de color .....	62
Figura 7. Diagrama de caja y bigote para el atributo de olor .....	63
Figura 8. Diagrama de caja y bigote para el atributo de sabor .....	64
Figura 9. Diagrama de caja y bigote para el atributo de consistencia .....	65
Figura 10. Diagrama de caja y bigote para los grados de alcohol.....	66
Figura 11. Diagrama de caja y bigote para acide total .....	67
Figura 12. Diagrama de caja y bigote para acidez volátil .....	68
Figura 13. Diagrama de caja y bigote para brix.....	69
Figura 14. Diagrama de caja y bigote para pH.....	70
Figura 15. Diagrama de caja y bigote para anhídrido sulfuroso total.....	71
Figura 16. Diagrama de caja y bigote para metanol.....	72

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Determinación de acide total .....	54
Ecuación 2. Determinación de acidez fija.....	55
Ecuación 3. Determinación acidez volátil .....	55

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC .....	87
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas.....	88
Anexo 3. Hoja de cata para la evaluación sensorial del vino .....	90
Anexo 4. Norma INEN 374 Bebidas Alcohólicas. Vino de Frutas. Requisitos.....	91
Anexo 5. Contenido real de alcohol etílico en función del contenido aparente de alcohol etílico y la temperatura .....	94
Anexo 6. Resultados de anhídrido sulfuroso total, metanol del tratamiento 1 y 4.....	95
Anexo 7. Evidencias del trabajo experimental de la investigación .....	97

## RESUMEN

La epidermis de la tuna es generalmente descartada y no se aprovechan los componentes activos que existen en este residuo, generando problemas en la eliminación de este desecho. El objetivo de esta investigación fue evaluar el uso de los azúcares reductores (AR) obtenidos de la cáscara de tuna, que se genera como desecho después de separar la pulpa de la epidermis, como adjunto en el proceso de fermentación para el desarrollo de un vino a base de la misma fruta y observar cómo afecta este proceso en las características organolépticas y fisicoquímicas de la bebida alcohólica. Para lo cual se aplicó un diseño experimental DCA A x B, donde A fueron las concentraciones de ácido sulfúrico (0,5% y 1%) y B el números de Mesh para la separación por tamaño de partícula (#50 y >#50), conformándose un total de cuatro tratamientos. Los datos obtenidos fueron analizados a través de pruebas estadísticas como Kruskal-Wallis y Wilcoxon con un 95% de confianza con la ayuda de R Studio. Para la obtención de los AR se aplicó un proceso de hidrólisis ácida, y luego el método ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS) para la cuantificación, donde T2 tuvo mayor cantidad de azúcares reductores (31,41 mg de glucosa/mL de solución de cáscara hidrolizada). Como resultado del análisis sensorial se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en los parámetros de sabor y consistencia, obteniendo mejores calificaciones T1 y T4.

**Palabras Claves:** Residuos, Cáscara, Hidrólisis ácida, Azúcares reductores, Vino de frutas,

## ABSTRACT

The epidermis of the prickly pear is usually discarded, wasting the active components present in this waste and generating problems in its elimination. In this context, the objective of the present research was to evaluate the use of reducing sugars obtained from the prickly pear peel, which is generated as waste after separating the pulp from the epidermis. It was proposed to incorporate it as an adjuvant in the fermentation process to produce wine based on this fruit, in order to analyse how this process affects the organoleptic and physicochemical characteristics of the alcoholic beverage. To carry out the study, a DCA A x B experimental design was implemented, where A represented the concentrations of sulfuric acid (0.5% - 1%) and B the Mesh numbers (#50 and >#50). In this way, four treatments were generated in total. The collected data were subjected to statistical analysis using the R program, using tests such as Kruskal-Wallis and Wilcoxon to compare the ranges between treatments. In the process of obtaining the reducing sugars, an acid hydrolysis was applied, followed by the DNS method for quantification. The T2 treatment exhibited the highest concentration of reducing sugars, reaching 31.41 mg glucose/mL in the hydrolysed peel solution. Sensory analysis revealed statistically significant differences in taste and consistency parameters. The T4 and T1 treatments stood out as the most promising in this regard. The resulting wine, with greater acceptance, complied with all the physicochemical requirements established in the NTE INEN 374 standard for fruit wines.

**Key Words:** Residues, Peel, Acid hydrolysis, Reducing sugars, Fruit wine.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, el gran desarrollo industrial conlleva una gran generación de residuos, especialmente en la industria alimentaria, donde se generan subproductos que no son aprovechados, cada uno de estos pueden emplearse para consumo humano o animal, generando así beneficios económicos. A pesar de todo esto, la gran mayoría de empresas no cuentan con un plan para este tipo de desechos, al contrario, los depositan en vertederos de basura. (Yepes et al., 2008)

En Ecuador, en la comuna El Juncal, existen 80 hectáreas dedicadas a la siembra de tuna, de estas solo 38 están en producción. Cada hectárea produce 400 cajas semanales, donde los 38 kilos fueron comercializados a 6,00 \$ en los mercados locales. Además, en esta publicación revelan que uno de los inconvenientes es la escases de canales de comercialización de esta fruta, dado que el mercado se comporta de manera inestable. (Gómez, 2019). Las familias oriundas de este sector tienden a cultivar con mayor frecuencia las tunas de tipo blanca y amarilla, en cambio, las de color rojo crecen de manera silvestre y no necesitan de tanto cuidado, no obstante, estas frutas brindan buenos beneficios para la salud. (Armas, 2012)

Zhu et al. (2023) mencionan que la vinificación puede hacer crecer el valor agregado de las frutas para el consumo y reducir el problema del desequilibrio en la producción y comercialización de frutas. Este tipo de bebidas contienen alcohol entre 5 % a 15 % vol., además, estos productos suelen ser los favoritos de consumidores jóvenes y de mediana edad.

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de los azúcares reductores aprovechados de la epidermis de la tuna que resulta como residuo dentro de la elaboración de un vino de la misma fruta, donde se observó como afecto este proceso a las características organolépticas y fisicoquímicas de la bebida.



## I. EL PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO (2012), dice que en los países en vías de desarrollo más del 40% de las pérdidas de alimentos se produce en las etapas de postcosecha (deterioro de productos, almacenamiento y transporte) y procesamiento (lavado, pelado, troceado y cocción).

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP) y la FAO en 2017, demostraron que Ecuador pierde 939 000 toneladas métricas (TM) de alimentos al año solo en las etapas de cosecha, producción y almacenamiento. Estas pérdidas son una fuente de compuestos de alto valor biológico, como antioxidantes, antiinflamatorios, fibra dietaria, entre otros, sin embargo, parte de estos desechos terminan como abono para cultivos y otra en botaderos de basura. (Reyes, 2019)

De acuerdo con Kumar et al. (2020), las industrias que se dedican a la transformación de frutas y hortalizas generan grandes cantidades de cáscaras lo que conlleva a generar una gran pérdida nutricional, económica y problemas ambientales. Estos desechos representan entre el 25 y el 30% del total de la producción, y los más comunes son: corteza, orujo, cáscaras, semilla. Estos residuos son denominados las partes no digeribles, es decir, se descartan en diferentes etapas de la recolección, el transporte, envío y procesamiento del alimento.

Los desperdicios generados en la industria alimentaria son las partes que no se pueden consumir de la fruta y que además representan pérdidas significativas. Dentro de la industria de la uva y vino se generan alrededor de 3 a 5 millones de toneladas de desechos sólidos al año, debido a esto se pierde una buena fuente de compuestos bioactivos, tales como vitaminas, enzimas, aceites, polifenoles, etc. (Vargas et al., 2019). Además, estos desechos presentan un alto índice de residuos lo que significa un incremento en basura orgánica de materiales crudos. Su utilización o

eliminación es complicada debido a su inestabilidad biológica, con naturaleza altamente patógena, altos niveles de humedad y actividad enzimática. (Camacho et al., 2016)

Parafati et al. (2020) afirman que la cáscara de tuna generalmente es descartada y empleada como mejorador de suelo o se aprovecha para alimentación animal. La cáscara constituye alrededor del 48% del peso total de la fruta.

Muchas frutas tienen una cáscara que cubre la pulpa, las cuales luego de ser cortadas son desechadas, como la corteza de naranja, sandía, tuna, piña, entre otras. Existe varios tipos de tuna (*Opuntia spp.*) estas pueden ser blancas, purpuras, rojas, anaranjadas o amarillas, cada una presenta diferentes composiciones tanto físicas como químicas. Mediante estudios realizados se reporta que la tuna presenta un peso entero de 99,75g (100%), en cambio su cáscara presenta un peso de 47,53g (50%).(Chaparro et al., 2020)

Para poder comercializar un producto con éxito, debe ser de alta calidad y estar envasado de forma atractiva. Sin embargo, la tuna fresca presenta un caso particularmente desafiante porque la producción se concentra en un período de tres meses, esto implica que emerge una saturación en el mercado haciendo que los precios de esta fruta bajen, causando pérdidas a los productores directos. Aunque no se considera que las tunas tengan una alta actividad metabólica porque no dependen del clima, si sufren daños, lesiones e infecciones bacterianas provocadas mediante el corte y manipulación de poscosecha. (Pérez, 2016)

Con un buen aprovechamiento de estos desperdicios se puede reducir los problemas de eliminación de desechos y servir como una nueva fuente potencial de compuestos bioactivos en la generación de nuevos productos.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Al pretratar e hidrolizar químicamente la epidermis de tuna se puede mejorar significativamente el rendimiento de azúcares reductores las características organolépticas y fisicoquímicas de un vino elaborado a partir de esta fruta?

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

Actualmente los residuos que son generados por las agroindustrias tienen cada vez un valor más importante tanto para la industria alimentaria, farmacéutica como cosmética, ya que pueden ser empleados como componentes activos que se producen durante la transformación de la materia prima. (Vázquez et al., 2022)

Ecuador es un país que produce tuna a gran escala, la misma que florece en suelos semidesérticos del Valle del Chota (Imbabura), y se caracteriza por presentar un fruto jugoso y dulce de diversas variedades de cactus los mismos que son de completo agrado al consumidor. Se generan 300 cajas semanales de tunas, cada caja presenta un peso de 15 kilogramos. Este fruto ha tenido mucha demanda en el mercado por presentar propiedades nutritivas y curativas. MAGAP (2017) dice que a nivel mundial existen más de 20 variedades de tuna, pero en Ecuador se cultivan cuatro variedades que son: tuna amarilla sin espina, tuna amarilla con espina, tuna blanca y tuna silvestre, además, existen alrededor de 180 hectáreas de tuna sembradas en el país. La mayor cantidad de tuna sembrada es en la Sierra norte, después le siguen los cultivos en Loja, Tungurahua y Santa Elena. La tuna es una fruta que tiene calcio, hierro y vitamina C, por tal motivo es recomendable el consumo de esta fruta a personas que tengan enfermedades como: diabetes, gastritis y problemas digestivos.

De acuerdo con Zenteno et al., (2015) los frutos y cladodios de nopal son fuente de pigmentos (betalainas y carotenoides), fibra soluble (mucílago y pectina), calcio, magnesio, potasio, fenoles y vitamina C. La pulpa del fruto es rica en fructuosa, glucosa, pectina, la cáscara contiene calcio, celulosa y potasio. Aunque resulta algo difícil saber exactamente qué cantidad de componentes tiene cada opuntia, ya que estas se hibridan dando como resultado nuevas formas y tipos más o menos distintos.

La demanda del consumo de vinos de frutas exóticas actualmente es alta, ya que se lanzan nuevos sabores al mercado, estas bebidas están enfocadas en el consumo saludable y responsable de vinos elaborados a base de frutas exóticas identificando así una oportunidad de negocio para la producción y exportación de estos productos a nivel mundial, así como también evitar el uso de conservantes concentrándose en un vino natural de alta calidad y amigable con el medio ambiente. (Rios, 2019)

Según Loayza (2020) la hidrólisis desempeña un papel importante que consiste en desorganizar la estructura celular de la biomasa utilizada, para extraer la celulosa que se encuentra en la misma, y así facilitar que las enzimas o ácidos puedan liberar azúcares reductores. Para que la hidrólisis sea más efectiva y tarde menor tiempo se debe tener en cuenta factores como: pH, temperatura, concentración de biomasa, tipo de biomasa empleada y tamaño de la partícula. Generalmente en el proceso de hidrólisis se obtiene en mayor parte pentosas y hexosas tomando en cuenta la glucosa, las cuales se pueden fermentar tanto por levaduras como bacterias con la finalidad de generar etanol. (Gongora, 2016)

Debido a todos los factores expuestos anteriormente lo que busca esta investigación es aprovechar los desperdicios que se generan durante la elaboración de un vino de frutas, en este caso la cáscara de tuna, mediante un proceso de hidrólisis ácida se evaluaron los azúcares reductores y se añadieron al mosto del vino para de esta manera generar características organolépticas distintas, además, de esta manera se puede incentivar el cultivo de esta fruta en el país.

#### **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

##### 1.4.1. Objetivo General

Evaluar el uso de azúcares reductores obtenidos de la epidermis de tuna (*Opuntia ficus indica*) como adjunto en el proceso de fermentación de un vino de frutas.

##### 1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar el efecto de diferentes concentraciones de ácido sulfúrico en la hidrólisis de la epidermis de tuna pretratada.
- Determinar la cantidad de extracción de azúcares reductores utilizando el método DNS (ácido 3,5-dinitrosalicílico).
- Establecer la mejor formulación del vino mediante una prueba de afectividad.
- Fijar las características fisicoquímicas del vino con mayor aceptación.

##### 1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cómo varía la hidrólisis de la epidermis pretratada en función de las diferentes concentraciones de ácido sulfúrico?

- ¿Los azúcares reductores añadidos en el mosto disminuirán el tiempo de fermentación del vino?
- ¿Qué formulación tendrá atributos sensoriales que agraden más al consumidor?
- ¿Las características fisicoquímicas fijadas del mejor tratamiento cumplirán con la norma INEN 374 para vino de frutas?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Según Gongora (2016), en su investigación "Establecimiento de un proceso de hidrólisis a partir de cladodios frescos y secos de nopal (*Opuntia ssp.*) para la obtención de azúcares fermentables" se evaluó un proceso de hidrolización química, alcalina y enzimática. Donde en la hidrolización de la harina de los cladodios de nopal, el mejor resultado se obtuvo con la hidrólisis ácida con un 5% de liberación de azúcares reductores en comparación con la alcalina que solo alcanzo el 3,5%. Para este proceso utilizaron ácido sulfúrico a una concentración de 1 N, 95 °C y 70 min, donde verificaron que los tratamientos con ácido sulfúrico tuvieron la mayor liberación de AR, entre 12 y 25%. Además, señala que la hidrolización empleando ácidos diluidos incrementa la velocidad de solubilización de la hemicelulosa, en consecuencia, el uso de ácidos para estos procesos tiene mayor impacto.

Velázquez (2012) en su investigación "Sacarificación y fermentación de la cáscara de tuna (*Opuntia streptacantha L.*) para producir bioetanol" realizo una sacarificación y fermentación de cáscara de tuna donde primero acondiciono la cáscara, troceando, secando, moliendo y tamizando, luego hizo una caracterización fisicoquímica obteniendo resultados favorables para la hidrolización. El proceso de sacarificación lo hizo por dos vías, ácida y con vapor. Al emplear ácido sulfúrico a cuatro diferentes concentraciones observo que a al 0,50% de ácido se obtuvo una mayor cantidad de azúcares reductores teniendo 45,29 g/L, también se mencionó que a mayor volumen de ácido se visualiza una disminución en los AR. Con la aplicación de *S. cerevisiae* en el hidrolizado se consiguió una producción de etanol de 20,9 g/L. Al final de este estudio se demostró que esta levadura es capaz de metabolizar los azúcares obtenidos del proceso de hidrólisis.

Burgos (2020) realizo su investigación enfocada en la "Cuantificación de azúcares reductores en residuos de piña por el método ácido 3,5-dinitrosalicílico". La primera

fase de este trabajo fue elaborar una curva patrón, utilizando diluciones de glucosa, donde el coeficiente de correlación fue igual a 0,993. Indicando de esta forma que existe correlación entre la concentración y la absorbancia de los datos obtenidos, demostrando así que este método es un procedimiento experimental efectivo. Se procedió a leer las absorbancias de los diferentes caldos fermentados de sustratos de piña obteniendo como resultado en la muestra A 4,66 g/L de azúcares reductores y la muestra B la misma cantidad. Al final se evidenció que el método empleado en la cuantificación es efectivo para la determinación de azúcares reductores.

En la investigación "Hidrólisis ácida de cascarilla de arroz para la generación de azúcares reductores" realizada por Sigüencia et al. (2018) donde concluyeron que la temperatura y el tiempo de reacción son fundamentales en la producción de azúcares reductores. La mayor cantidad de AR (51,2 mg/g) se obtuvieron al aplicar un tiempo de 60 minutos a una temperatura de 100 °C y concentración de ácido sulfúrico 1%. En la investigación se menciona que cuando la reacción es producida durante 60 minutos y se añade 30 minutos más el incremento no es superior al 10%, en cambio, con la temperatura cuando se incrementa de 100 °C a 120 °C se genera un 31% más de AR. También, mencionaron que al aumentar la concentración del ácido a bajas temperaturas (100 °C) el porcentaje de AR sube, a pesar de eso si estos parámetros se incrementan (temperatura y concentración de ácido) los AR decrecen.

En la investigación "Diseño del proceso industrial para la obtención de vino a base de tuna (*Opuntia ficus indica*), para la empresa Vita Tuna" desarrollado por Guerrero (2018) donde formuló dos vinos de tuna blanca para la empresa Vita Tuna, el primero con una cepa de *Saccharomyces cerevisiae* y el segundo con *Saccharomyces cerevisiae* Var. *bayanus*, mediante una prueba sensorial se determinó cual fue la formulación con mayor aceptación, la cual fue la segunda con un 63% de aceptación. Las condiciones a las que se ajustó el mosto para la obtención de vino fueron: dosificación de levadura de 0,25 g/L, temperatura de fermentación de 20 °C, acidez titulable 0,55%, pH 4,03 y °Brix de 21%. Luego de la fermentación se comprobó que al utilizar la cepa *Saccharomyces cerevisiae* Var. *bayanus* los sedimentos que quedan son menores que al usar la levadura normal para vinificación, indicando que esta levadura tiene mejor rendimiento para este proceso. También se elaboró un

análisis fisicoquímico del producto final, el cual cumplió con todos los requerimientos que rige la norma técnica ecuatoriana INEN 374. Bebidas alcohólicas. Vino de frutas.

Ruiz (2011) en su investigación "Desarrollo de un vino de mortiño (arándanos) en la corporación grupo Salinas de Ecuador" elaboró tres formulaciones de vino de mortiño y evaluó el comportamiento del mosto durante la fermentación, en la cantidad de azúcares verificó que, al tener mayor cantidad de fruta en el proceso, la fermentación se realizó con más rapidez a comparación de los otros dos tratamientos que tenían más agua en su formulación. Con respecto a la temperatura demostró que a bajas temperaturas las levaduras tienen dificultad para desarrollarse lo que produce pérdidas al momento del descube de la bebida, en este caso de 10 L fermentados se obtuvo 8 L, indicando una pérdida de 2 L. Además, en este estudio se expone que en Ecuador los vinos de frutas no se consumen secos, al contrario, se deben endulzar aumentando hasta 3, 5 o 7 grados brix para una mayor aceptación.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. Tuna**

La especie *Opuntia ficus indica* es una fruta oriunda de México y de las Islas del Caribe. La tuna es un fruto no climatérico, la cual presenta una pulpa carnosa y puede variar en forma, tamaño y variedad de acuerdo con el tiempo de cosecha y el tipo de tuna, presenta una mayor cantidad de semilla y su tiempo de vida útil es muy corto. (Condori, 2017)

Al describir la morfología de la tuna se puede destacar que principalmente tiene una parte carnosa llamada pulpa la cual está compuesta de semillas, presenta una corteza o cáscara de gran dureza y finalmente está compuesta por una capa denominada piel que cubre la cáscara en donde están presentes pequeñas espinas que cubren el fruto. (Guerrero, 2018)

Este fruto fue distribuido de manera fácil a nivel mundial, debido a su fácil crecimiento desde hace millones de años en regiones áridas y semiáridas, existen algunas variedades de tuna que fueron empleadas para diferentes usos como: alimento para el consumo humano, preparación de bebidas artesanales, uso medicinal, y como forraje para animales. (Mendoza, 2014)



Hay una variedad de subespecies pertenecientes al género *Opuntia* que producen tuna, las que tienen más acogida son la *Opuntia ficus-indica*, *O. streptacantha*, *O. robusta*, y *O. leucotricha*. Existen diferentes nombres por los cuales se les denomina a estas especies de tuna: tuna fina, tuna de agua, tuna de castilla, tuna blanca, tuna cardona y tuna cascarona, entre otras.

Por lo general la tuna es consumida como fruta fresca mas no industrializada, y dependiendo de la variedad o tipo de tuna cada una presenta diferentes características como: forma, tamaño, color y la composición nutricional que presenta cada una de ellas es distinta para cada variedad. Los azúcares presentes en la pulpa de la tuna *Opuntia ficus indica* son la glucosa y la fructosa en una relación de 6:4. (Zenteno et al., 2015)

### 2.2.1.1. Taxonomía de la tuna

La taxonomía de la fruta tuna se plasma en la siguiente tabla:

**Tabla 1.** Clasificación taxonómica de la tuna

Clasificación	
Reino	Phantae
Subreino	Embriophita
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Caryophylliadae
Orden	Carophyllales
Familia	Cactaceae
Subfamilia	Opuntiae
Género	Opuntia
Especie	<i>ficus indica</i>
Nombre común	Tuna, higo de cacto, higo chambo

**Fuente:** (Mena & Quiroz, 2011)

### 2.2.1.2. Tipos de tuna

De acuerdo con Mena y Quiroz (2011), existen variedad de tunas las cuales se las diferencia por su coloración y por la presencia o ausencia de espinas

#### Por su coloración

- Tuna Blanca: Son frutos de color verde, son dulces, presenta una pulpa cristalina y jugosa, además cuenta con la presencia de espinas.
- Tuna Amarilla: Es una fruta muy dulce, presenta mayor cantidad de semillas y cuenta con espinas en su cáscara.
- Tuna Colorada: Es una fruta grande, delicada, arenosa y presenta espinas.
- Tuna Morada: Es de mejor calidad, es delicada y tiene espinas muy pequeñas.

### **Por presencia de espinas**

Espinosas, Semi – espinosas, sin espinas.

#### **2.2.1.3. Propiedades nutricionales de la tuna**

La tuna es un fruto que ha generado mucho reconocimiento en el mundo por su valor nutricional, lo cual la hace más importante y destacada entre las demás frutas; en especial en la comunidad científica por presentar un contenido de fibra soluble (pectina). Esta fruta aporta beneficios a la salud, ya que retiene el agua logrando así un aumento de la masa fecal la cual acelera el tránsito intestinal, además aporta a la fermentación proteolítica y sacarolítica. (Guerrero, 2018)

A la tuna se le otorgan característica de un alimento funcional, ya que por su composición presenta ventajas alimenticias que benefician a la salud, principalmente por sus pigmentos denominados betaínas, los cuales han demostrado tener un efecto antioxidante, entre otros bioactivos como los fenoles, flavonoides y ácido ascórbico; así como altas concentraciones de compuestos como: calcio, magnesio, prolina y taurina. Actualmente la tuna es denominada como un alimento muy importante en el tratamiento de la diabetes. Su interés se da al gran aporte de fibra soluble que presenta la tuna con efectos sobre el regulamiento del azúcar presente en la sangre. Por otro punto de vista la tuna ayuda a reducir el nivel de colesterol sanguíneo; como también presenta beneficios para el hígado ya que el extracto del nopal lo protege debido a los antioxidantes que presenta el mismo; La tuna presenta beneficios para proteger la mucosa gástrica debido a su alto contenido en mucilago. Tanto el fruto como los tallos ayudan con la dieta de la gastritis, la acidez del estómago, entre otras enfermedades. (Guerrero, 2018)

**Tabla 2.** Composición nutricional de la tuna en 100 g.

<b>Componente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Agua	g	87.55
Energía	kcal	41.00
Proteínas totales	g	0.73
Lípidos totales	g	0.51
Carbohidratos	g	9.57
<b>Minerales</b>		
Calcio	mg	56.00
Hierro	mg	0.30
Magnesio	mg	85.00
Fósforo	mg	24.00
Potasio	mg	220.00
Sodio	mg	5.00
<b>Vitaminas</b>		
Vitamina C	mg	14.00
Riboflavina	mg	0.06
Vitamina B6	mg	0.06
Folato	$\mu\text{m}$	6.00
Vitamina A	UI	51.00
<b>Lípidos</b>		
Grasas saturadas	g	0.067
Grasas monoinsaturadas	g	0.075
Grasas Poliinsaturadas	g	0.210

**Fuente:** (Guerrero, 2018)

#### 2.2.1.4. Características fisicoquímicas de la tuna

Las tunas presentan las siguientes características fisicoquímicas

**Tabla 3.** Características fisicoquímicas de la pulpa de tuna

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

**Fuente:** (Herrera, 2018)

El contenido de mineral presente en las tunas de las diferentes variedades como: verde, púrpura y naranja, se debe al lugar de procedencia de cada variedad, ya que los minerales son obtenidos por las plantas a partir del suelo.

**Tabla 4.** Composición mineral de pulpas de tuna (% de la parte comestible)

Mineral	Tuna verde	Tuna púrpura	Tuna naranja
Ca	12,8	13,2	35,8
Mg	16,1	11,5	11,8
Fe	0,4	0,1	0,2
Na	0,6	0,5	0,9
P	32,8	4,9	8,5

**Fuente:** (Herrera, 2018)

### 2.2.2. Composición química de la cáscara de frutos de *Opuntia spp.*

Se dice que hasta la actualidad tanto la cáscara como las semillas de tuna son subproductos considerados como desechos y son pocos los reportes que existen en donde hacen uso de estos desechos industrialmente para de esa manera lograr obtener productos con valor agregado.

En la siguiente tabla se da a conocer los principales componentes de la tuna que fueron extraídos de algunos análisis químicos, en donde se puede observar que dentro de los sólidos predominantes de la cáscara se encuentran los carbohidratos. (Lozada, 2017)

**Tabla 5.** Análisis químico de los principales componentes de la tuna

	Cáscara % p/p (b.h)	Pulpa % p/p (b.h)	Semilla % p/p (b.h)
Humedad	82-87	85-90	----
Cenizas	0.40-1.91	0.2-0.3	1.8
Proteínas	0.35-0.51	0.5-10	10.3
Grasa	0.39	0-0.59	5.2-11.5
Fibra Cruda	1.27	0.27	46.4
Azúcares reductores totales	4.15-4.99	8.7-11	----
Azúcares reductores directos	0.15	2-6	----
Acidez como ácido cítrico	0.729	0.052	0.084
pH	-	5.35	----

**Fuente:** (Lozada, 2017) (b.h) base húmeda

A continuación, se detalla la composición química promedio de la cáscara de frutos *Opuntia ficus indica*, la misma que presenta una cantidad eficiente de minerales (11,5% de cenizas), de grasas y ceras (11,0%). Sin embargo; el contenido de polisacáridos, incluyendo celulosa es sobresaliente ( $\approx 66$ ). (Lozada, 2017)

**Tabla 6.** Composición química de la cáscara de frutos de *Opuntia ficus indica*

Componente	% p/p (base seca)
Cenizas	11.5
Grasa y ceras	11.0
Lignina	2.4
Proteína (N x 6.25)	8.6
Mucílago	4.1
Celulosa	27.0
Otros polisacáridos	35.0

**Fuente:** (Lozada, 2017)

Mediante estudios aplicados a cáscara deshidratada a través de microscopía electrónica de barrido se logró observar que las células de la piel del fruto de tuna están constituidas de células del colénquima y parénquima (células que dan grosor y sostén) tejidos usualmente ricos en polisacáridos tipo pectina. (Lozada, 2017)

### 2.2.3. Residuos en la industria alimentaria

Se denomina residuo a cualquier material que se genere por la actividad humana y genere un desecho. Dentro de la industria se producen grandes cantidades de residuos que pueden ser aprovechados. El mayor número de pérdidas de desechos se da en las industrias alimentarias, las cuales son generadas del procesado de la materia prima y el descarte. Se estima que la cantidad generada de residuos esta entre un 20-40% del total de la materia prima que ingreso al proceso. Existen datos de empresas que generan un volumen de perdidas las cuales son: en una industria cervecera únicamente se hace uso del 8% de los compuestos del grano, en la industria de aceite de palmas utiliza solo el 9%, en la industria del café se utiliza el 9,5% y en la industria del papel no más del 30% lo demás es considerado residuo. (Cajo y Vásquez, 2017)

En la industrialización de conservas, zumos, néctares de frutas y hortalizas se produce una cantidad mayor y significativa de restos y subproductos orgánicos, además se

encuentran los restos orgánicos, cuya cantidad de residuos generados se encuentra entre un 13% y un 65% de los insumos.(Díaz, 2015)

Los residuos orgánicos son ricos en compuestos lignocelulósicos, estos compuestos se encuentran disponibles en las paredes celulares de las plantas. Estas paredes se componen de dos partes, la pared primaria se compone de celulosa, hemicelulosa y otros polisacáridos, la pared secundaria contiene celulosa, otros polisacáridos y lignina que compacta fuertemente a la fibra de la celulosa y la hemicelulosa.(Cajo y Vásquez, 2017)

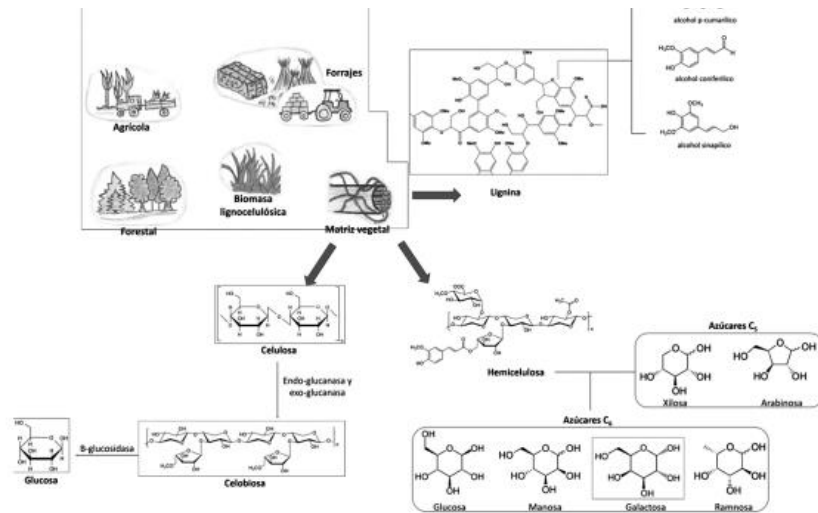
La biomasa que resulta después del procesamiento de un alimento, por ejemplo: cáscaras o semillas, pueden ser procesadas y aprovechadas como bioenergía, fertilizantes, biomateriales y nuevos ingredientes para la formulación de alimentos funcionales para de esta forma darles mayor valor agregado a los productos. A pesar de esto, se debe tener en cuenta algunos factores para lograr su revalorización, debido a que su aprovechamiento puede ser complejo. (Preciado et al., 2022)

#### **2.2.4. Material lignocelulósico**

Los materiales lignocelulósicos son generados durante los procesos de cosecha y el procesamiento industrial, estos materiales son renovables y de bajo costo. Estas biomasas presentan por lo general en su estructura almidón, proteínas, hemicelulosa, celulosa y lignina que pueden desarrollarse como compuestos comestibles. Este material agroindustrial puede ser aprovechado mediante la transformación de carbohidratos en azúcares reductores para la obtención de etanol.(Badaraco y Veintimilla, 2019)

Además, Vele et al. (2021) exponen que estos residuos lignocelulósicos son uno de los recursos renovables que tiene mayor abundancia en la naturaleza, estos restos tienen en su composición celulosa (40 – 45%), hemicelulosa (15 -30%) y lignina (16 -33%) que se condensan en una matriz entrelazada y compleja.

**Figura 1:** Material lignocelulósico obtenido de diferentes residuos industriales



**Fuente:** (Figueroa et al., 2019)

### 2.2.4.1. Celulosa

La celulosa es un polisacárido de gran importancia en la producción fermentativa de alcohol. Conformada por subunidades de D-glucosa, unidas por enlaces 1,4.β-glucosídicos. Las capas de celulosa están organizadas en pequeños “empaquetados” denominados fibrillas de celulosa. Estas fibrillas confieren a la celulosa las características de insolubilidad, rigidez y resistencia al ataque de sustancias químicas y enzimáticas. De la hidrólisis de la celulosa se obtiene dímeros característicos como celodextrinas y celobiosa, pero el principal monosacárido que se obtiene es la glucosa.(Gongora, 2016)

### 2.2.4.2. Hemicelulosa

La hemicelulosa posee una estructura de diferentes polímeros conformados por pentosas (D-xilosa y L-arabinosa) y hexosas (D-manosa, D-glucosa, D-galactosa) entrelazados entre sí mediante enlaces glucosídicos. Esta sirve como conexión entre la lignina y las fibras de celulosa, tiene una masa molar menor que la celulosa y es más fácil de hidrolizar debido a su estructura predominante amorfa. (Gongora, 2016)

### 2.2.4.3. Lignina

Esta es un heteropolímero amorfo que consta de tres diferentes unidades de fenilpropano (*p*-coumaril, coniferil y alcohol sinapílico) que se mantienen unidos por

diferentes enlaces, la lignina no es soluble en agua y es ópticamente activa. Su degradación es complicada debido a su composición. Su función es de mantener unidos a la celulosa y hemicelulosa entre sí. (Gongora, 2016)

Debido a que las estructuras de estos materiales presentan una gran resistencia a ser tratados es necesario aplicar un pretratamiento para de esta manera alterar la estructura cristalina de la celulosa, eliminar la hemicelulosa y modificar la lignina. Con esto se logra una mayor exposición del sustrato celulósico. Una vez pretratado estos residuos se pueden generar proceso de hidrólisis ya sea ácida, alcalina o con enzimas bajo ciertas condiciones que permitan su descomposición en monosacáridos. (Vele et al., 2021)

### **2.2.5. Pretratamientos para materiales lignocelulósicos**

Para llevar a cabo un proceso de hidrólisis y obtener mejores resultados se debe emplear pretratamientos a la biomasa lignocelulósica que se va a estudiar. Entre los pretratamientos de mayor manejo en la industria alimentaria se tiene pretratamientos mecánicos y químicos. El objetivo de aplicarle estos tratamientos es aumentar la porosidad de las partículas de biomasa y facilitar la accesibilidad de enzimas hidrolíticas a las celulosas tras desacoplamiento de lignina y hemicelulosa de las microfibras de celulosa. (Princes, 2010)

Medina (2019) dice que algunos materiales lignocelulósicos presentan alta resistencia para ser aprovechados como fuente de azúcares debido a la lignina, que presenta una estructura químicamente estable, para retirar esta estructura existen tres métodos:

- Método químico: consiste en realizar una reacción directamente sobre el material con sustancias ácidas, esto genera una reducción en la estructura de la lignina haciendo de esta manera más efectiva la hidrólisis.
- Método mecánico: se reduce el tamaño de partícula para incrementar la porosidad y el área de contacto de las partículas, facilitando la reacción.
- Método biológico: se emplean organismos que se alimentan de la lignina.



### **2.2.6. Hidrólisis**

El material lignocelulósico de los diferentes residuos de la industria está conformado por largas cadenas de polisacáridos que tienen la particularidad de poder ser hidrolizados a azúcares más simples, ya sea con la acción enzimática, o mediante una sustitución nucleófila, esta reacción es provocada por la adición de un ácido capaz de dar el protón que necesita para favorecer el quebrantamiento de la cadena de la molécula por acción del agua. (Leogon, 2018)

Según López y Rodríguez (2016), el proceso de hidrólisis es la alteración de alguna sustancia química de origen orgánico, donde el hidrogeno del agua se une al oxígeno del extremo de una de una de las moléculas de azúcar. El resultado de este método es la liberación de un monosacárido.

En algunos casos se aplica un pretratamiento al material lignocelulósico para poder llevar a cabo un proceso de hidrólisis. Este proceso es importante, si se desea obtener la formación de azúcares reductores, entre mayor sea la concentración de monosacáridos obtenidos se consigue un mayor rendimiento hacia productos finales de fermentación. (Vele et al., 2021)

En la hidrolización de biomasa lignocelulosica hay que considerar ciertas condiciones para obtener un mayor rendimiento en azúcares reductores, estas condiciones son: temperatura, agitación, concentración del sustrato, tiempo que lleva la reacción y el pH. (López y Rodríguez, 2016). En el material lignocelulosico lo que hace la hidrólisis es convertir las paredes de los desechos en azúcares mas simples, para esto existen varios métodos por los cuales se puede llevar a cabo este proceso: hidrólisis enzimática, ácida y alcalina.

### **2.2.7. Tipos de hidrólisis**

#### **2.2.7.1. Hidrólisis ácida**

Cuando se trabaja con este método generalmente se genera en condiciones severas tanto de presión, temperaturas y concentraciones altas de ácidos que conllevan a la formación de los azúcares reductores, sin embargo, existe la posibilidad de la formación de inhibidores, corrosión de los equipos y altos costos de mantenimiento.(de Lima et al., 2022)

Este tipo de hidrólisis puede tener dos clasificaciones, la primera es hidrólisis ácida diluida, las condiciones de trabajo son a concentraciones bajas de ácidos 0,3% - 2,5% (p/p) y a temperaturas elevadas entre 120 °C – 210 °C. Por otro lado, la hidrólisis ácida concentrada se produce a concentraciones de 41% - 86% de ácido y temperaturas entre 25 °C – 70 °C.(Arif et al., 2022)

### **2.2.7.2. Hidrólisis enzimática**

Dentro de la hidrólisis enzimática de materiales lignocelulósicos se realiza por las enzimas Celulásas, degradan la celulosa, y enzimas como glucoronidasa, acetilesterasa, xilanasas, B- xilosidasa y glucomanasa galactomanasa que atacan la hemicelulosa. La mayor ventaja que presenta el empleo de este método es que las condiciones de operación son suaves, además se evita las etapas de neutralización posteriores, esto se hace cuando se usa ácidos dentro de la operación, aunque su uso se fácil los costos al momento de adquirir las enzimas son elevados.(Cajo y Vásquez, 2017)

### **2.2.7.3. Hidrólisis Alcalina**

El objetivo de este método es emplear soluciones de NaOH, Ca (OH)<sub>2</sub> o amoníaco para liberar diferentes compuestos por medio de la remoción de la lignina. Se desarrolla en presencia de un ácido muy débil y una base fuerte, donde la base actúa como catalizador en la descomposición de las moléculas orgánicas en presencia de agua.(López y Rodríguez, 2016)

Hay que tener en cuenta que esta hidrólisis para tener una mayor eficiencia su exposición de debe hacer a elevadas temperaturas, el tiempo del proceso puede durar horas, hasta días, y emplear altas concentraciones de la base a usar.

### **2.2.8. Determinación de azúcares reductores**

Este método consiste en la determinación de azúcares reductores mediante el ácido 3,5-dinitrosalicílico, donde los azúcares reductores presentes en la muestra a través de calor reducen el ácido 3-amino-5 nitrosalicílico y cambian de color a la muestra, es decir se oxida tomando una apariencia de amarilla a café. (Burgos, 2020)

### **2.2.8.1. Preparación del reactivo del ácido 3,5-dinitrosalicílico**

De acuerdo con la metodología que describen Bello et al., (2006) en su investigación se debe pesar 5 g de ácido 3,5-dinitrosalicílico, 150 g de tartrato de Na-K y 8 g de NaOH. En 200 ml de agua destilada se disuelve el NaOH y se adiciona en agitación el tartrato de Na-K lentamente. Se completa hasta 400 mL del recipiente con agua destilada y se empieza a adicionar el ácido 3,5-dinitrosalicílico. Se deja en agitación hasta que toda la mezcla este disuelta, al final, se afora a 500 mL y se filtra. Para conservar el reactivo debe ser almacenado en un frasco ámbar cuidando al reactivo de la luz.

### **2.2.8.2. Explicación de la reacción del DNS**

Para el desarrollo de esta reacción se emplean tubos de ensayo de cristal de 10 mL, en estos, se adicionan 0,5 mL de muestra y 0,5 mL del reactivo. Los tubos deben ser agitados y luego se colocan en baño de agua a 100 °C por 5 min. Se enfrían con agua con hielo y se añade 5 mL de agua destilada. Se agitan y se procede a realizar la lectura con la ayuda de un espectrofotómetro.

Para este proceso primero se realiza una curva de calibración de glucosa, la cual sirve como referencia para obtener la ecuación de la pendiente y de esa manera cuantificar los azúcares reductores. La luz de onda que se debe utilizar es a 540 nm mediante espectrofotometría. (Burgos, 2020)

### **2.2.9. Vino**

Cuando se habla de vino siempre se hace referencia a que este proviene específicamente de la uva, el jugo que se obtiene de esta fruta, denominado mosto en términos enológicos contiene un equilibrado nivel de azúcares, ácidos y taninos que apoyan al desarrollo de las levaduras. Además, la uva presenta en su piel un vello blanquecino que contiene levaduras, con estas características resulta fácil que el mosto se fermente completamente y se convierta en una bebida alcohólica con características organolépticas agradables, se pueda conservar, envejecer y transportar a cualquier lugar. Aunque también se puede elaborar vinos de distintas frutas con sabores, colores y aromas agradables. (Ellix, 2016)

González (2013), expone que el vino se lo conoce tradicionalmente como el producto de la fermentación del jugo de las uvas, aunque en otros países se contempla la figura del vino de frutas, este se lo consigue mediante la fermentación del jugo de una determinada fruta, con la única exigencia de que su origen debe estar detallado. En general la obtención de este vino se lo hace con frutas tropicales como maracuyá, piña, guayaba y mango que tienen aromas, colores y sabores intensos.

#### **2.2.10. Vino de frutas**

Gran parte de enólogos expresan que vino solamente puede ser llamado al que se obtiene mediante la fermentación del jugo de uva y no de otra fruta, puesto que otras frutas no contienen el nivel necesario de azúcares y ácidos como los que tiene la uva.

González (2013) expone que los orígenes del vino de frutas se remontan a la edad media con el empleo de manzanas y bayas, las cuales servían como sustituto cuando no se disponía de uva. A partir del siglo XVIII es que empieza su gran expansión comercial en Europa y los Estados Unidos, como resultado de esta gran explotación la participación de este tipo de vinos sobrepasa el 2% de la producción mundial y conforme avanza el tiempo el interés por esta clase de bebidas va en auge.

La existencia de diversas especies de frutas puede ser transformadas en vino de excelente calidad, pudiendo lograr esto con una tecnología sumamente sencilla. Nada es un obstáculo que impida desarrollar un producto similar a un vino a base de frutas que son originarias en regiones en donde la uva no es cultivable, es por este motivo que en muchas regiones se le adaptó el nombre vino de frutas, con la única normativa que el producto debía llevar el nombre de la fruta que ha sido utilizada para su elaboración. Por lo tanto, se determina que el vino elaborado a base de tuna es una bebida alcohólica que se obtiene mediante la fermentación del mosto de esta fruta que gracias a su contenido de azúcares y ácidos logra que sea susceptible a la fermentación alcohólica.(Guerrero, 2018)

Los frutos que se emplean para la obtención del vino de frutas deben ser jugosos, para obtener así un buen rendimiento, debe ser lo suficientemente dulce para producir bastante alcohol, que presente una acidez buena para el desarrollo de

levaduras, y finalmente debe ser aromático para que conserve su olor después de la dilución. En la mayoría de los casos las frutas no cumplen simultáneamente con estos requisitos básicos y es ahí donde el productor debe realizar combinaciones y ajustes que conlleven a un producto ideal. (González, 2013)

De forma resumida, la pulpa de las frutas contiene azúcar que puede ser transformado por las levaduras en alcohol etílico y gas carbónico que se libera a la atmósfera como resultado de este proceso de fermentación se produce una amplia gama de compuestos que brindan al vino características de olor y sabor agradables. (González, 2013)

### 2.2.10.1. Clasificación de vino de frutas

De acuerdo con la norma INEN 371 VINOS. Los vinos y vinos de frutas se clasifican de la siguiente manera:

**Tabla 7.** Clasificación de los vinos de frutas - INEN 371

Clasificación	Definición
Por el color	Vino blanco Obtenido por la fermentación de uvas blanca o de un mosto, sin orujos, obteniendo un color muy característico.
	Vino tinto Su mosto es obtenido de uva tintas o tintas con blancas, su obtención se da mediante una fermentación activa y el orujo debe permanecer en contacto un tiempo adecuado con el mosto.
	Vino rosado Se obtiene de la fermentación uvas tintas con blancas o solo tintas donde el contenido de polifenoles debe ser bajo para poseer el color rosado característico.
Por el contenido de azúcar	Secos Contienen hasta 5 g de azúcar por litro
	Semisecos o abocados Contienen de 5 a 30 g de azúcar por litro
	Dulces Contiene de 30 a 160 g de azúcar por litro
	De mesa No excede los 12 ° GL de alcohol
Por el grado alcohólico	Licorosos Su grado alcohólico esta entre 12 ° GL y 15 ° GL
	Extra licorosos Su grado alcohólico esta entre 15 ° GL y 23 ° GL y que se obtiene añadiendo a la bebida alcohólica más alcohol vínico, alcohol etílico rectificado o ambos.

### **2.2.11. Fermentación alcohólica**

Este proceso tiene lugar cuando se tiene un mosto, se produce una primera fermentación, donde los azúcares contenidos en la fruta comienzan a transformarse en etanol en un ambiente donde la presencia de oxígeno y la temperatura deben ser controlados. Lo que produce la fermentación es la transformación de un ácido de sabor fuerte (ácido málico) en otro más suave (ácido láctico). (Grandes Vinos, 2020)

Para que el proceso de fermentación se desarrolle de la mejor manera se deben tener en cuenta algunos aspectos como son: materia prima, el pH, temperatura y muy importante el tipo de microorganismos, mayormente se emplea *Saccharomyces cerevisiae*.(Loayza, 2020)

Esta biorreacción da lugar a que los azúcares sean degradados en alcohol y dióxido de carbono mediante la intervención de microorganismos, en este caso levadura. Durante esta reacción la levadura se nutre de estos azúcares, especialmente glucosa, para poder reproducirse y degradar el azúcar a dos moléculas de etanol y dos de dióxido de carbono.(Loayza, 2020)

En caso de la obtención de vino la levadura de mayor uso para una fermentación alcohólica es *Saccharomyces cerevisiae*. La temperatura tiene una gran relevancia dentro del proceso fermentativo del vino, porque a mayor temperatura se estimula un crecimiento alto en la producción de etanol, lo que conlleva a una mayor pérdida de componentes volátiles. Aunque, de suceder lo contrario, el periodo y crecimiento de la levadura dentro del mosto que se está fermentando puede ser lento, lo que provoca una producción de etanol bajo y un bajo consumo de azúcares o incluso puede provocar la muerte de la levadura y dañar completamente el producto final. (Robles et al., 2016)

### **2.2.12. Fermentación maloláctica**

Luego de la fermentación alcohólica las bacterias *Oenococcus oeni* realizan esta fermentación, que consiste en la descarboxilación del L-málico en L-láctico, desprendiendo  $CO_2$  que se presenta como pequeñas burbujas en el vino. (Bordons y Reguant, 2013)

Esta etapa de fermentación conlleva una serie de modificaciones en el vino que pueden ser algo beneficiosas para el producto. Gran parte de estos cambios son buenos en vinos tintos, las bacterias lácticas que se producen en esta etapa, específicamente *Oenococcus oeni*, generar estos cambios bajo ciertas condiciones. Este proceso de desgasificación del vino brinda al producto una mejor calidad, ya que reduce la sensación de aspereza del málico, de este modo, el ácido L-láctico que se presenta en la bebida es más suave y agradable al gusto. (Ribadeneira, 2022)

### **2.2.13. Levadura**

Las levaduras son microorganismos unicelulares eucariotas que presentan una gran variedad con respecto a su tamaño, forma y color. Son células con forma ovalada, pero también pueden presentar forma esférica, cilíndrica o elíptica. Gran parte de este grupo de organismos toleran un rango de pH entre 3 y 10, a pesar de eso resulta más favorable un medio ligeramente ácido con un pH entre 4,5 a 6,5. (Suárez et al., 2016)

Dentro de la industria alimentaria la levadura de mayor uso es la *Saccharomyces cerevisiae* con la cual se puede elaborar vino, el pan y la cerveza, ya que este microorganismo desarrolla fermentaciones muy eficaces, además existen diferentes cepas de esta especie. La actividad de la levadura dentro de la elaboración de vinos juega un papel muy fundamental, puesto que su actividad se ve afectada principalmente por dos factores como el pH y la temperatura, ya que estos parámetros regulan la cinética de crecimiento y metabolismo de la levadura. (Soto et al., 2021)

#### **2.2.13.1. Saccharomyces cerevisiae**

El nombre de esta levadura proviene del vocablo *Saccharo* (azúcar), *myces* (hongo) y *cerevisiae* (cerveza). Este microorganismo se alimenta a partir de glucosa y presenta una elevada capacidad fermentativa. La biorreacción que se da para la producción de alcohol mediante vía fermentativa se da a través de la conversión de hexosas en etanol. (Suárez et al., 2016)

Además, esta cepa presenta gran capacidad de crecer en mostos que presenten un alto contenido de azúcares y bajo contenido de sustancias de nitrógeno. Esto implica generar altas cantidades de etanol a la vez que consume los azúcares presentes y

baja el nivel de pH, por esta razón inhibe el crecimiento de cepas *no-Saccharomyces*. (Viramontes y Pérez, 2014)

Al momento de seleccionar la cepa para la elaboración del vino se debe tener en cuenta las propiedades que presenta y las características del vino que se quiere producir, ya que su acción afecta sobre el perfil sensorial del vino, es decir, afectara su color, textura y perfil aromático. (Viramontes y Pérez, 2014)

#### **2.2.14. Elaboración de vino de frutas**

El proceso de vinificación se lleva a cabo sin oxígeno (anaerobio), y el vino se envejece por varios meses para mejorar sus propiedades organolépticas. Según FUSADES (2021) el proceso de elaboración de un vino de frutas es el siguiente:

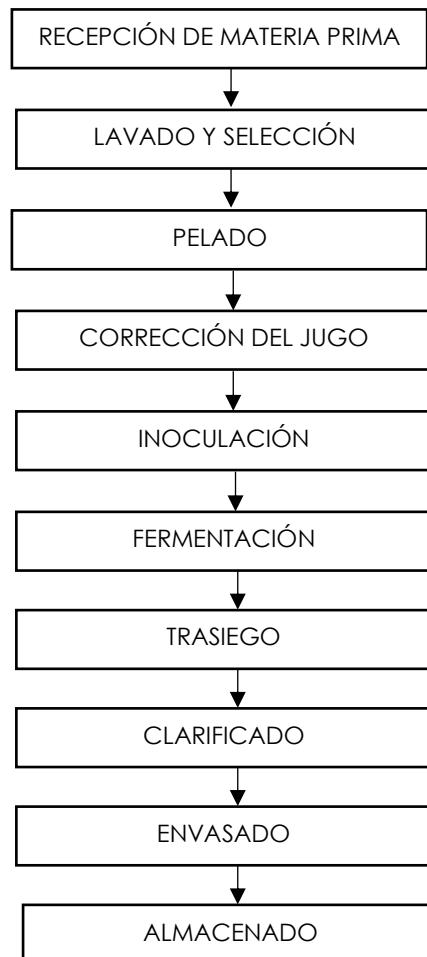
- 1. Recepción:** se contabiliza cuanta fruta ingresa al proceso, esta operación se hace usando recipientes limpios y balanzas calibradas.
- 2. Lavado:** se realiza con el objetivo de eliminar bacterias, residuos de insecticidas y suciedad que se pega en la fruta.
- 3. Selección:** se desecha la fruta que no tenga el grado de madurez adecuado o tenga golpes.
- 4. Preparación de la fruta:** se separa la cáscara de la fruta permitiendo ablandar más rápido la fruta, puede ser de manera manual o mecánica dependiendo de la fruta.
- 5. Preparación del mosto:** en esta etapa se adiciona azúcar al mosto hasta obtener los grados brix deseados, se encuentran entre 20 – 25 °Brix, también, se prepara la levadura, agregar dependiendo de que levadura se use y en qué cantidad.
- 6. Fermentación:** se debe colocar una trampa de aire, para evitar la oxidación del mosto y que se genere un vinagre, debe ser como mínimo 7 días de fermentación a una temperatura de máximo 30 °C. Cuando ya no exista la producción de gas el proceso se dará por terminado.
- 7. Trasiego:** mediante succión se separa el vino, en la parte superior, de los residuos tanto de la fruta como la levadura, parte inferior. Se emplea una tela filtro o colador, previamente esterilizado.
- 8. Clarificado:** se adiciona gelatina sin sabor, bentonita, clara de huevo o algún tipo de clarificante, dependiendo del vino que se esté elaborando, para



eliminar residuos de levadura y la bebida presente un color turbio. En esta fase se añade los conservantes.

- 9. Envasado:** se envasa en botellas de vidrio de preferencia un color oscuro. Los envases deben esterilizarse introduciéndolos en agua caliente durante 10 minutos.

**Figura 2.** Diagrama de flujo básico de la elaboración de vino de frutas



### 2.2.15. Parámetros fisicoquímicos de vino de frutas

En la Tabla 8 se presentan los parámetros fisicoquímicos que debe cumplir una bebida alcohólica para ser considerada como vino de frutas, según la INEN 374 (2016).

**Tabla 8.** Características fisicoquímicas de un vino de frutas - INEN 374

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Alcohol, fracción volumétrica	%	6,0	-	NTE INEN 360
Acidez volátil, como ácido acético	g/L	-	1,5	NTE INEN 341
Acidez total, como ácido tartárico	g/L	3,5	-	INTE NEN 341
Anhídrido sulfuroso total	mg/L	-	400,0	NTE INEN 356
Metanol	mg/L		1000,0	OIV-MA-AS312-03 A
Contenido de azúcares				
– Vino seco	g/L	-	25	OIV-MA-AS311-01A <sup>a</sup>
– Vino semidulce		25,1	50,0	
– Vino dulce		50,1	-	

### 2.2.16. Evaluación sensorial de alimentos

El análisis sensorial es un conjunto de métodos que, aplicados de manera científica, permiten obtener resultados confiables sobre las respuestas que los sentidos tienen a los alimentos. Para lograrlo, se utiliza la experiencia de catadores o panelistas capacitados, quienes funcionan como herramientas al poder distinguir entre cada vino que prueben. (Franco et al., 2021)

#### 2.2.16.1. Pruebas de aceptación en vinos

En la industria del vino, por lo general, se ha utilizado enólogos expertos para este tipo de cataciones. Este juez entrenado es aquel que evalúa las características sensoriales y ofrece su opinión, basado en su experiencia y entrenamiento, sobre la calidad del producto. Sin embargo, un crítico de vino no tiene las mismas preferencias que un consumidor normal. (Franco et al., 2021)

Cuando se desea conocer si la muestra es aceptada o no se emplean pruebas afectivas o de aceptación. Estas pruebas no requieren jueces entrenados, por el contrario, se emplean grupos representativos de consumidores habituales del

producto. El número de jueces recomendado debe ser mayor a 80, generalmente entre 100 y 150, ya que entre mayor número de jueces se tenga los resultados obtenidos serán más creíbles. Si el estudio se lleva a cabo solo a nivel laboratorio se emplea de 25 a 30 jueces. (Espinosa, 2007)

En el caso de la catación de vino es recomendable que esta acción se realice de preferencia en la mañana. Para iniciar con la evaluación primero se aproxima la nariz a la copa, de esta manera se comprueba que no existan olores desagradables, por ejemplo: olores avinagrados, ajo, azufres, caucho o papel. Luego, con la vista se observa el cuerpo y tonalidad del vino. Después, se ingiere un poco de la bebida para sentir el sabor que presenta, entre los sabores pueden ser: impresiones dulces, acidez, astringencia dada por lo taninos, equilibrio, persistencia de los aromas, etc. (Franco et al., 2021)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

##### 3.1.1. Enfoque

El enfoque de la investigación fue cuantitativo, ya que se basó en la examinación y análisis de las diferentes formulaciones elaboradas, a partir de la cuantificación de azúcares reductores, análisis sensorial y fisicoquímicos. A partir de esto, los datos numéricos obtenidos fueron interpretados mediante un diseño estadístico, con la finalidad de comprobar la hipótesis planteada.

##### 3.1.2. Tipo de Investigación

Este trabajo presenta una investigación de tipo experimental puesto que se desarrolla por medio de métodos científicos, análisis de los procesos, formulaciones que indagan acerca de la causa y efecto por medio de dos variables independientes como: la concentración de ácido sulfúrico y el número de Mesh, y observar que efectos causan en las variables dependientes (cantidad de azúcares reductores, características sensoriales y fisicoquímicas).

#### 3.2. HIPÓTESIS

Hipótesis nula  $H_0$

$H_0$ : El número de Mesh y la concentración de ácido no influyen en la cantidad de azúcares reductores, características fisicoquímicas y organolépticas del vino elaborado a partir de tuna.

Hipótesis alternativa  $H_a$

$H_a$ : El número de Mesh y la concentración de ácido si influyen en la cantidad de azúcares reductores, características fisicoquímicas y organolépticas del vino elaborado a partir de tuna.

### **3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

Tamaño de partícula

- 50 Mesh
- > 50 Mesh

Porcentaje de ácido sulfúrico

- 0,5 %
- 1 %

#### **Variables dependientes**

- Cantidad de azúcares reductores
- Características sensoriales
- Características fisicoquímicas

### 3.3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

**Tabla 9.** Operacionalización de las variables

Variable	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
<b>Variable independiente</b>				
Tamaño de la partícula del sustrato	Mesh	50 > 50	Tamizado	ISO 2591-1
Concentración del ácido usado en la hidrólisis	%	0,5 1	Hidrólisis ácida	(Velázquez, 2012)
<b>Variable dependiente</b>				
Rendimiento de azúcares reductores	mg de glucosa/ mL de solución de cáscara hidrolizada	Curva de calibración	Espectrofotometría	(Burgos, 2020)
Medición del nivel de aceptación de los tratamientos de vino	Calidad sensorial	Color Olor Sabor Consistencia	Prueba afectiva	Ficha de cata
	% adimensional	Alcohol pH	Gravimetría Potenciometría	INEN 340 (Nazrala et al., 2009)
Caracterización fisicoquímica del tratamiento con mayor aceptación	g / L	Acidez volátil		INEN 341
	g / L	Acidez total	Volumetría	INEN 341
	mg / L	Anhídrido sulfuroso total		INEN 356
	mg / L	Metanol	Cromatografía	OIV-MA-AS312-03 A
	g / L	Contenido de azúcares	Refractometría	Reglamento CEE N° 2676/90

### 3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

#### 3.4.1. Diseño experimental

En esta investigación se aplicó un diseño experimental DCA (completamente al azar) con un diseño A x B, donde A es el porcentaje de ácido sulfúrico utilizado para la hidrólisis y B es el número de Mesh empleado para tamizar la cáscara de tuna, previamente deshidratada.

En la Tabla 10 se presentan los dos factores de estudio, factor A, corresponde al porcentaje de ácido sulfúrico y B número de Mesh empleado para tamizar la cáscara de tuna

**Tabla 10.** Factores del experimento de hidrólisis

<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>	<b>Niveles</b>
A	Ácido sulfúrico	0,5%
		1%
B	Número de Mesh	50 Mesh
		> 50 Mesh

En la Tabla 11 se muestran los tratamientos para la obtención de los azúcares reductores, obteniéndose un total de 4 tratamientos, cada tratamiento se lo replicó cuatro veces dando un total de 16 unidades experimentales.

**Tabla 11.** Combinaciones de la variable de estudio de hidrólisis

<b>Combinaciones</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>
A1B1	1	Ácido sulfúrico 0,5% + 50 Mesh
A1B2	2	Ácido sulfúrico 0,5% + > 50 Mesh
A2B1	3	Ácido sulfúrico 1% + 50 Mesh
A2B2	4	Ácido sulfúrico 1% + > 50 Mesh

En la Tabla 12 se muestra la formulación del vino de tuna, con la única variación en la cantidad de azúcares reductores que se obtuvieron de cada proceso de hidrólisis. Cada unidad experimental constó de 3 L lo que da un total de 48 L de mosto de tuna.

**Tabla 12.** Formulación del vino de tuna hidrolizado

<b>Ingredientes</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Pulpa	33,33
Hidrolizado	8,33
Agua	46,66
Levadura	1,67
Jarabe de glucosa	10,00
Ácido cítrico	0,005
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

### **3.4.2. Materiales y equipos**

#### **3.4.2.1. Materias primas**

- Tuna
- Sacarosa

#### **3.4.2.2. Equipos de laboratorio**

- Balanza gramera
- Probeta (500 mL, 1000 mL)
- Tubo refrigerante
- Plancha de calentamiento
- Matraz de fondo plano 500 mL
- Magnetos
- Horno de secado
- Molino
- Tamizador
- Vasos de precipitación (100 mL, 250 mL, 600 mL, 1000 mL)
- Balones de aforo (100 mL, 250 mL, 1000 mL)
- Espectrofotómetro
- Tubos de ensayo
- Gradilla
- Vortex
- Pipetas (1 mL, 10 mL)
- Succionador
- Potenciómetro



- Acidómetro
- Matraz Erlenmeyer (250 mL, 500 mL)
- Termómetro de alcohol
- Refractómetro digital (0-90 °Brix)
- Alcoholímetro

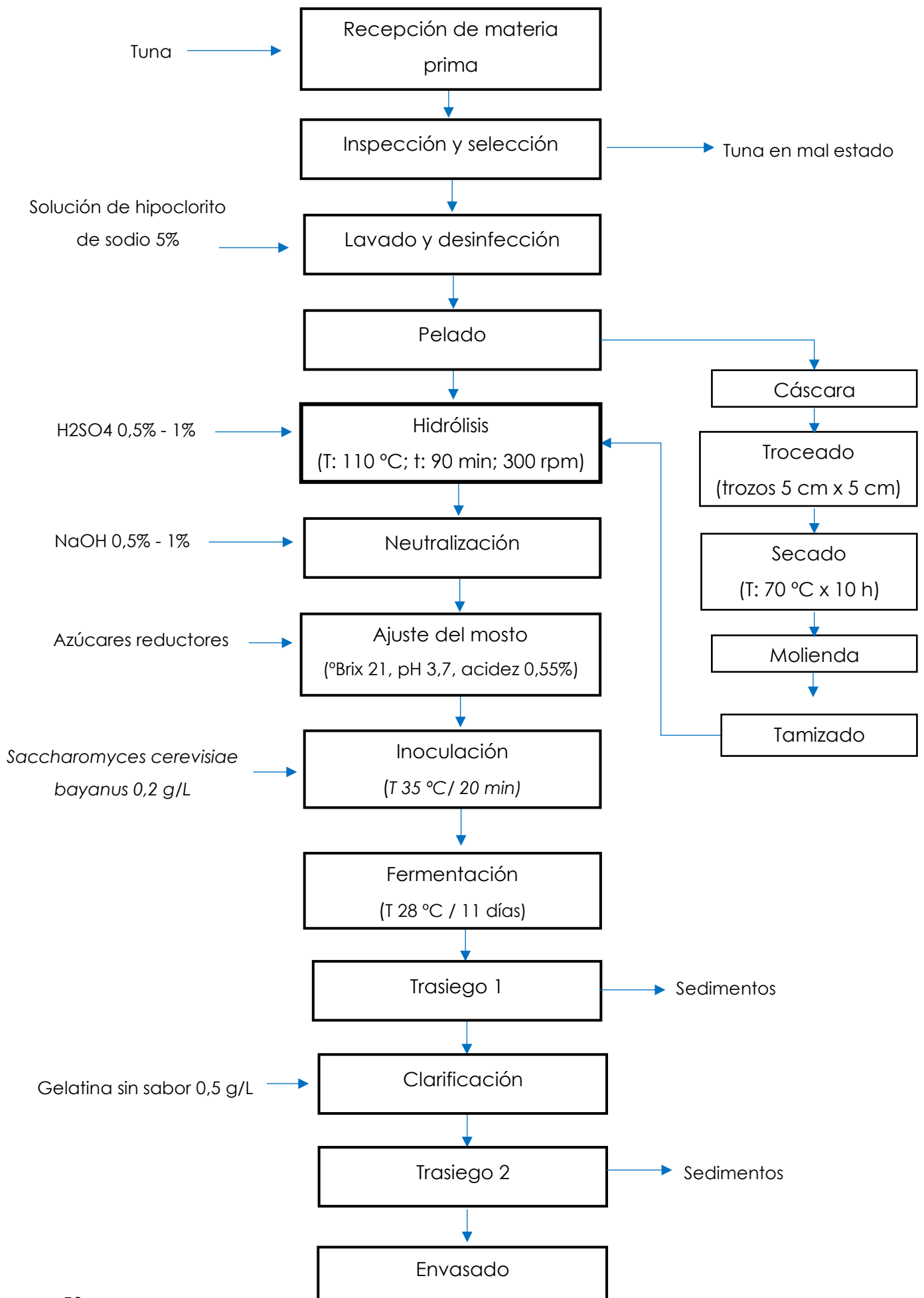
#### **3.4.2.3. Instrumentos**

- Colador
- Jarras graduadas
- Olla de acero inoxidable
- Airlock
- Botellas (750 mL)
- Corchos
- Cuchillo
- Mangueras

#### **3.4.2.4. Insumos**

- Solución de ácido sulfúrico (0,5% y 1%)
- Solución de hidróxido de sodio (0,5% y 1%)
- Levadura
- Ácido cítrico
- Ácido ascórbico
- Solución 0,1 N de hidróxido de sodio
- Soluciones buffer pH 7
- Agua destilada
- DNS

**Figura 3.** Flujograma de proceso para la elaboración de vino de tuna hidrolizado



### 3.4.3.1. Descripción del proceso para la elaboración del vino de tuna

**Recepción de materia prima:** se hace la recepción de tuna roja, los mismos que serán recibidas en los laboratorios de la UPEC y se procede a pesar la cantidad de fruta necesaria para la elaboración.

**Inspección y selección:** seleccionar las frutas que se encuentren en buenas condiciones para procesarla mediante la inspección de cada fruta.

**Lavado:** lavar las tunas con una solución de agua e hipoclorito de sodio al 5% de manera manual con la finalidad de eliminar agentes patógenos, polvo, tierra, espinas entre otros residuos.

**Pelado:** pelar la tuna de forma manual con la ayuda de cuchillos separando la pulpa de la cáscara. En este caso, la pulpa se somete a un proceso de refrigeración hasta su posterior uso.

#### Proceso para la hidrolización de la cáscara

**Troceado:** una vez realizado el pelado se hace la recepción de la cáscara para posteriormente trocear, así se reduce el tamaño con la finalidad de obtener un excelente secado.

**Secado:** se secó las cortezas de tuna a una temperatura de 70°C por un tiempo de 10 horas, usando un secador.

**Molienda:** la cáscara deshidrata es triturada mediante un molino de tornillo.

**Tamizado:** se tamiza el material seco con un tamiz de Mesh #50, lo que no pase por el tamiz se considera mayor a Mesh #50.

**Hidrólisis ácida:** la cáscara deshidrata de tuna, ya tamizada, fue tratada con ácido sulfúrico al 0,5 y 1 % (p/v), de acuerdo con el diseño experimental propuesto, esto se sometió a una temperatura de 110 °C durante 90 min a 300 rpm, en un matraz de fondo plano de 500 ml. Se adiciono 300 ml de solución ácida en 20 g de sustrato, se utilizó una plancha de agitación y calentamiento, con un magneto se agita constantemente hasta finalizar el proceso.

**Neutralización:** las muestras hidrolizadas se neutralizaron, previamente filtrado separando los sólidos del líquido, utilizando hidróxido de sodio al 0,5 y 1 % para regular el pH a un nivel hasta 5,3 para luego iniciar el proceso fermentativo.

Antes de llevar a cabo el proceso de ajuste y fermentación del mosto se hizo una cuantificación de azúcares reductores, se aplicó el método de Miller (3,5-Dinitrosalicílico, DNS).

**Ajuste del mosto:** para el ajuste del mosto se debe medir los grados Brix y acidez que presenta la pulpa de tuna. La tuna presenta 10,8 °Brix en su pulpa, entonces adicionó azúcar hasta conseguir los 21 °Brix para obtener 10 grados de alcohol al final de la fermentación. En esta etapa es donde se introducen los azúcares reductores en el mosto.

**Inculcación:** la levadura *Saccharomices cerevisiae* se inocula con agua caliente para ser agregada al mosto. Las condiciones de inoculación son: 50 ml de mosto a 35 °C, se agrega 0,2 g/L de levadura *Saccharomices cerevisiae var. bayanus* y se deja activar por 20 minutos.

**Fermentación:** se deja reposar la materia prima junto con los diferentes ingredientes sin presencia de oxígeno. El tiempo de fermentación es de 11 días.

**Trasiego 1:** cuando se culmine el proceso de fermentación se procede a retirar el mosto fermentado del tanque de fermentación por la válvula de descarga y llevándolo hacia el tanque de clarificación. Retirando de esta forma las lías.

**Clarificado:** el proceso de clarificación se lo realiza empleando gelatina sin sabor, 0,5 g/L de mosto ya fermentado. La gelatina sin sabor se encarga de llevar al fondo a las sustancias aún presentes en el vino que pudieron haber quedado después del trasiego 1. Este proceso puede durar de 4 a 5 días.

**Trasiego 2:** pasado el tiempo necesario de clarificación se procede a evacuar los sedimentos por la válvula de descarga en el fondo del tanque de clarificación.

**Envasado:** se procede a realizar la última operación que es el envasado, posteriormente se lo tapona, la botella a emplear para el embotellado puede ser de cualquier tipo, pero por tradición siempre se usa una botella transparente, de color ámbar o también verde con una capacidad de 750 ml.

### 3.4.4. Métodos empleados en el análisis del vino de tuna

#### 3.4.4.1. Análisis sensorial

Para análisis sensorial se empleó una prueba afectiva con la cual se evaluaron las características organolépticas del vino, que de acuerdo con Ferrer (2016) se denominan de la siguiente manera:

- **Color:** para medir este atributo se empleó el sentido de la vista, con la ayuda de esta se sabrá de la limpidez y el color del vino. Además, es el parámetro más influyente dentro del análisis sensorial de este producto.
- **Olor:** este atributo es medido mediante el olfato, este es el sentido que tiene contacto directo con el exterior, además tiene una influencia decisiva en el sentido del gusto.
- **Sabor:** este parámetro se lo mide mediante el gusto, el sabor del vino se centra en el sabor que proviene de la fruta empleada para desarrollar la bebida, las notas de sabores que pueden ser percibidas son: frutas frescas, maduras o incluso secas.
- **Consistencia:** este atributo también es medido por medio del gusto, en la lengua existen unas papilas denominadas filiformes, que son sensibles a los estímulos táctiles. Estas papilas permiten conocer la temperatura, la viscosidad y el cuerpo que presenta un vino, así como su astringencia.

Esta prueba se realizó con la participación de 70 jueces no entrenados al azar, se les presento los 4 tratamientos, cada uno de 20 mL. Se aplicó la siguiente escala hedónica, la cual mide la aceptación de los diferentes tratamientos.

**Tabla 13.** Escala hedónica para la evaluación sensorial

Escala	Aceptabilidad
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	Ni me gusta ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

### 3.4.4.2. Contenido de azúcares

Para la determinación del contenido de azúcares de empleo el reglamento CEE CEE N° 2676/90 donde, el índice de refracción a 20 °C, reflejados como porcentaje en masa de sacarosa, se lleva a una tabla correspondiente para obtener la cantidad en gramos por litro y en gramos por kilogramos en azúcares de mosto, mosto concentrado y mosto concentrado rectificado.

#### Procedimiento

1. Se llevo la muestra a una temperatura de 20 °C aproximadamente
2. Se lleva la muestra a través de una gasa seca doblada en cuatro y después de eliminar las primeras gotas se efectúa la lectura, de acuerdo con las instrucciones de manejo del refractómetro. Para mayor precisión en los resultados se realizó dos determinaciones por cada muestra preparada.

### 3.4.4.3. Determinación de acidez volátil y acidez total

La norma técnica ecuatoriana INEN 341 plasma el respectivo procedimiento para la determinación de la acide en bebidas alcohólicas destiladas.

#### Acidez total

En un matraz Erlenmeyer de 500 mL se coloca 250 mL de agua destilada, previamente hervida y neutralizada, se añade 25 mL de muestra y se adicionan 5 gotas de fenolftaleína. Se titula empleado una bureta con hidróxido de sodio 0,1 N.

Para su determinación se utiliza la siguiente formula:

$$AT = 2,4 \frac{V_1}{G}$$

**Ecuación 1.** Determinación de acide total

Donde:

$AT$  : acidez total, expresad como ácido acético, en gramos por 100 mL de alcohol anhidro.

$V_1$  : volumen gastado en la titulación de la solución de hidróxido de sodio 0,1 N.

$G$  : grados alcohólicos de la muestra

### Acidez fija

1. Se evaporó 25 mL de muestra contenidos en un crisol de porcelana sobre un baño de vapor.
2. Se llevó el crisol a una estufa, a 100 °C por 30 minutos.
3. Se disolvió y transfirió el residuo seco a un matraz Erlenmeyer de 500 mL, el matraz debe contener 250 mL de agua destilada previamente hervida y neutralizada, para la transferencia se empleó porciones de alcohol neutro (25 mL aproximadamente).
4. Se adicionó 5 gotas de fenolftaleína y se procedió a titular con la bureta empleando la solución de 0,1 N de hidróxido de sodio,

Para los respectivos calculo se empleó la siguiente ecuación:

$$AF = 2,4 \frac{V_2}{G}$$

**Ecuación 2.** Determinación de acidez fija

Donde:

$AF$  : acidez fija, expresad como ácido acético, en gramos por 100 mL de alcohol anhidro.

$V_2$  : volumen gastado en la titulación de la solución de hidróxido de sodio 0,1 N.

$G$  : grados alcohólicos de la muestra

### Acidez volátil

Esta acidez se determinó usando la siguiente ecuacion:

$$AV = AT - AF$$

**Ecuación 3.** Determinación acidez volátil

Donde:

$AV$  : acidez volátil

$AT$  : acidez total

$AF$  : acidez fija

#### **3.4.4.4. Determinación grados alcohólicos**

El principio del método consiste en realizar una destilación siempre de la bebida alcohólica y así determinar el grado alcohólico que se encuentra en el destilado empleando un alcoholímetro de vidrio.

1. Lavar varias veces la probeta con la muestra destilada, para el vidrio del material tome la misma temperatura.
2. Llenar la probeta hasta 5 cm por debajo de su borde con la muestra destilada.
3. Antes de introducir el alcoholímetro en la probeta se lo debe lavar y secar bien, esto evitara que cualquier cuerpo extraño fijado en la superficie varíe la masa del instrumento alterando los valores de la lectura.
4. Dejar que el alcoholímetro se estabilice y flote libremente sin adherirse a las paredes de la probeta y leer el valor indicado en el vástago que concuerde con la línea de flotación.

Si la temperatura de la muestra no coincide con la temperatura de calibración del alcoholímetro se debe utilizar la tabla del Anexo 4, de esa manera se determina el contenido real de alcohol etílico de la muestra destilada.

#### **3.4.4.5. Determinación de pH**

Para el análisis de pH en vinos se empleó el “Manual de Técnica Analíticas para Mostos y Vinos”, el cual consiste en la disociación de los ácidos del producto, reflejado en la cantidad de iones hidrógenos (H<sup>+</sup>) que liberan. Se emplea un peachímetro con soluciones buffer (pH 4 y 7), previamente lavado con agua destilada, la muestra debe estar a 20 °C, se introduce el electrodo en el vino y se toma la lectura directamente.

#### **3.4.4.6. Determinación de metanol**

Para el análisis de metanol en el vino de frutas de tuna se empleó la norma OIV-MA-AS312-03A. Para lo cual, mediante un proceso de destilación y el uso de cromatografía de gases con detector de ionización de llama (FID) se determina la cantidad de metanol en la muestra, donde se añade 10 mL de destilado en un matraz de aforo de 10 mL, agregar con una pipeta 1 mL de solución estándar interno y mezclar. Los resultados pueden ser expresados en mg/L o mg/100 mL. Este análisis se realizó luego de 30 días de haber envasado el producto final.



#### **3.4.4.7. Determinación de anhídrido sulfuroso total**

Para la determinación de este parámetro fisicoquímico que empleo la norma INEN 356. Esta norma establece que se libera  $SO_2$  del vino por destilación, anteriormente se acidifica la muestra con ácido fosfórico, que es arrastrado por una corriente de nitrógeno o aire. La corriente se borbotea en una solución de peróxido de hidrógeno diluida y neutra para producir ácido sulfúrico, que luego se analiza con una solución de hidróxido de sodio de concentración conocida.

### **3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Dentro de la estadística existen dos grupos de pruebas estadísticas diferentes, las cuales son: paramétricas y no paramétricas. A las pruebas paramétricas les corresponde el conjunto de las variables cuantitativas continuas, ya sean nominales u ordinales, y para las no paramétricas las variables cuantitativas discontinuas. Hay que resaltar que las pruebas paramétricas deben seguir una distribución normal, es decir, idénticas a una campana de Gauss. Adicionalmente, se debe recordar que para determinar el tipo de distribución existen pruebas, tales como Kolmogorov – Smirnov, Shapiro Wilk, sesgo o curtosis. (Flores et al., 2017)

Si los datos resultan ser paramétricos y se desea comparar más de tres grupos se puede seleccionar una prueba denominada análisis de varianza o ANOVA, de lo cual existe ANOVA de una vía, cuando se comparan los promedios de 3 o más grupos independientes, y ANOVA de dos vías, cuando se pretende comparar los promedios de muestras relacionadas medidas 3 o más veces. En el caso de obtener datos no paramétricos existen distintas pruebas estadísticas con las que se puede comparar las medias. Una de ellas es la prueba Wilcoxon, que se emplea en la comparación de muestras relacionadas y si se presenta 3 o más grupos independientes se debe emplear la prueba Kruskal-Wallis, la cual es idéntica a un ANOVA de una vía. (Flores et al., 2017)

Para el análisis estadístico de la investigación se empleó el programa denominado R, el cual es un lenguaje de programación empleado con mayor frecuencia para efectuar análisis estadístico de datos y construcción de gráficos, además, permite ingresar datos de forma rápida y obtener resultados precisos. (Fernández, 2020)

Tanto para los datos obtenidos de la determinación de azúcares reductores, el análisis sensorial y los parámetros fisicoquímicos se realizaron pruebas de normalidad, homogeneidad y homocedasticidad para verificar si los datos obtenidos son paramétricos o no paramétricos. Al final se determinó que los datos obtenidos fueron no paramétricos por lo cual se aplicó una prueba Kruskal-Wallis para verificar si existe diferencia significativa entre los diferentes tratamientos y Wilcoxon para comparar rangos de medias de las variables y determinar si existe diferencia entre ellas. Se utilizó la corrección de Bonferroni para la prueba de Wilcoxon, que reduce la probabilidad de obtener falsos positivos, es decir, un error de tipo I, lo que garantiza un control en el nivel de significancia permitiendo llegar a conclusiones precisas basadas en resultados potencialmente aleatorios.(Flores et al., 2017)

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

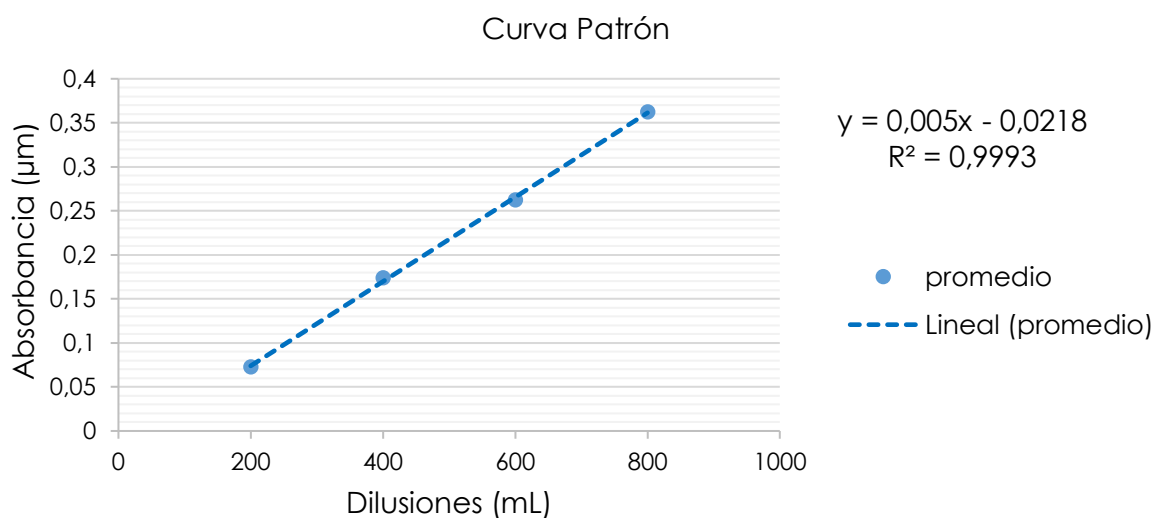
### 4.1. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del proceso de hidrólisis, evaluación sensorial de los tratamientos y las características fisicoquímicas del mejor tratamiento.

#### 4.1.1. Hidrólisis ácida

Para la determinación de los azúcares reductores se empleó el método de Miller (3,5-Dinitrosalicílico, DNS), donde se obtuvieron los siguientes resultados.

**Figura 4.** Curva patrón para los azúcares reductores



Con esta curva patrón, se obtuvo la ecuación de la recta, la cual sirve para cuantificar los azúcares reductores presentes en cada tratamiento de hidrolización. A continuación, se presenta la ecuación ya despejada y la cantidad de azúcares que se obtuvo de cada tratamiento.

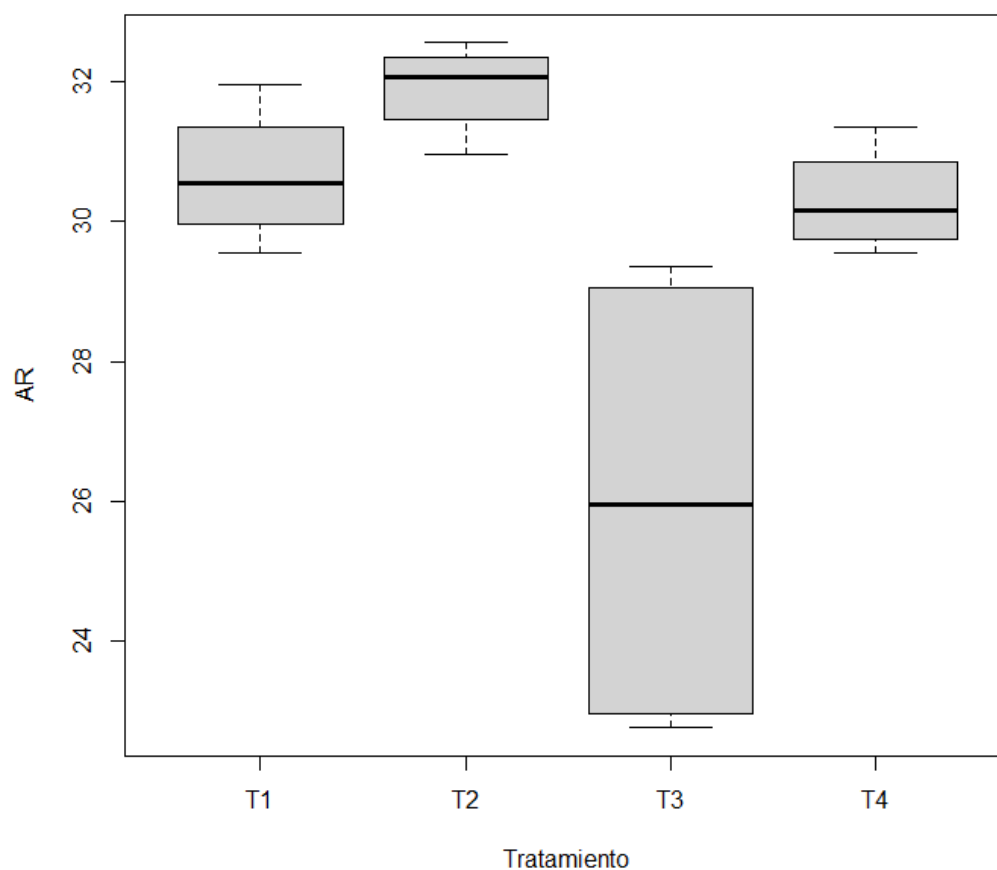
$$x = \frac{y + 0,0218}{0,005}$$

En la Tabla 14 se muestra los respectivos tratamientos y la cantidad de azúcares reductores que se obtuvo de cada proceso de hidrolización.

**Tabla 14.** Cantidad de azúcares reductores de cada tratamiento

Tratamientos	Descripción	Repeticiones mg/mL			
		1	2	3	4
T1	Ácido sulfúrico 0,5% + 50 Mesh	31,96	32,56	25,96	32,16
T2	Ácido sulfúrico 0,5% + > 50 Mesh	30,76	35,96	28,56	31,56
T3	Ácido sulfúrico 1% + 50 Mesh	30,36	29,96	31,36	30,56
T4	Ácido sulfúrico 1% + > 50 Mesh	28,76	26,76	27,56	30,36

**Figura 5.** Diagrama de caja y bigote para los azúcares reductores



*Nota.* Aparentemente el diagrama de caja y bigote muestra la existencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos y también se observa que el T2 tiene la mayor cantidad de azúcares reductores.

Aplicando la prueba estadística de Kruskal Wallis se obtiene los siguientes datos.

**Tabla 15.** Resultados de prueba de Kruskal-Wallis para los AR

Tratamientos de AR	Kruskal-Wallis chi-squared	Df	p-valor
	11,65	3	0,0086888

*Nota.* De acuerdo con los resultados obtenidos por la prueba Kruskal-Wallis se determina que si hay diferencia significativa ya que el p-valor es menor a 0,05.

**Tabla 16.** Resultados de prueba de Wilcoxon y corrección de Bonferroni para los AR.

	T1	T2	T3
T2	1		
T3	0,0289	0,0054	
T4	1	1	0,0468

*Nota.* Se acuerdo con el análisis de Wilcoxon se evidencia diferencias entre T1 con respecto a T2, T3 y T4.

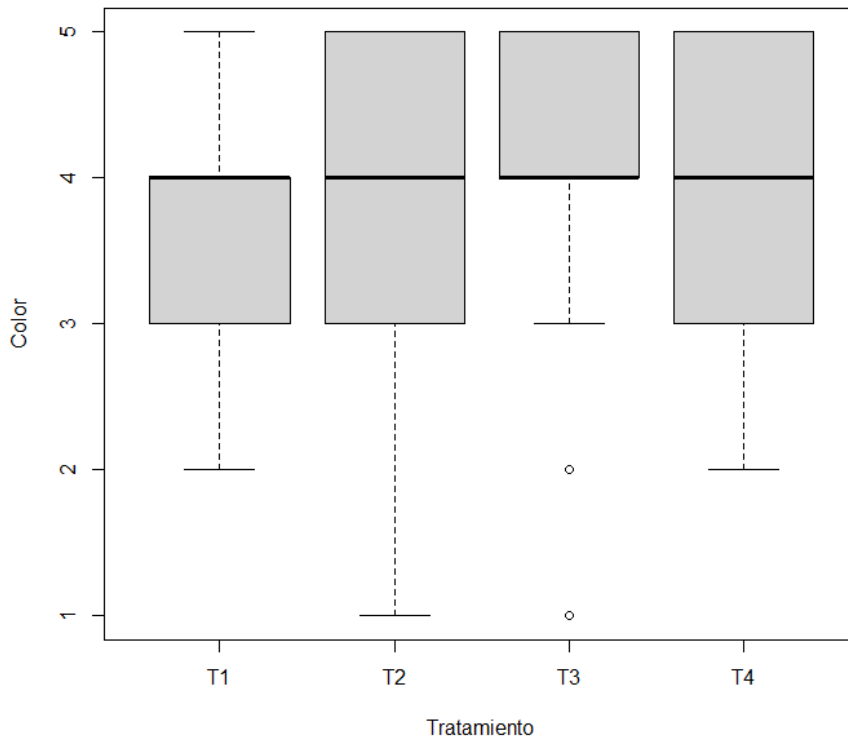
De acuerdo con la Figura 5 y la Tabla 15 y 16, donde se evidencia los resultados obtenidos de los azúcares reductores que el tratamiento con mayor cantidad de AR y mayor nivel de significancia presento fue el T2.

#### 4.1.2. Evaluación sensorial

Se evaluó las cuatro formulaciones de vino de tuna, los resultados obtenidos fueron sometidos a la prueba estadística Kruskal-Wallis para verificar si existió diferencias significativas entre tratamientos y para verificar entre que tratamientos existía significancia se aplicó Wilcoxon con corrección Bonferroni. Todo esto se detalla de la Tabla 17 a la Tabla 24.

#### 4.1.2.1. Resultados color

**Figura 6.** Diagrama de caja y bigote para el atributo de color



*Nota.* Aparentemente el diagrama de caja y bigote muestra que en el parámetro de color no existe diferencias significativas entre los cuatro tratamientos.

Aplicando la prueba estadística de Kruskal Wallis se obtiene los siguientes datos.

**Tabla 17.** Resultados de prueba de Kruskal-Wallis para el atributo de color

Tratamientos de Color	Kruskal-Wallis chi-squared	Df	p-valor
	5,6987	3	0,1272

*Nota.* De acuerdo con los resultados obtenidos por la prueba Kruskal-Wallis se determina que no hay diferencia significativa en el parámetro de color ya que el p-valor es mayor a 0,05.

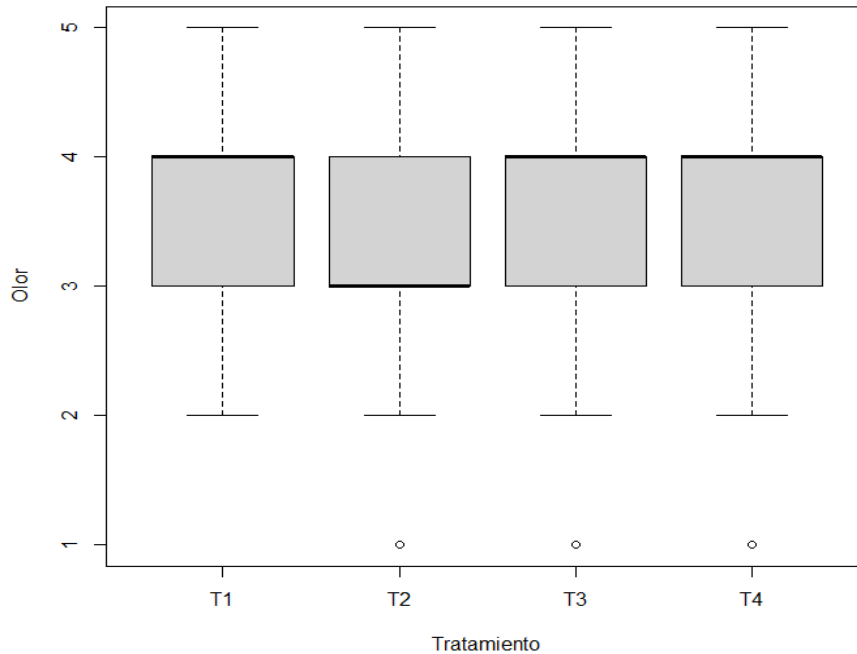
**Tabla 18.** Resultados de prueba de Wilcoxon y corrección de Bonferroni para el atributo de color

	T1	T2	T3
T2	1		
T3	0,52	1	
T4	1	1	1

*Nota.* De acuerdo con el análisis de Wilcoxon se corrobora que no existe ninguna diferencia significativa en este parámetro.

#### 4.1.2.2. Resultados de Olor

**Figura 7.** Diagrama de caja y bigote para el atributo de olor



*Nota.* Aparentemente el diagrama de caja y bigote muestra que en el parámetro de olor no existe diferencias significativas entre los cuatro tratamientos.

Aplicando la prueba estadística de Kruskal Wallis se obtiene los siguientes datos.

**Tabla 19.** Resultados de prueba de Kruskal-Wallis para el atributo de olor

Tratamientos de Olor	Kruskal-Wallis chi-squared	Df	p-valor
	5,7834	3	0,1226

*Nota.* De acuerdo con los resultados obtenidos por la prueba Kruskal-Wallis se determina que no hay diferencia significativa en el parámetro de olor ya que el p-valor es mayor a 0,05.

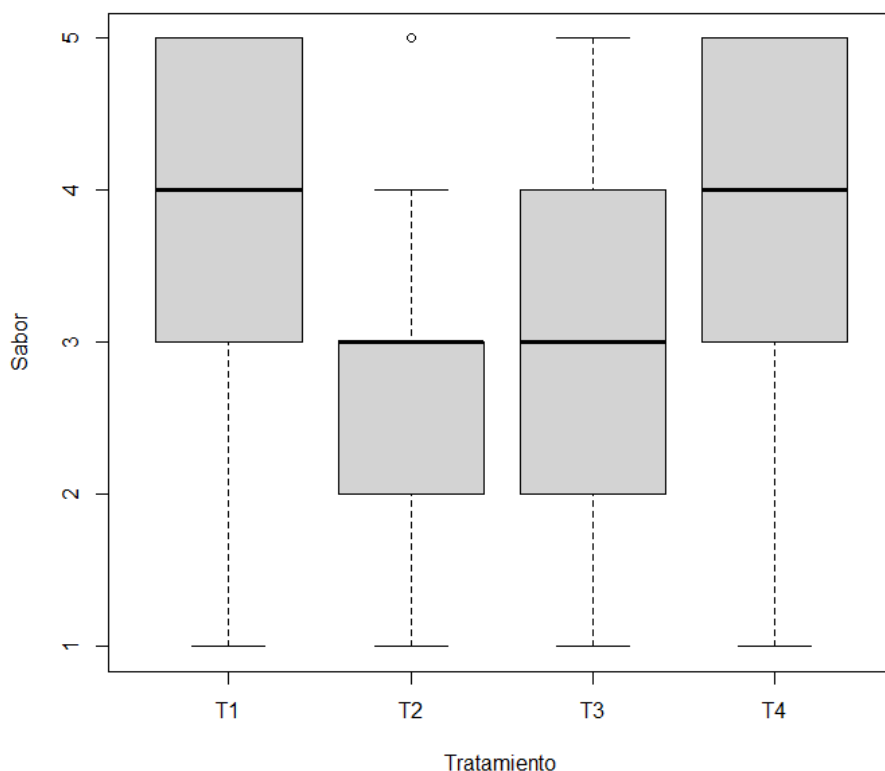
**Tabla 20.** Resultados de prueba de Wilcoxon y corrección de Bonferroni para el atributo de olor

	T1	T2	T3
T2	0,47		
T3	0,17	1	
T4	1	0,81	0,32

*Nota.* De acuerdo con el análisis de Wilcoxon se corrobora que no existe ninguna diferencia significativa en este parámetro.

### 4.1.2.3. Resultados de Sabor

**Figura 8.** Diagrama de caja y bigote para el atributo de sabor



Nota. Aparentemente el diagrama de caja y bigote muestra la existencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos y también se observa que el T1 y T4 tiene la mayor puntuación en el parámetro de sabor.

Aplicando la prueba estadística de Kruskal Wallis se obtiene los siguientes datos.

**Tabla 21.** Resultados de prueba de Kruskal-Wallis para el atributo de sabor

Tratamientos de Sabor	Kruskal-Wallis chi-squared	Df	p-valor
	51,83	3	3,256 e-11

Nota. De acuerdo con los resultados obtenidos por la prueba Kruskal-Wallis se determina que si hay diferencia significativa ya que el p-valor es menor a 0,05.

**Tabla 22.** Resultados de prueba de Wilcoxon y corrección de Bonferroni para el atributo de sabor

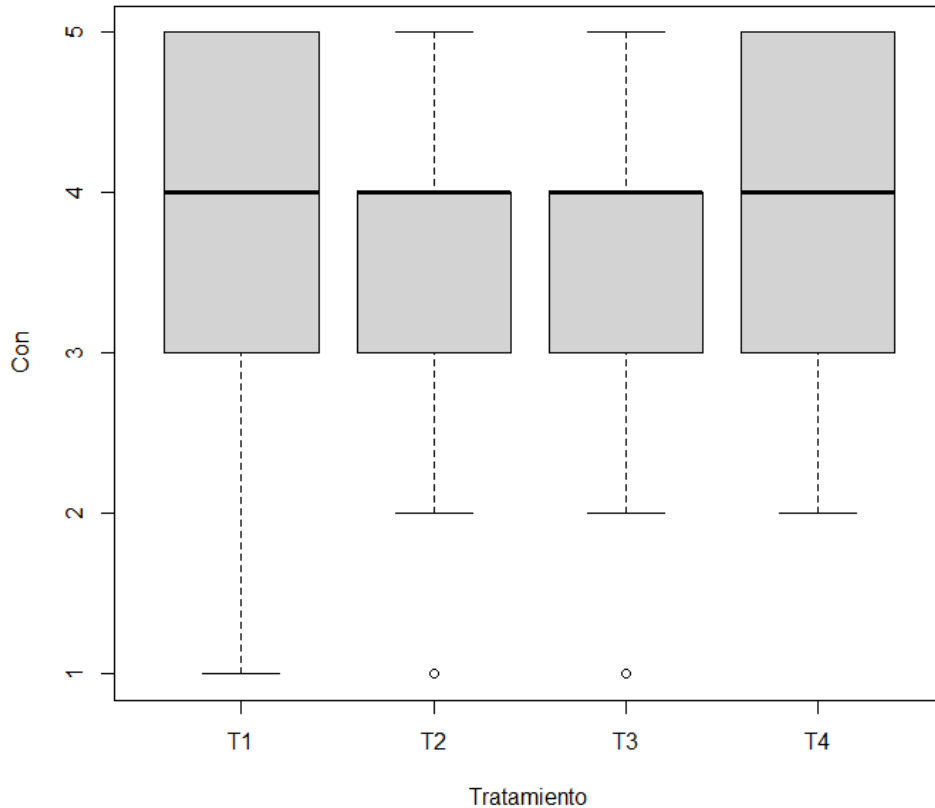
	T1	T2	T3
T2	4,3 e-06		
T3	9,8 e-05	1	
T4	1	7.8 e-09	3.2 e-07

Nota. De acuerdo con el análisis de Wilcoxon se evidencia diferencias entre T1 con respecto a T2, T3; y T4 con respecto a T2 y T3.



#### 4.1.2.4. Resultados consistencia

**Figura 9.** Diagrama de caja y bigote para el atributo de consistencia



*Nota.* Aparentemente el diagrama de caja y bigote muestra la existencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos y también se observa que el T1 y T4 tiene la mayor puntuación en el parámetro de consistencia.

Aplicando la prueba estadística de Kruskal Wallis se obtiene los siguientes datos.

**Tabla 23.** Resultados de prueba de Kruskal-Wallis para el atributo de consistencia

Tratamientos de Consistencia	Kruskal-Wallis chi-squared	Df	p-valor
	12,852	3	0,004967

*Nota.* De acuerdo con los resultados obtenidos por la prueba Kruskal-Wallis se determina que si hay diferencia significativa ya que el p-valor es menor a 0,05.

**Tabla 24.** Resultados de prueba de Wilcoxon y corrección de Bonferroni para el atributo de consistencia

	T1	T2	T3
T2	0,1616		
T3	0,4575	1	
T4	1	0,0067	0,0248

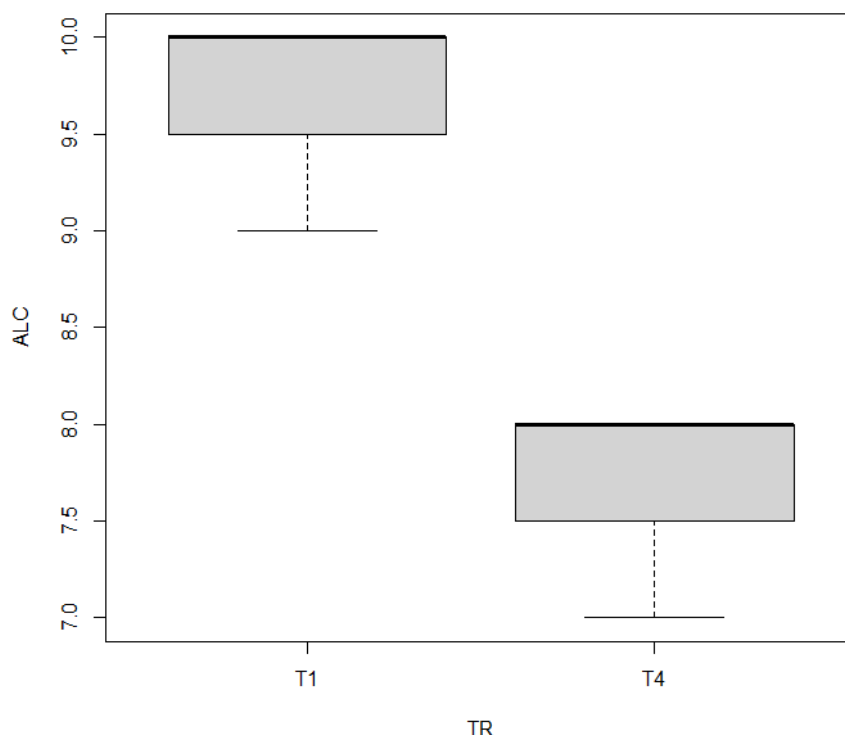
*Nota.* De acuerdo con el análisis de Wilcoxon se evidencia diferencias significativas entre T4 con respecto a T2 y T3.

De acuerdo con los parámetros evaluados en el análisis sensorial los tratamientos que presentaron significancia estadística en los atributos de sabor y consistencia fueron el T1 y T4.

### 4.1.3. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la bebida

#### 4.1.3.1. Resultados de los grados de alcohol

**Figura 10.** Diagrama de caja y bigote para los grados de alcohol



*Nota.* Aparentemente el diagrama de caja y bigote muestra la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos T1 y T4.

Aplicando la prueba estadística de Kruskal Wallis se obtiene los siguientes datos.

**Tabla 25.** Resultados de prueba de Kruskal-Wallis para los grados de alcohol

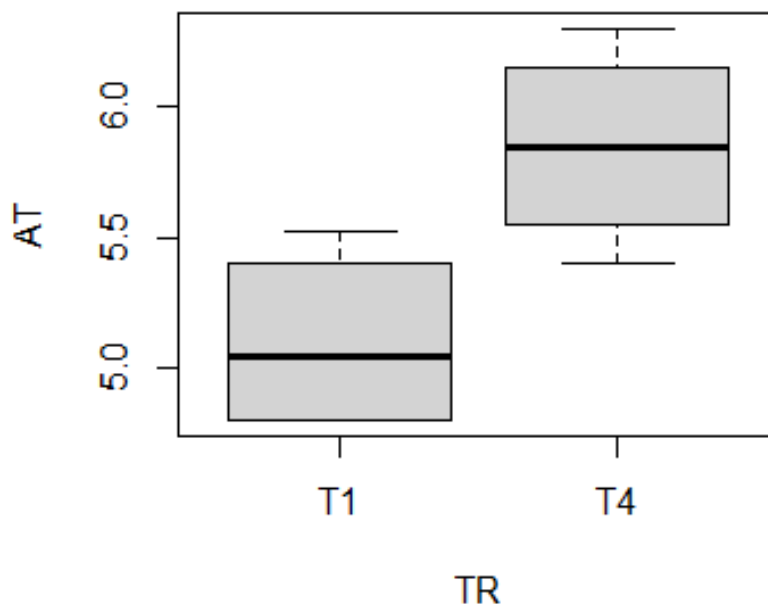
Tratamientos %Vol.	Kruskal-Wallis chi-squared	Df	p-valor
	5,8947	1	0,01519

*Nota.* De acuerdo con los resultados obtenidos por la prueba Kruskal-Wallis se determina que si hay diferencia significativa ya que el p-valor es menor a 0,05.

De acuerdo con la Figura 10 y las Tablas 25 se evidenció que existe diferencias estadísticamente significativas entre los dos mejores tratamientos obtenidos del análisis sensorial y el mejor tratamiento es T1.

#### 4.1.3.2. Resultados acidez total

Figura 11. Diagrama de caja y bigote para acidez total



Nota. Aparentemente el diagrama de caja y bigote muestra la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos T1 y T4.

Aplicando la prueba estadística de Kruskal Wallis se obtiene los siguientes datos.

Tabla 26. Resultados de prueba de Kruskal-Wallis para acidez total

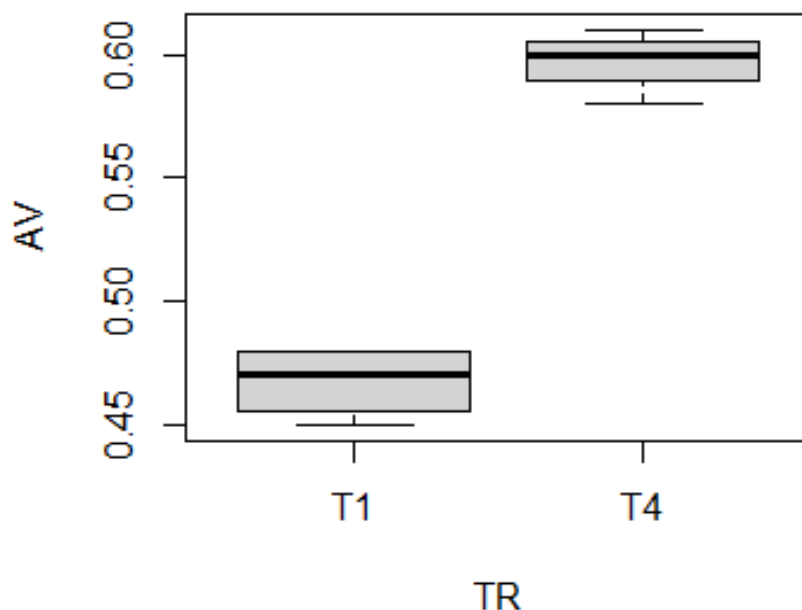
Tratamientos Acidez Total	Kruskal-Wallis chi-squared	Df	p-valor
	4,1325	1	0,04207

Nota. De acuerdo con los resultados obtenidos por la prueba Kruskal-Wallis se determina que si hay diferencia significativa ya que el p-valor es menor a 0,05.

De acuerdo con la Figura 11 y las Tablas 26 se evidenció que existe diferencia estadísticamente significativas entre los dos mejores tratamientos obtenidos del análisis sensorial.

### 4.1.3.3. Resultados acidez volátil

**Figura 12.** Diagrama de caja y bigote para acidez volátil



*Nota.* Aparentemente el diagrama de caja y bigote muestra la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos T1 y T4.

Aplicando la prueba estadística de Kruskal Wallis se obtiene los siguientes datos.

**Tabla 27.** Resultados de prueba de Kruskal-Wallis para acidez volátil

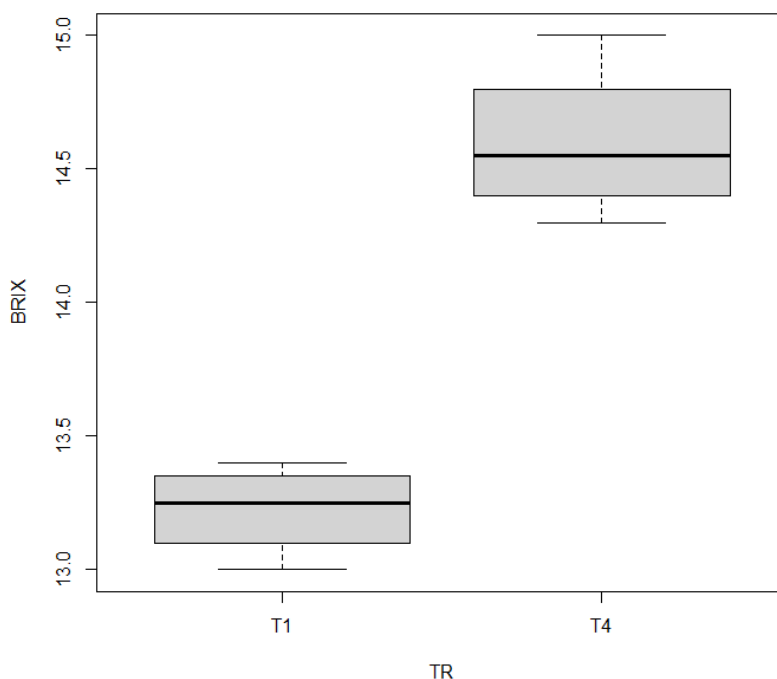
Tratamientos Acidez Volátil	Kruskal-Wallis chi-squared	Df	p-valor
	5,4634	1	0,01942

*Nota.* De acuerdo con los resultados obtenidos por la prueba Kruskal-Wallis se determina que si hay diferencia significativa ya que el p-valor es menor a 0,05.

De acuerdo con la Figura 12 y las Tablas 27 se evidenció que existe diferencia estadísticamente significativas entre los dos mejores tratamientos obtenidos del análisis sensorial.

#### 4.1.3.4. Resultados contenidos de azúcares

**Figura 13.** Diagrama de caja y bigote para brix



*Nota.* Aparentemente el diagrama de caja y bigote muestra la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos T1 y T4.

Aplicando la prueba estadística de Kruskal Wallis se obtiene los siguientes datos.

**Tabla 28.** Resultados de prueba de Kruskal-Wallis para brix

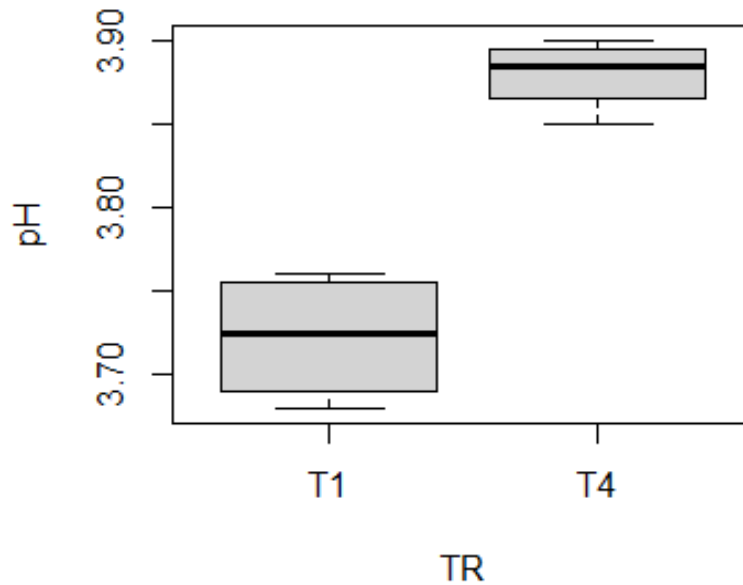
Tratamientos *Brix	Kruskal-Wallis chi-squared	Df	p-valor
	5,3333	1	0,02092

*Nota.* De acuerdo con los resultados obtenidos por la prueba Kruskal-Wallis se determina que si hay diferencia significativa ya que el p-valor es menor a 0,05.

De acuerdo con la Figura 13 y las Tabla 28 se evidenció que existe diferencia estadísticamente significativas entre los dos mejores tratamientos obtenidos del análisis sensorial.

#### 4.1.3.5. Resultados pH

**Figura 14.** Diagrama de caja y bigote para pH



*Nota.* Aparentemente el diagrama de caja y bigote muestra la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos T1 y T4.

Aplicando la prueba estadística de Kruskal Wallis se obtiene los siguientes datos.

**Tabla 29.** Resultados de prueba de Kruskal-Wallis para pH

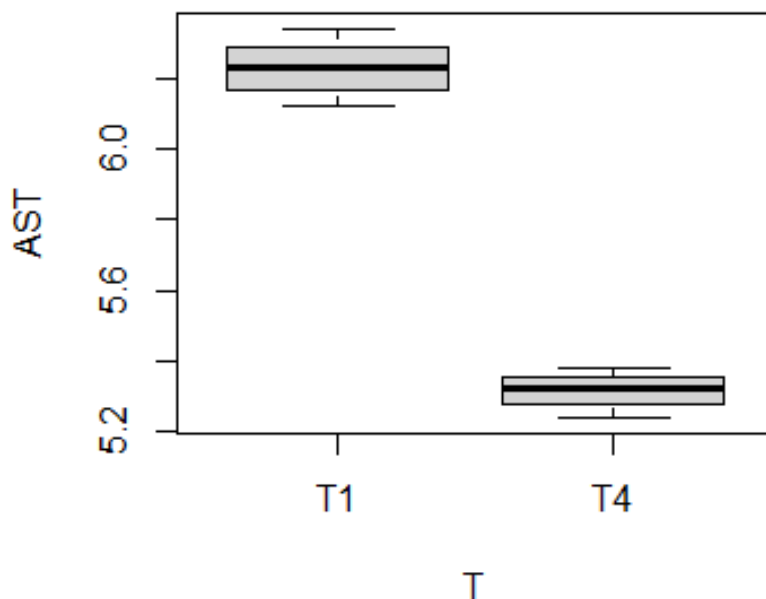
Tratamientos pH	Kruskal-Wallis chi-squared	Df	p-valor
	5,3333	1	0,02092

*Nota.* De acuerdo con los resultados obtenidos por la prueba Kruskal-Wallis se determina que si hay diferencia significativa ya que el p-valor es menor a 0,05.

De acuerdo con la Figura 14 y las Tabla 29 se evidenció que existe diferencia estadísticamente significativas entre los dos mejores tratamientos obtenidos del análisis sensorial.

#### 4.1.3.6. Resultados anhídrido sulfuroso total

Figura 15. Diagrama de caja y bigote para anhídrido sulfuroso total



Nota. Aparentemente el diagrama de caja y bigote muestra la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos T1 y T4.

Aplicando la prueba estadística de Kruskal Wallis se obtiene los siguientes datos.

Tabla 30. Resultados de prueba de Kruskal-Wallis para anhídrido sulfuroso total

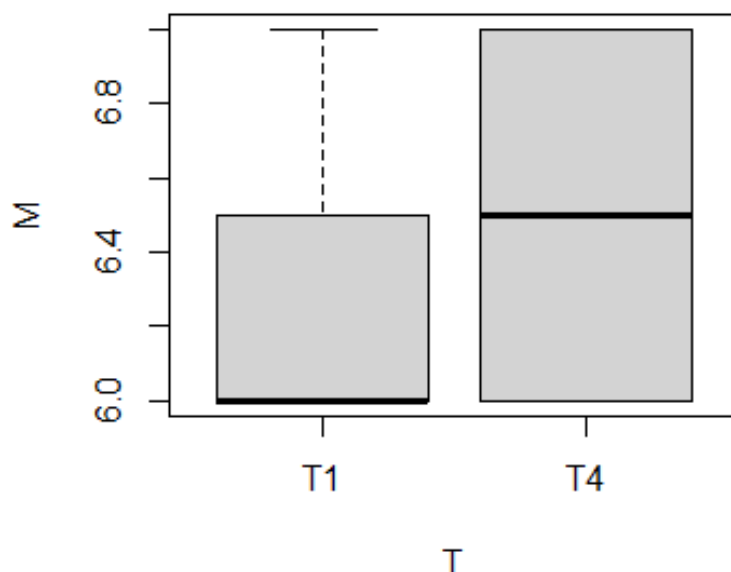
Tratamientos Anhídrido Sulfuroso Total	Kruskal-Wallis chi-squared	Df	p-valor
	7	1	0,008151

Nota. De acuerdo con los resultados obtenidos por la prueba Kruskal-Wallis se determina que si hay diferencia significativa ya que el p-valor es menor a 0,05.

De acuerdo con la Figura 15 y las Tabla 30 se evidenció que existe diferencia estadísticamente significativas entre los dos mejores tratamientos obtenidos del análisis sensorial.

#### 4.1.3.7. Resultados metanol

Figura 16. Diagrama de caja y bigote para metanol



Nota. Aparentemente el diagrama de caja y bigote muestra que el T1 y T4 presentan el mismo nivel de Metanol.

Tabla 31. Resultados de prueba de Kruskal-Wallis para Metanol

Tratamientos Metanol.	Kruskal-Wallis chi-squared	Df	p-valor
	7	1	0,0368

Nota. De acuerdo con los resultados obtenidos por la prueba Kruskal-Wallis se determina que si hay diferencia significativa ya que el p-valor es menor a 0,05.

De acuerdo con la Figura 16 y Tabla 31 se evidenció que para el parámetro de metanol si existe diferencias significativas estadísticamente.

## 4.2. DISCUSIÓN

### 4.2.1. Hidrólisis ácida

El proceso de hidrólisis ácida se aplicó a dos diferentes concentraciones de ácido sulfúrico diluido y tamaño de Mesh de la cáscara de tuna por un tiempo de 90 min a una temperatura de 110 °C a 300 rpm. De los cuatro tratamientos que se diseñaron el tratamiento 2 presentó una mayor cantidad de azúcares reductores, 31,41 mg de glucosa por mL de solución hidrolizada, se empleó ácido sulfúrico al 0,5 % y el número de Mesh >50, en cambio, en el tratamiento 3 se obtuvo menor cantidad, 28,16 mg de glucosa por mL de solución hidrolizada de azúcares reductores con un número de Mesh 50 y ácido sulfúrico al 1%.



Se evidenció que a una concentración de ácido sulfúrico diluido menor la concentración de azúcares reductores se incrementa, Velázquez (2012) reporta tratamientos similares en cáscara de tuna e indica que a mayor concentración de ácido en el proceso de hidrolización la cantidad de azúcares extraídos es menor, en cambio Ferrer et al. (2012) mencionan que al variar la concentración del ácido la cantidad de los azúcares se incrementa hasta llegar a un punto óptimo en el proceso haciendo que la velocidad de la reacción aumente y también la velocidad de degradación de los azúcares. También, Sigüencia et al. (2018) señalan que cuando se emplea una mayor concentración de ácido los azúcares reductores decrecen al aumentar la temperatura y el tiempo del proceso.

Con respecto al tamaño de las partículas de la cáscara se evidenció que con Mesh mayor a 50 (mayor a 0,300 mm) se obtuvo mayor cantidad de AR, Ramírez et al. (2016) mencionan que cuantas más pequeñas sean las partículas, el contacto del ácido con la superficie interfacial es mayor y la longitud del poro es más corta maximizando así la velocidad de transferencia de masa, aunque tamaños excesivamente pequeños hacen que las partículas se compacten dificultando la extracción.

#### 4.2.2. Evaluación sensorial

Del análisis sensorial que se aplicó para determinar el mejor tratamiento, donde se evaluó color, olor, sabor y consistencia, se obtuvo los dos mejores tratamientos que se presentan en la Tabla 26.

**Tabla 32.** Atributos sensoriales de los dos mejores tratamientos de vino de tuna

Tratamiento	Color	Olor	Sabor	Consistencia
T1	4 b	4 b	4 b	4 b
T4	4 b	4 b	5 a	5 a

Nota: valores con el mismo grupo (a o b) son estadísticamente iguales, es decir valor  $p > 0,05$

A partir de la opinión que se obtuvo de 70 jueces no entrenados, el tratamiento con mayor aceptación, mediante una prueba de afectividad, fue el T4 (en su formulación se adicionó el hidrolizado obtenido con ácido sulfúrico 1% + > 50 Mesh de cáscara de tuna), posee dos valores equivalentes a 5 (me gusta mucho) en el parámetro de sabor y consistencia y valores de 4 (me gusta) en color, olor. En cambio, T1 (en su

formulación se adicionó el hidrolizado obtenido con ácido sulfúrico 0,5% + 50 Mesh de cáscara de tuna) obtuvo valores de 4 (me gusta) en todos los parámetros evaluados.

Mediante la aplicación de la prueba Kruskal-Wallis y Wilcoxon se observó que estadísticamente los diferentes tratamientos desarrollados no tenían significancia, en los parámetros de color y olor, aunque la cantidad de AR empleados al momento de la fermentación variaron. Las diferencias que existen entre los dos mejores tratamientos es el sabor y la consistencia, según Kumsa (2020) el sustrato principal para la fermentación en un vino es el azúcar, además mientras este siga estando presente en el mosto las células de la levadura continúan con el proceso fermentativo y entre mayor sea la concentración del endulzante el crecimiento de microorganismos se inhibirá. Entonces, la adición de los azúcares reductores influyó en el parámetro de sabor, ya que el hidrolizado tenía en su composición azúcares simples como glucosa, manosa, galactosa que son un buen alimento para el tipo de levadura que se utilizó en el proceso y de esta manera alteró los parámetros del vino de tuna. Sin embargo, demasiada azúcar en la masa puede volver lenta o incluso inhibir la actividad de la levadura: el azúcar compite con la levadura por el agua disponible en la masa. A medida que aumentan los niveles de azúcar, la levadura se estresa ya que hay menos agua disponible para que funcione.

Con respecto al parámetro de consistencia se evidenció que el T4 obtuvo mayor puntuación a diferencia de los otros tratamientos, de acuerdo con Iñaki et al. (2017) la consistencia del vino es el grado de intensidad de las sensaciones que se perciben mediante el gusto, estas sensaciones pueden ser: contenido de alcohol, astringencia, acidez, contenido de glicerol, entre otros. En el vino de tuna existió diferencia en este parámetro debido a que al mosto se le añadió los AR, estos generan cambios en los parámetros fisicoquímicos de la bebida, la acidez influye en este parámetro porque si un vino presenta poca acidez la consistencia será menor. Adicionalmente, el alcohol y glicerol aumentan la sensación de viscosidad, densidad del vino y también suavizan las sensaciones táctiles del vino. Torres (2021) menciona que uno de los aspectos por los que la consistencia de un vino puede variar es por el proceso de elaboración, debido a que en algunos casos las frutas pueden requerir la adición de azúcar para aumentar el porcentaje de alcohol, mientras que otras pueden requerir la adición de ácido para equilibrar su sabor.

Además, el color, olor no se vieron afectados debido a que en todos los tratamientos se utilizó la tuna como materia prima.

### **4.2.3. Parámetros fisicoquímicos del vino de tuna**

#### **4.2.3.1. Grados de alcohol**

El grado alcohólico que obtuvieron el tratamiento uno y cuatro fue de 9,75 % y 7,75%, respectivamente, cuyos valores están dentro de los límites establecidos en la norma INEN 374 correspondiente a vino de frutas, en donde establece que una bebida alcohólica debe poseer como mínimo 6 % de alcohol en su composición. Además, de acuerdo con la norma INEN 371 sobre clasificación y definición de vinos, los productos obtenidos se encuentran dentro del grupo de vino de mesa, ya que su grado de alcohol no excede el 12 %. Rolle et al. (2018) mencionan que si los grados de alcohol obtenidos de un proceso de fermentación son excesivos pueden alterar la fluidez de las membranas de las células de la levadura provocando así una fermentación lenta o detenerla, adicionalmente, Matei (2017) expone que en un vino de frutas el grado alcohólico permitido está entre 1,2 % y 14% vol.

#### **4.2.3.2. Acidez total**

La suma de los ácidos valorables del vino y mosto son considerados como acidez total, los compuestos con mayor presencia en el vino son el tartárico, el málico y el láctico, estos son de gran importancia, ya que afectan las características organolépticas del producto. La medición de la AT es más baja que la que se tiene en el mosto porque el ácido tartárico se precipita en forma de bitartrato de potasio y tartrato de calcio. (García y Xirau, 2005)

La acidez total en los tratamientos 1 y 4 fueron  $4,67 \pm 0,47$  y  $5,14 \pm 0,47$  g de ácido tartárico/L, respectivamente, estos valores se encuentran dentro del rango establecido por la norma NTE INEN 374, donde exponen que mínimo debe tener 3,5 g de ácido tartárico por L para un vino de frutas. Guerrero (2018) en su investigación desarrolló vino de tuna blanca donde obtuvo un valor de acidez total de 6,23 g/L expresados como ácido tartárico, esta cantidad es mayor a los valores reportados en esta investigación, debido a que la materia prima utilizada difiere en sus componentes, pero pertenecen a la misma familia de las cactáceas. De acuerdo con de la Cruz et al. (2012) exponen que una característica de buena calidad en un

vino tinto es cuando la acidez total es baja, además, conforme disminuye el valor de la acidez el pH aumenta.

#### **4.2.3.3. Acidez volátil**

Los ácidos grasos de la serie acética sean libres o combinados, forman la acidez volátil de los vinos. En cambio, los ácidos láctico y succínico, así como el ácido carbónico y el anhídrido sulfuroso libre y combinado, no están incluidos en la acidez volátil. Si la acidez volátil supera el límite permitido por la norma vigente, se producirán vinos con un olor desagradable llamado "picado", que se debe al aumento del ácido acético y acetato de etilo (Tapia, 2022).

En cuanto a la acidez volátil los resultados obtenidos de los dos mejores tratamientos fueron valores de  $0,47 \pm 0,07$  gramos de ácido acético/ 100 cm<sup>3</sup> en el tratamiento 1 y  $0,60 \pm 0,07$  gramos de ácido acético/ 100 cm<sup>3</sup> el tratamiento 4, los mismos que cumplen con el rango señalado en la NTE INEN 374 en donde se indica que un vino es apto para el consumo cuando presenta como máximo una acidez volátil de 1,5 g/L , puesto que si el límite permitido se sobrepasa el vino será considerado avinagrado o enfermo.

De acuerdo con la investigación de Taco (2012) los resultados obtenidos de acidez volátil no presentaron diferencia significativa, pero ninguno de los tratamientos evaluados excede el 1,5 g/L, por lo tanto, se evidencia que si existió el control de bacterias acéticas logrando evitar alteraciones en el vino en su fermentación y almacenaje.

#### **4.2.3.4. pH**

La medida de pH es complementaria a la acidez total en el vino, esta permite medir la fuerza de los ácidos que contiene la bebida. Esta medición es la diferencia de potencial entre el electrodo de referencia y el de lectura. Este parámetro está ligado a la estabilidad, fermentación maloláctica, sabor ácido, color, potencial redox y la relación de dióxido de azufre libre y total en el vino. (García y Xirau, 2005)

Con el uso de un pH-metro se obtuvo los siguientes resultados de los dos mejores tratamientos de vino de tuna,  $3,52 \pm 0,09$  T1 y T4  $3,68 \pm 0,09$ , de acuerdo con Hoyos et al. (2012) en su estudio desarrollaron un vino de naranja con valores de pH entre 3,6 y

3,7, de los cuales si existió diferencia significativa estadísticamente, estos datos son similares a los obtenidos en esta investigación, también mencionan que este parámetro tiene un efecto importante sobre los microorganismos, sabor, el color, la acción del SO<sub>2</sub> y el potencial redox. Adicionalmente, la Norma Técnica Colombiana NTC 708 para vinos de frutas expone que el rango permitido de pH para un vino de este tipo se encuentra entre 2,8 valor mínimo, y 4 como máximo, entonces los datos que se obtuvieron en esta investigación cumplen con los rangos permitidos para que la bebida sea considerada como un vino de frutas de calidad.

#### **4.2.3.5. Contenido de azúcares**

La metodología empleada en la determinación del contenido de azúcares en los dos mejores tratamientos fue por refractometría, donde se obtuvieron valores de 13,23 ± 0,29 (T1) y 14,60 ± 0,29 (T4) grados Brix. Según la norma INEN 371 el tipo de vino que se consiguió es semiseco, porque el rango de azúcar presente en este tipo de bebida esta entre 5 a 30 g de azúcar por litro. Moraga (2023) menciona que los azúcares residuales presentes en el vino son una muestra del comportamiento de las levaduras durante la etapa fermentativa del mosto, es su investigación formuló un vino de pitahaya, que es familia de las cactáceas, donde consiguió valores similares a los encontrados en este estudio, además, dice que a menor cantidad de azúcar añadida en la chaptalización del mosto menor grado alcohólico se obtendrá al final. Al igual que Ruiz (2011) la chaptación generada durante este estudio fue 21 °Brix, al final de la fermentación se obtuvo entre 6 y 7 °Brix, pero antes de embotellar se reguló el dulzor hasta 14 °Brix.

#### **4.2.3.6. Anhídrido sulfuroso total**

El anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>) es importante en enología por sus efectos antimicrobianos y antioxidantes. Por su efecto antimicrobiano, combate las bacterias en los mostos y los vinos. Se obtiene de la oxidación del azufre y se utiliza como conservante para mantener la calidad del vino. Sin embargo, agregar demasiado este aditivo puede alterar el aroma y el sabor del vino e incluso ser peligroso para la salud del consumidor. (V. Fernández et al., 2009)

Como resultado del anhídrido sulfuroso total se obtuvo en el tratamiento 1 un valor de 6.40 mg/L, mientras que en el tratamiento 4 un valor de 5.38 mg/L, los mismos que al ser comparados con los parámetros planteados en la Norma NTE IENEN 374, 1987

"Bebidas alcohólicas. Requisitos para vino de frutas", en la que el rango máximo que debe tener es de 400 mg/L, por ello los valores obtenidos de los dos mejores tratamientos si están dentro del rango instituido por la norma.

Por otro lado, García et al. (2016) en su investigación realizaron vino de borjón de la cual obtuvo resultados de 240 mg/L de contenido de anhídrido sulfuroso total en donde se evidencia que dicho valor es superior en comparación a los valores obtenidos del vino de tuna. Dicha diferencia se debe a que se le agregó el hidrolizado de la cáscara de tuna que contiene ácido sulfúrico e hidróxido de sodio al mosto de tuna, además se utilizó 0,5 g/L de sorbato de potasio como conservante reemplazando el metabisulfito de potasio.

#### **4.2.3.7. Metanol**

La presencia de metanol no se da por la fermentación alcohólica, esta se debe a la desintegración de las pectinas que están presentes en algunas frutas. Cuando se agrega la epidermis de la fruta al extracto que vamos a fermentar puede provocar la formación de cantidades considerables de metano, que por lo general no exceden del rango permitido por la norma vigente. (Guayasamín y Mejía, 2022)

En cuanto al análisis de metanol el valor obtenido fue <10 mg/L en los dos mejores tratamientos, esto implica que dichos valores están dentro de la norma establecida INEN 374, correspondiente a "Bebidas alcohólicas. Requisitos para vino de frutas" En la investigación de Guerrero (2018) donde realizó vino de tuna blanca se reporta un contenido de metanol de <2,00 mg/L el cual se relaciona con los resultados obtenidos en este trabajo de investigación que fue la elaboración de vino de tuna roja. Por lo tanto, existe el cumplimiento de la norma establecida, debido a que la peptina que contienen estas cactáceas tiende a descomponerse mediante el proceso de fermentación ocasionando contenido de metanol en el vino.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- Aplicando, primero la deshidratación (temperatura de 70 °C por 10 h) y luego la molienda, se logró tamizar la cáscara de tuna empleando dos tamaños de Mesh, # 50 y mayor #50, y se consiguió la hidrolización a dos diferentes diluciones de ácido sulfúrico, 0,5 % y 1 %, al final se evidenció que el material lignocelulósico que se encuentra en la epidermis de este tipo de cactácea es apto para la extracción de azúcares reductores.
- Se determinó la cantidad de azúcares reductores utilizando el método DNS (ácido 3,5-dinitrosalicílico) del cual se obtuvo un coeficiente de correlación (R), entre la absorbancia y la concentración, de 0,993, indicando que el método es efectivo para la determinación. El mejor tratamiento que se obtuvo fue el tratamiento dos, empleando un número de Mesh mayor a 50, es decir mayor a 300 mm, con una dilución de ácido sulfúrico al 0,5 % consiguiendo un total de 31,41 mg de glucosa por mL de solución de cáscara hidrolizada con una absorbancia de 0,158 nm.
- Mediante el análisis sensorial de las cuatro formulaciones generadas en esta investigación se determinó que el tratamiento con mayor aceptabilidad, por 70 jueces no entrenados, fue el tratamiento cuatro con un nivel de aceptación de 5 (me gusta mucho) en el sabor y consistencia y 4 (me gusta) en el olor y color. Adicionalmente, los azúcares reductores no afectaron los días de fermentación en las diferentes unidades experimentales desarrolladas.
- El mejor tratamiento de vino de tuna cumplió con todos los requisitos fisicoquímicos establecidos por la norma INEN 374. Vino de frutas. Se obtuvo un vino semiseco con 7,75 % de alcohol, de acidez total 5,14 g de ácido tartárico/L, de acidez volátil 0,60 g de ácido acético/ 100 cm<sup>3</sup> de alcohol

anhidro, cantidad de azúcares 14,60 °Brix, 3,68 pH, anhídrido sulfuroso total 5,38 mg/L y metanol <10 mg/L.

- En este estudio se evidenció que el uso de azúcares reductores en el proceso de fermentación para un vino de tuna afectó las características organolépticas en los atributos de sabor y consistencia y también hubo significancia en los parámetros fisicoquímicos de la bebida, además, el número de mesh y la concentración del ácido presentaron significancia entre los tratamientos, de este modo se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda aplicar otro tipo de hidrólisis, como la enzimática, porque ayudaría en la reducción de costos y la formación de residuos tóxicos.
- Aprovechar la cáscara de tuna para otros procesos industriales, como en la elaboración de una infusión de esta materia, ya que el olor que se percibió y el color observado son muy agradables.
- En una próxima investigación se sugiere poner a prueba otras variables como; velocidad de la reacción, temperatura y tiempo de hidrolización, tipo de ácido, etc.
- Es recomendable tener muestras de cada tratamiento para realizar el control adecuado en cuanto a grados brix y así evitar una contaminación de todo el vino.



## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arif, S., Osman, N., & Yusup, S. (2022). Pretreatment of fiber-based biomass material for lignin extraction. In *Value-Chain of Biofuels* (pp. 105–135). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824388-6.00024-5>
- Armas, C. (2012, August 6). La tuna lleva prosperidad a afroecuatorianos de El Chota. *El Universo* .
- Badaraco, R., & Veintimilla, G. (2019). Cinética de sacarificación y fermentación para producción de bioetanol a partir de cáscara de banano maduro mediante pretratamiento de secado. *UTMACH*.
- Bello, D., Carrera, E., & Díaz, Y. (2006). Determinación de azúcares reductores totales en jugos mezclados de caña de azúcar utilizando el método del ácido 3,5 dinitrosalicílico. *ICIDCA. Sobre Los Derivados de La Caña de Azúcar* , 2, 45–50.
- Bordons, A., & Reguant, C. (2013). *Bioquímica de las bacterias lácticas del vino y la fermentación maloláctica* . ACENOLOGÍA.
- Burgos, Lady. (2020). Cuantificación de azúcares reductores del sustrato en residuos de piña con el método del ácido 3,5-dinitrosalicílico. *Questionar: Investigación Específica*, 7(1), 57–66. <https://doi.org/10.29097/23461098.308>
- Cajo, S., & Vásquez, D. (2017). Obtención de azúcares fermentables por hidrólisis enzimática a partir de los residuos de mango (*Mangífera Indica* L.). *Universidad Señor de Sipán* .
- Camacho, J., Chavarría, E., Candelas, M., Ramírez, P., & Martínez, F. (2016). Composición bromatológica y propiedades funcionales de la cáscara de tuna blanca deshidratada (*Opuntia ficus indica*). *Investigación y Desarrollo En Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(2), 633–637.
- Chaparro, E., Mayta, D., Llamoca, E., Choquecahua, D., & Otero, K. (2020). Extracción de celulosa a partir de cáscara de tuna y corona de piña. *Revista Ciencia y Tecnología Para El Desarrollo UJCM*, 6(11), 25–31.
- de la Cruz, M., Martínez, R., Becerril, E., & Chávaro, M. (2012). Caracterización física y química de vinos tintos producidos en Querétaro . *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35, 61–67.
- de Lima, R., de Farias, C., de Sá, M., & Almeida, R. (2022). Bioethanol from microalgae. In *3rd Generation Biofuels* (pp. 439–462). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90971-6.00020-6>

- Díaz, A. (2015). Hidrólisis de residuos de la venta de verduras y hortalizas para la producción de bioetanol. Universidad de Oviedo .
- Ellix, S. (2016). *The Art of Fermentation* (1st ed.).
- Espinosa, J. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos* (R. Torricella, Ed.). Editorial Universitaria.
- FAO. (2012). *Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo - Alcance, causas y prevención* .
- Fernández, M. (2020). Advantages of R as a tool for data Analysis and Visualization in Social Sciences. *Revista Científica de La UCSA*, 7(2), 97–111. <https://doi.org/10.18004/ucsa/2409-8752/2020.007.02.097>
- Fernández, V., Berradre, M., Sulbarán, B., Ojeda de Ruiz, G., & Peña, J. (2009). Caracterización química y contenido mineral en vinos comerciales venezolanos. *Revista de La Facultad De Agronomía*, 26.
- Ferrer, J. (2016). *Preparación y cata de vinos y otras bebidas alcohólicas* (Paraninfo, Vol. 1).
- Ferrer, J., Páez, G., Arenas de Moreno, L., Chandler, C., Mármol, Z., & Sandoval, L. (2012). Cinética de la hidrólisis ácida de bagacillo de caña de azúcar1. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 19.
- Figueroa, A., Vigueras, G., & Hernández, M. (2019). Valorización de residuos lignocelulósicos: materiales, biomoléculas, azúcares fermentables y enzimas. In *Biorrefinerías y Economía Circular* (1st ed., Vol. 1, pp. 227–253).
- Flores, E., Miranda, M., & Villasís, M. (2017). El protocolo de investigación VI: cómo elegir la prueba estadística adecuada. *Estadística inferencial. Revista Alergia México*, 64(3), 364–370. <https://doi.org/10.29262/ram.v64i3.304>
- Franco, A., Naranjo, F., & Moreira, L. (2021a). Análisis educativo sobre la valoración sensorial en "Catación de vinos." *Conrado* , 17.
- Franco, A., Naranjo, F., & Moreira, L. (2021b). Análisis educativo sobre la valoración sensorial en "Catación de vinos." *Conrado*, 17.
- FUSADES. (2021, September). *Fermentación y vinificación de frutas . Tecnología, Innovación e Inteligencia Estratégica* , 2–3.
- García, J., & Xirau, M. (2005). Acidez Total . In *Técnicas usuales de análisis en enología* (pp. 21–22). Panreac Química S.A.
- García, L., Florez, C., & Marrugo, Y. (2016). Elaboración y caracterización fisicoquímicas de un vino joven de fruta de borjón (B patinoi Cuatrec). *Ciencia, Docencia y Tecnología* , 27.
- Gómez, L. (2019, February 13). *La tuna, alternativa de 20 campesinos. Líderes* .

- Gongora, J. (2016). Establecimiento de un proceso de hidrólisis a partir de cladidos frescos y secos de nopal (*Opuntia spp.*) para la obtención de azúcares fermentables [Tesis]. CIATEJ.
- González, M. (2013). *Haciendo Vino de frutas en la cocina* (Primera).
- Grandes Vinos. (2020, November 16). Los tipos de fermentación en los vinos.
- Guayasamín, J., & Mejía, C. (2022). Influencia de la manzana (Fuji) y carambola (*Arrevoa Carambola*), sometidas a criomaceración y fermentada con dos tipos de levaduras (la SAFALE WB-06) y (ICV-D47), en los parámetros de calidad de un bebida tipo sidra . Universidad Técnica Estatal de Quevedo .
- Guerrero, J. (2018). Diseño del proceso industrial para la obtención De vino a base de tuna (*Opuntia ficus-indica*), para la Empresa vita tuna. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Herrera, Y. (2018). Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre las características físicas y químicas de tuna (*Opuntia ficus indica*) en la región Moquegua. Universidad José Carlos Mariátegui.
- Hoyos, J., Urbano, F., Villada, H., Mosquera, S., & Navia, D. (2012). Determinación de parámetros fermentativos para la formulación y obtención de vino de naranja (*Citrus sinensis*). Facultad de Ciencias Agropecuarias , 8, 26–34.
- Iñaki, A., Pérez, F., Albisu, M., Salmerón, J., Ojeda, M., & Estanga, G. (2017). Guía para la evaluación sensorial de la calidad de los vinos tintos de Rioja Alavesa (Elkar, Vol. 1).
- INEN 371. (1987). Bebidas Alcohólicas Vino. Clasificación y Definiciones . In Norma Técnica Ecuatoriana .
- INEN 374. (2016). Bebidas Alcohólicas. Vino de Frutas. Requisitos. In Norma Técnica Ecuatoriana . Tercera revisión.
- Kumar, H., Bhardwaj, K., Sharma, R., Nepovimova, E., Kuča, K., Dhanjal, D. S., Verma, R., Bhardwaj, P., Sharma, S., & Kumar, D. (2020). Fruit and Vegetable Peels: Utilization of High Value Horticultural Waste in Novel Industrial Applications. *Molecules*, 25(12), 2812. <https://doi.org/10.3390/molecules25122812>
- Kumsa, N. A. (2020). Review on the Effect of Fruit Wine Quality and Fermentation Conditions on the Quality of Wine. *Food Science & Nutrition Technology*, 5(5), 1–9. <https://doi.org/10.23880/fsnt-16000226>
- Leogon, J. (2018). La hidrólisis ácida de polisacáridos como una alternativa para utilizar los desechos de origen vegetal.
- Loayza, K. (2020). Determinación de las condiciones óptimas de fermentación para la obtención de bioetanol a partir del hidrolizado ácido de la corteza del cacao (*Theobroma cacao*) proveniente de la industria cacacotera del Ecuador [Trabajo experimental ]. Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca.

- López, A., & Rodríguez, J. (2016). Obtención de azúcares fermentables por medio de hidrólisis subcrítica en una unidad de laboratorio semicontinua, a partir de la hoja de maíz (*Zea mays*). Universidad de La Salle .
- Lozada, M. (2017). Extracción y caracterización reológica de polisacáridos tipo pectina de la cáscara de tuna (*Opuntia spp.*). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Matei, F. (2017). Technical Guide for Fruit Wine Production. In *Science and Technology of Fruit Wine Production* (pp. 663–703). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800850-8.00014-4>
- Medina, J. (2019). Sacarificación del residuo proveniente del procesamiento de la jaca (*Artocarpus heterophyllus*) para propósitos fermentativos. Universidad Autónoma de Nayarit.
- Mena, G., & Quiroz, S. (2011). Obtención de pulpa de tuna (*Opuntia ficus*) a partir de dos variedades (amarilla y blanca) con incorporación de su cáscara y posterior aprovechamiento de sus residuos. Universidad Técnica del Norte .
- Mendoza, M. (2014). Caracterización bromatológica microbiológica y sensorial del néctar de tuna (*Opuntia ficus Indica*) edulcorado con stevia (*Stevia Rebaudiana Bertoni*). Universidad Nacional de Huancavelica.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2017). La producción de tuna, una actividad rentable.
- Moraga, J. (2023). Evaluación fisicoquímica y organoléptica de vino de Pitahaya (*Hylocereus undatus*), en Portoviejo-Ecuador, durante los meses de junio a septiembre del 2022. Universidad Nacional Agraria .
- Nazralla, J., Paladino, S., Vila, H., & Lucero, C. (2009). Medición de pH. In *Manual de Técnicas Analíticas para Mostos y Vinos* (INTA, Vol. 1).
- Parafati, L., Restuccia, C., Palmeri, R., Fallico, B., & Arena, E. (2020). Characterization of Prickly Pear Peel Flour as a Bioactive and Functional Ingredient in Bread Preparation. *Foods*, 9(9), 1189. <https://doi.org/10.3390/foods9091189>
- Pérez, E. (2016). Elaboración de productos a base de tuna (*Opuntia ficus-indica*) como aporte comercial y nutricional a la comunidad de la parroquia Eloy Alfaro del cantón Latacunga. Universidad Regional Autónoma de los Andes .
- Preciado, A., Ruiz, J., Villegas, M., Domínguez, J., & González, G. (2022). Use of by-products from the food industry. An approach to the circular economy. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* , 23(2), 92–99.
- Princes, P. (2010). Composición química de diversos materiales lignocelulósicos de interés industrial y análisis estructural de sus ligninas. IRNAS y Univeridad de Sevilla.

- Ramírez, D., Moreno, M., Cuberlo, C., & Crespo, L. (2016). Influencia del tamaño de partícula y la velocidad de agitación sobre el rendimiento de pectina. *Revista Cubana de Farmacia*, 50.
- Reyes, F. (2019, September 14). Los desperdicios de alimentos en Ecuador cuestan \$334 millones al año. *Dialoguemos La Academia En La Comunidad*.
- Ribadeneira, J. (2022). Evaluación y caracterización fisicoquímica de vino de frutas arándano (*Vaccinium myrtillus*) y mora (*Rubus ulmifolius*) y su incidencia en la calidad sensorial. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Rios, P. (2019). Plan comercial de exportación de vino no alcohólico de frutas exóticas al mercado de Alemania (trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de Licenciado en Negocios Internacionales).
- Robles, R., Feliciano, O., & Chirre, J. (2016). Estudio del consumo de azúcares reductores durante la fermentación alcohólica del mosto de uva Italia para la obtención de vino blanco. *Industrial Data*, 19(2), 104. <https://doi.org/10.15381/idata.v19i2.12842>
- Rolle, L., Englezos, V., Torchio, F., Cravero, F., Río Segade, S., Rantsiou, K., Giacosa, S., Gambuti, A., Gerbi, V., & Cocolin, L. (2018). Alcohol reduction in red wines by technological and microbiological approaches: a comparative study. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 24(1), 62–74. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12301>
- Ruiz, H. (2011). Desarrollo de un vino de mortiño (arándanos) en la corporación grupo Salinas de Ecuador. Universidad Pública de Navarra.
- Sigüencia, J., Soler, J., & Menéndez, M. (2018). Hidrólisis ácida de cascarilla de arroz para la generación de azúcares reductores. *Jornada de Jóvenes Investigadores Del I3A*, 6. <https://doi.org/10.26754/jji-i3a.201802852>
- Soto, J., Charry, S., & Amorocho, C. (2021). Evaluation of the behavior of the color of the curuba artisan wine "Son del Alba". *Ingeniería y Región*, 26, 4–19. <https://doi.org/10.25054/22161325.2915>
- Suárez, C., Garrido, N., & Guevara, C. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. *Revisión bibliográfica. ICIDCA. Sobre Los Derivados de La Caña de Azúcar*, 50, 20–28.
- Taco, R. (2012). Elaboración de vino de naranjilla (*Solanum quitoense*) utilizando tratamiento térmico y químico. *ESPOL*.
- Torres, J. (2021). Evaluación fisicoquímica, bromatológica y sensorial del vino de mora (*Rubus glaucus*) artesanal, elaborado en el Municipio de Santa Rosa de Copá, Honduras [Tesis de Máster]. Universidad Nacional Autónoma de Honduras.
- Vargas, M. de L., Figueroa, H., Tamayo, J., Toledo, V., & Moo, V. (2019). Aprovechamiento de cáscaras de frutas: análisis nutricional y compuestos

bioactivos. CIENCIA Ergo Sum, 26(2), 1–11.  
<https://doi.org/10.30878/ces.v26n2a6>

Vázquez, A., Borrego, N., Herrera, A., & Sánchez, E. (2022). La industria vitivinícola mexicana en el siglo XXI: retos económicos, ambientales y sociales (primera).

Velázquez, A. (2012). Sacarificación y fermentación de la cáscara de tuna (*Opuntiaa streptacantha* L.) para producir bioetanol [Tesis]. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro .

Vele, A., Abril, M., Zalamea, T., & Pinos, V. (2021). Mini-Revisión: Aplicación de líquidos iónicos en hidrólisis ácida de material lignocelulósico para la obtención de azúcares. *Ciencia En Desarrollo*, 12(1), 55–67.  
<https://doi.org/10.19053/01217488.v12.n1.2021.12477>

Viramontes, R., & Pérez, R. (2014). Levaduras vínicas . *ACENOLOGÍA*.

Yepes, S., Montoya, L., & Orozco, F. (2008). Valorización de residuos agroindustriales - frutas - en Medellín y el sur del valle del Aburrá, Colombia . *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 61, 4422–4431.

Zenteno, G., Juárez, I., Aguirre, R., Ortiz, D., Zamora, C., & Rendón, A. (2015). Evaluación de azúcares y fibra soluble en el jugo de variantes de tunas (*Opuntia* ssp.). *Agrociencia*, 48, 141–152.

Zhu, Y., Su, Q., Jiao, J., Kelanne, N., Kortensniemi, M., Xu, X., Zhu, B., & Laaksonen, O. (2023). Exploring the Sensory Properties and Preferences of Fruit Wines Based on an Online Survey and Partial Projective Mapping. *Foods*, 12(9), 1844. <https://doi.org/10.3390/foods12091844>

## VII. ANEXOS


### Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC

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:		Chalacán Quelal Jocelyn Elizabeth	CÉDULA DE IDENTIDAD: 0402078000
PERIODO ACADÉMICO:		2023B	
PRESIDENTE TRIBUNAL		MSC. CARLOS ALBERTO RIVAS ROSERO	DOCENTE TUTOR: MSC. MIGUEL ANGEL ANCHUNDIA LUCAS
DOCENTE:		MSC. CARLOS ARTURO PAREDES PITA	
TEMA DEL TIC:		Evaluación del uso de azúcares reductores obtenidos de la epidermis de tuna ( <i>Opuntia ficus indica</i> ) como adjunto en el proceso de fermentación de un vino de frutas	
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	8.00	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8.00	
3	METODOLOGÍA	8.00	
4	RESULTADOS	8.00	
5	DISCUSIÓN	6.67	Argumentar bajo un criterio más técnico los resultados obtenidos y su discusión con los antecedentes mencionados
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7.00	Mejorar la redacción de las conclusiones
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7.00	Mejorar la argumentación a las preguntas realizadas
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CAUDAD DE LA INFORMACIÓN	8.00	


Obteniendo una nota de: **7,67** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

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


Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **martes, 31 de octubre de 2023**



MSC. CARLOS ALBERTO RIVAS ROSERO  
PRESIDENTE TRIBUNAL



MSC. MIGUEL ANGEL ANCHUNDIA LUCAS  
DOCENTE TUTOR



MSC. CARLOS ARTURO PAREDES PITA  
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI  
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

<b>ABSTRACT- EVALUATION SHEET</b>				
<b>NAME:</b> Jocelyn Elizabeth Chalacán Quela				
<b>DATE:</b> 16 de noviembre de 2023				
<b>TOPIC:</b> "Evaluación del uso de azúcares reductores obtenidos de la epidermis de tuna ( <i>Opuntia ficus indica</i> ) como adjunto en el proceso de fermentación de un vino de frutas"				
<b>MARKS AWARDED</b>		<b>QUANTITATIVE AND QUALITATIVE</b>		
<b>VOCABULARY AND WORD USE</b>	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 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1 Vera Játiva Edwin Andrés,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>WRITING COHESION</b>	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 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>ARGUMENT</b>	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 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>CREATIVITY</b>	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 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>SCIENTIFIC SUSTAINABILITY</b>	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 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>TOTAL/AVERAGE</b>	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED		<b>TOTAL 9</b>	





**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL  
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE  
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.**

**Autor:** Jocelyn Elizabeth Chalacón Quelal

**Fecha de recepción del abstract:** 16 de noviembre de 2023

**Fecha de entrega del informe:** 16 de noviembre 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 valida dicho trabajo.

Atentamente



EDISON PEÑAÑIEL ARCOS

Ing. Edison Peñañiel Arcos MSc  
Coordinador del CIDEN

### Anexo 3. Hoja de cata para la evaluación sensorial del vino



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI**  
**FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES**  
**CARRERA DE ALIMENTOS**  
**FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL**



**Fecha:** \_\_\_\_\_ **Edad:** \_\_\_\_\_ **Género:** **M**      **F**

Ficha de cata para la evaluación sensorial de aceptabilidad en:

**Tema:** "Evaluación del uso de azúcares reductores obtenidos de la epidermis de tuna (*Opuntia ficus indica*) como adjunto en el proceso de fermentación de un vino de frutas".

**Instrucciones**

1. Tomar las muestras en orden secuencial de acuerdo con la hoja de catación.
2. Enjuague con agua cada vez que termine de probar cada muestra.
3. Evalúe el color, olor, sabor y consistencia.

Califique su nivel de aceptabilidad de acuerdo con la escala de 1 a 5 puntos evidenciado en la tabla 1 y registre los valores según la escala en la tabla 2:

**Tabla 1.** Escala de valores para aceptabilidad.

Escala	Aceptabilidad
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	Ni me gusta ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

**Tabla 2.** Atributos de los tratamientos de vino de tuna (*Opuntia ficus indica*).

Atributo	Muestras			
	930	148	374	470
Color				
Olor				
Sabor				
Consistencia				

**Recomendaciones:**

---

---

---

**¡MUCHAS GRACIAS !**



**NORMA  
TÉCNICA  
ECUATORIANA**

**NTE INEN 374**  
Tercera revisión  
2016-11

**BEBIDAS ALCOHOLICAS. VINO DE FRUTAS. REQUISITOS**

ALCOHOLICS BEVERAGES. FRUIT WINES. REQUIREMENTS

## **BEBIDAS ALCOHÓLICAS VINO DE FRUTAS REQUISITOS**

### **1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta norma establece los requisitos para el vino de frutas.

### **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-CODEX 192, *Norma general del Codex para los aditivos alimentarios (MOD)*

NTE INEN 339, *Bebidas alcohólicas. Muestreo.*

NTE INEN 360, *Bebidas alcohólicas. Determinación del grado alcohólico en vinos.*

NTE INEN 356, *Bebidas alcohólicas. Determinación de anhídrido sulfuroso total en vinos.*

NTE INEN 1933, *Bebidas alcohólicas. Rotulado. Requisitos.*

OIV-MA-AS313-01, *Total acidity*

OIV-MA-AS313-02, *Volatile Acidity*

OIV-MA-AS311-01A, *Reducing substances*

OIV-MA-AS312-03A, *Methanol*

OIV-MA-AS314-01, *Dioxide de carbone*

### **3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES**

Para los efectos de esta norma, se adoptan las siguientes definiciones que a continuación se detallan:

#### **3.1**

##### **vino de frutas**

Bebida obtenida de la fermentación alcohólica completa o parcial de frutas, o del jugo concentrado de frutas.

### **4. CLASIFICACIÓN**

**4.1** Vino de frutas según el contenido de azúcar añadida después de la fermentación:

**4.1.1** Vino seco de frutas.

**4.1.2** Vino semidulce (semisecco) de frutas.

**4.1.3** Vino dulce de frutas.

**4.2** Vino según los gases disueltos.

4.2.1 Vino espumoso (espumante) de frutas.

4.2.2 Vino gasificado (carbonatado) de frutas.

## 5. REQUISITOS

5.1 El vino de frutas debe tener color y aroma característicos, de acuerdo a la clase de frutas utilizadas.

5.2 El vino de frutas debe cumplir con los requisitos físicos y químicos indicados en la Tabla 1.

TABLA 1. Requisitos físicos y químicos para el vino de frutas

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Alcohol, fracción volumétrica	%	6,0	-	NTE INEN 360
Acidez volátil, como ácido acético	g/L	-	1,5	OIV-MA-AS313-02
Acidez total, como ácido tartárico	g/L	3,5	-	OIV-MA-AS313-01
Anhidrido sulfuroso total	mg/L*	-	400,0	NTE INEN 356
Metanol	mg/L *	-	1000,0	OIV-MA-AS312-03A
Contenido de azúcares	g/L			
- Vino seco		-	25,0	OIV-MA-AS311-01A <sup>2</sup>
- Vino semidulce		25,1	50,0	
- Vino dulce		50,1	-	
Contenido de CO <sub>2</sub> a 20 °C				
- Vino espumoso	kPa	300,0	-	OIV-MA-AS314-01
- Vino gasificado	kPa	-	350,0	

\* El volumen de 1 L corresponden al volumen real del vino de frutas

<sup>2</sup> Tolerancia de ± 3 g/L en la determinación analítica

NOTA. En el caso de que sean usados métodos de ensayo alternativos a los señalados en la tabla, estos deben ser oficiales. En el caso de no ser un método oficial, este debe ser validado.

5.3 El contenido de aditivos alimentarios en el vino de frutas debe cumplir lo establecido en NTE INEN-CODEX 192.

## 6. MUESTREO

El muestreo debe realizarse de acuerdo a NTE INEN 339.

## 7. ROTULADO

El rotulado debe realizarse de acuerdo a NTE INEN 1933.

**Anexo 5.** Contenido real de alcohol etílico en función del contenido aparente de alcohol etílico y la temperatura

Temperatura °C	Contenido aparente de alcohol etílico																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	Contenido real de alcohol etílico a 20 °C																								
10	1,8	2,9	3,9	4,9	6,0	7,1	8,1	9,2	10,3	11,4	12,6	13,7	14,9	16,0	17,2	18,4	19,6	20,8	22,0	23,1	24,3	25,5	26,6	27,7	28,8
11	1,8	2,8	3,8	4,9	5,9	7,0	8,1	9,1	10,2	11,3	12,4	13,6	14,7	15,9	17,0	18,2	19,3	20,5	21,7	22,8	24,0	25,1	26,2	27,3	28,4
12	1,7	2,7	3,6	4,8	5,9	6,9	8,0	9,0	10,1	11,2	12,3	13,4	14,5	15,7	16,6	17,9	19,1	20,2	21,4	22,5	23,6	24,7	25,8	26,9	28,0
13	1,7	2,7	3,7	4,7	5,8	6,8	7,9	8,9	10,0	11,1	12,2	13,3	14,0	15,5	16,6	19,7	18,8	19,9	21,1	22,2	23,3	24,4	25,5	26,6	27,6
14	1,6	2,6	3,6	4,7	5,7	6,7	7,8	8,8	9,9	11,0	12,0	13,1	14,2	15,3	16,4	17,5	18,6	19,7	20,0	21,9	23,0	24,0	25,1	26,2	27,2
15	1,5	2,5	3,5	4,6	5,6	6,6	7,7	8,7	9,8	10,8	11,9	12,9	14,0	15,1	16,2	17,2	18,3	19,4	20,5	21,6	22,6	23,7	24,8	25,8	26,9
16	1,4	2,4	3,5	4,5	5,5	6,5	7,6	8,6	9,6	10,7	11,7	12,8	13,8	14,9	15,9	17,0	18,1	19,1	20,2	21,2	22,3	23,4	24,4	25,4	26,5
17	1,3	2,3	3,4	4,4	5,4	6,4	7,4	8,4	9,5	10,5	11,5	12,6	13,6	14,7	15,7	16,7	17,8	18,8	19,9	20,9	22,0	23,0	24,1	25,1	26,1
18	1,2	2,2	3,2	4,3	5,3	6,3	7,3	8,3	9,3	10,3	11,4	12,4	13,4	14,4	15,5	16,5	17,5	18,6	19,6	20,6	21,6	22,7	23,7	24,7	25,7
19	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1	8,2	9,2	10,2	11,2	12,2	13,2	14,2	15,2	16,3	17,3	18,3	19,3	20,3	21,3	22,3	23,3	24,4	25,4
20	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0
21	0,9	1,9	2,9	3,9	4,9	5,9	6,6	7,8	8,8	9,8	10,8	11,8	12,8	13,8	14,8	15,7	16,7	17,7	18,7	19,7	20,7	21,7	22,7	23,6	24,6
22	0,7	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,6	11,6	12,6	13,5	14,5	15,5	16,5	17,4	18,4	19,4	20,4	21,3	22,3	23,3	24,3
23	0,6	1,6	2,6	3,6	4,6	5,5	6,5	7,5	8,5	9,4	10,4	11,4	12,3	13,3	14,3	15,2	16,2	17,2	18,1	19,1	20,0	21,0	22,0	22,9	23,9
24	0,5	1,5	2,4	3,4	4,4	5,4	6,3	7,3	8,3	9,2	10,2	11,2	12,1	13,1	14,0	15,0	15,9	16,9	17,8	18,8	19,7	20,7	21,6	22,6	23,6
25	0,3	1,3	2,3	3,3	4,2	5,2	6,2	7,1	8,1	9,0	10,0	10,9	11,9	12,8	13,8	14,7	15,6	16,6	17,5	18,5	19,4	20,3	21,3	22,2	23,2
26	0,2	1,1	2,1	3,1	4,1	5,0	6,0	6,9	7,9	8,8	9,8	10,7	11,7	12,6	13,5	14,4	15,4	16,3	17,2	18,1	19,1	20,0	20,9	21,9	22,8
27		1,0	1,9	2,9	3,9	4,8	5,8	6,7	7,7	8,6	9,6	10,5	11,4	12,3	13,3	14,2	15,1	16,0	16,9	17,8	18,8	19,7	20,6	21,5	22,5
28		0,8	1,8	2,7	3,7	4,6	5,6	6,5	7,5	8,4	9,3	10,3	11,2	12,1	13,0	13,9	14,8	15,7	16,6	17,5	18,4	19,3	20,3	21,2	22,1
29		0,6	1,6	2,5	3,5	4,4	5,4	6,3	7,3	8,2	9,1	10,0	10,9	11,8	12,7	13,6	14,5	15,4	16,3	17,2	18,1	19	19,9	20,8	21,8
30		0,5	1,4	2,4	3,3	4,2	5,2	6,1	7,0	8,0	8,9	9,8	10,7	11,6	12,5	13,4	14,2	15,1	16,0	16,9	17,8	18,7	19,6	20,5	21,4

Anexo 6. Resultados de anhídrido sulfuroso total, metanol del tratamiento 1 y 4



LABORATORIO ACREDITADO BAJO NORMA ISO/IEC 17025

INFORME DE ENSAYO NR.28113

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
Cliente:	DOCELYN CHALACAN		
Dirección:	TULCAN		
Nombre Producto :	VINO DE TUNA		
Fecha de Elaboración:	2023-06-11	Fecha de Caducidad:	2023-09-17
Lote:	T1	Contenido Declarado:	ND
Material Envase:	BOTELLA DE VIDRIO VERDE	Forma de Conservación:	Ambiente
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Código Laboratorio :	28113-1	Contenido Encontrado:	1 Litros
Fecha Recepción:	2023-07-19	Fecha Inicio Ensayo:	2023-07-19
Condiciones Ambientales de Llegada de la muestra:	22 °C	Muestras:	En responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió

ENSAYOS FPQO	MÉTODO	ACREDITACIONES		UNIDAD	RESULTADO
		ATA	SAE		
ANHIDRIDO SULFUROSO TOTAL	SE-MI	✘	✘	mg/l	6.40
METANOL	SEIN-ALC (ENEN 2004, ADAC 968.09)	✓	✘	mg/l	<10

NS: No solicita el cliente/ ND: No declara

"Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación"

Datos tomados de AL-RG-17 pág. 48 / ANHIDRIDO pág. 1

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote

El laboratorio no se responsabiliza por la representatividad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomada

Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

"SEIDLABORATORY CIA.LTDA no se responsabiliza por la información declarada por el cliente"

- Tiempo de almacenamiento de informes: Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente,

23/07/23  
FECHA EMISIÓN

Firmado digitalmente por ANA GABRIELA VALENZUELA SORDUEVITO  
Fecha y hora: 2023.08.03 08:28:35

Muestra 28113-1 de 28113-1

Pg. 1 / 1

Confidencialidad e Integridad

Seidlaboratory Cia. Ltda. asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de las actividades del laboratorio a partir de las muestras entregadas, información considerada como confidencial y de propiedad del cliente, con excepción de aquella información que el cliente haya puesto al alcance del público o información que se haya acordado previamente entre ambas partes. Seidlaboratory se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes, en caso de conservación las partes se comprometen al Centro de Modificación de la Cláusula de Confidencialidad de la Cámara de Comercio de Quito.

Formas de consentimiento de las partes en el laboratorio

Muestras preservadas: El cliente autoriza: Muestras no preservadas: Si desea repetirse de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el período estipulado.

Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:

Dirección de Calidad: [atencionalcliente@seidlaboratory.com.ec](mailto:atencionalcliente@seidlaboratory.com.ec); Dirección General: [gerencia@seidlaboratory.com.ec](mailto:gerencia@seidlaboratory.com.ec); Servicio al Cliente: [serviciocliente@seidlaboratory.com.ec](mailto:serviciocliente@seidlaboratory.com.ec)

Melchor Tasso 5611-63 entre de del Maestros Naranjo 022170101 - 022180101 - 0994130611 - 0992730611 Quito, Ecuador



**INFORME DE ENSAYO NR.283114**

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
Cliente:	JOCELYN CHEALACAN		
Dirección:	TULCAN		
Nombre Producto:	VINO DE TUNA		
Fecha de Elaboración:	2023-06-11	Fecha de Caducidad:	2024-06-11
Lote:	T4	Contenido Declarado:	ND
Material Envase:	BOTELLA DE VIDRIO VERDE	Forma de Conservación:	Ambiente

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Código Laboratorio:	283114-1	Contenido Encontrado:	1 Litro
Fecha Recepción:	20230719	Fecha Inicio Ensayo:	2023-07-19
Condiciones Ambientales de Recibo de la muestra:	22 °C	Muestras:	En responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió

ENSAYOS (FQA)	MÉTODO	ACREDITACIONES		UNIDAD	RESULTADO
		ATLA	SAE		
ANHIDRIDO SULFUROSO TOTAL	SE-MI	✘	✘	mg/l	5.38
METANOL	SEIN-ALC (INEN 2004, AOAC 961.09)	✓	✘	mg/l	<10

ND: No solicitó el cliente/ ND: No declara.

\*Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación\*

Datos tomados de AL-RG-17 pág. 48 / ANHIDRIDO pág. 1

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivos a cualquier lote

El laboratorio no se responsabiliza por la representatividad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomada

Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

\*SEIDLaboratory Cía Ltda. no se responsabiliza por la información declarada por el cliente\*

- Tiempo de almacenamiento de informes: Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Acreditación:

230803  
FECHA EMISIÓN

Firmado digitalmente por GHA  
GABRIELA VALENZUELA BURGUEYTO  
Fecha y hora: 2023.08.03 08:58:22



Muestra 283114-1 de 283114-1

Pg. 1 / 1

**Confidencialidad e Integridad**

SEIDLaboratory Cía. Ltda., asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida a través de la realización de las actividades del laboratorio a partir de los métodos ensayados, información considerada como confidencial y de propiedad del cliente, con excepción de aquella información que el cliente haya puesto al alcance del público o información que se haya acordado previamente entre ambas partes. SEIDLaboratory se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes, en caso de conservación los datos se conservarán en el Centro de Información de la Cámara de Comercio de Quito.

**Formas de comunicación de los resultados de los laboratorios**

Muestras parciales: Se dan calderones. Muestras no parciales: Se dan calderones. Si desea especificar de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el período estipulado.

Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:

Dirección de Calidad: [calidad@seidlaboratory.com.ec](mailto:calidad@seidlaboratory.com.ec); Servicio General: [serviciogeneral@seidlaboratory.com.ec](mailto:serviciogeneral@seidlaboratory.com.ec); Servicio al Cliente: [serviciocliente@seidlaboratory.com.ec](mailto:serviciocliente@seidlaboratory.com.ec)  
Móvil: Nueva 91161 centro de del Maracay, Naranjal 022790511 - 022439740 - 0994439911 - 0992739861 Quito, Ecuador





**Anexo 7.** Evidencias del trabajo experimental de la investigación



**Figura 17.** Recepción de la materia prima



**Figura 18.** Lavado y desinfección de tuna



**Figura 19.** Troceado de la cáscara de tuna



**Figura 20.** Secado de los trozos de cáscara de tuna



**Figura 21.** Molido de la cáscara deshidratada



**Figura 22.** Tamizado



**Figura 23.** Hidrolización



**Figura 24.** Neutralización



**Figura 25.** Determinación de AR por el método DNS



**Figura 26.** Ajuste del mosto para la fermentación



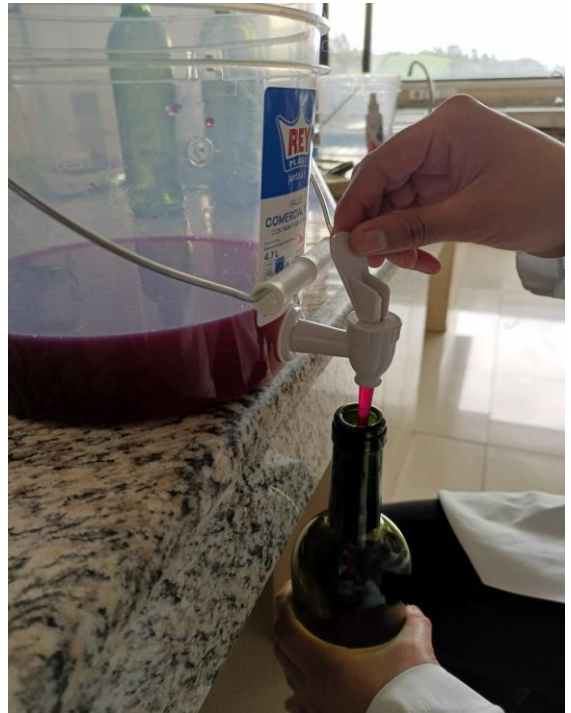
**Figura 27.** Fermentación



**Figura 28.** Trasiego



**Figura 29.** Clarificación



**Figura 30.** Envasado



**Figura 31.** Evaluación sensorial



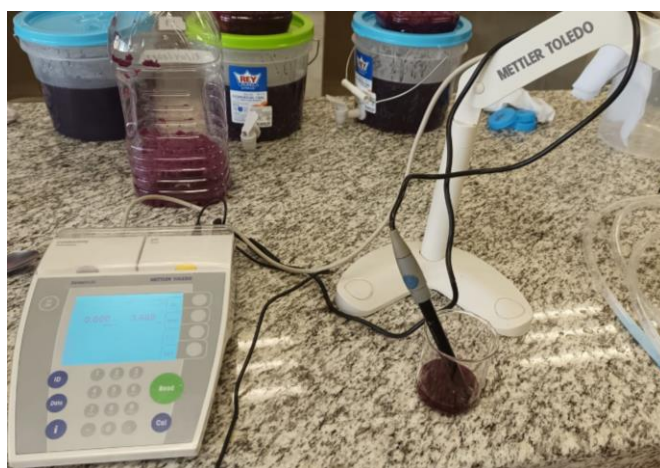
**Figura 32.** Determinación de grados de alcohol en los dos mejores tratamientos



**Figura 33.** Determinación de acidez en los dos mejores tratamientos



**Figura 34.** Determinación de grados brix en los dos mejores tratamientos



**Figura 35.** Determinación pH en los dos mejores tratamientos