

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Tema: “Obtención de vinagre natural a partir de residuos orgánicos (cáscara) de piña (*Ananas comosus*) tipo Golden Sweet o MD-2”

Trabajo de titulación previa la obtención del  
título de Ingeniera en Alimentos

AUTOR(A): Morán Figueroa Deyanira Madelaine

TUTOR(A): MSc. Chamorro Hernández Liliana Margoth

Tulcán, 2021

## CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que el estudiante Morán Figueroa Deyanira Madelaine con el número de cédula 0401849559 ha elaborado el trabajo de titulación: “Obtención de vinagre natural a partir de residuos orgánicos(cáscara) de piña (*Ananas comosus*) tipo Golden Sweet o MD-2”

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



Firmado electrónicamente por:  
**LILIANA MARGOTH  
CHAMORRO HERNANDEZ**

f.....



Firmado electrónicamente por:  
**CARLOS ALBERTO  
RIVAS ROSERO**

f.....

MSc. Chamorro Hernández Liliana Margoth  
**TUTOR**

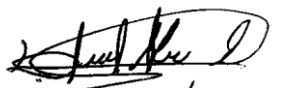
MSc. Rivas Rosero Carlos Alberto  
**LECTOR**

Tulcán, septiembre 2021

## AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de **Ingeniera** en la Carrera de alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Morán Figueroa Deyanira Madelaine con cédula de identidad número 0401849559 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



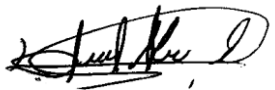
Morán Figueroa Deyanira Madelaine

AUTORA

Tulcán, septiembre 2021

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Morán Figueroa Deyanira Madelaine declaro ser autor/a de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Obtención de vinagre natural a partir de residuos orgánicos (cáscara) de piña (*Ananas comosus*) tipo Golden Sweet o MD-2” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



Morán Figueroa Deyanira Madelaine  
AUTORA

Tulcán, septiembre 2021

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, institución que fue mi segundo hogar durante los años que curse la carrera de Ingeniería en Alimentos, por ayudarme a formarme como profesional y persona, adquiriendo grandes conocimientos y experiencias únicas junto a mis docentes, amigos y compañeros, a la MSc. Chamorro Hernández Liliana Margoth tutora de tesis quien supo guiarme y aportar de manera significativa sus conocimientos para culminar el proyecto de titulación, por brindarme su apoyo incondicional, paciencia y dedicación durante todo el proceso.

## **DEDICATORIA**

Con todo el amor dedico esta investigación a Dios, a mis padres, German Morán y Guadalupe Figueroa, a mis hermanos y a mi pareja Jhonatan Ayala quienes son las personas más importantes y el pilar fundamental en mi vida, gracias a su apoyo incondicional y a su disposición absoluta siempre, de manera especial a mi hermano Kevin Sebastián Morán, quien es mi inspiración para poder superarme día a día, mi pequeño angelito quien desde el cielo siempre velara por mí y mi familia.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO .....	5
DEDICATORIA.....	6
ABSTRACT .....	15
INTRODUCCIÓN.....	16
I. PROBLEMA .....	18
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	20
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	20
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	22
1.4.1. Objetivo General.....	22
1.4.2. Objetivos Específicos .....	22
1.4.3. Preguntas de Investigación .....	22
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	23
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	23
2.2.1. Generalidades .....	25
2.2.2. Tamaño o calibre de la piña.....	26
2.2.3. Color del fruto .....	27
2.2.4. Índice de madurez de la piña y variación del índice de color.....	27
2.2.5. Procesamiento de la piña y sus residuos.....	30
2.2.6. Variedades, normas de calidad y usos .....	30
2.2.6.1. Variedades.....	30
2.2.6.2. Normas de calidad.....	32
2.2.6.3. Usos.....	32
2.2.7. Impactos medioambientales y sociales.....	32
2.2.7.1. Impactos medioambientales .....	32
2.2.7.2. Impactos sociales.....	33

2.2.8.	Países productores de piña a nivel mundial .....	33
2.2.9.	Producción de piña en el Ecuador .....	34
2.2.10.	Comercialización .....	35
2.2.11.	Zonas de cultivo de piña en el Ecuador .....	35
2.2.12.	Características de la piña variedad Golden Sweet (MD-2).....	36
2.2.13.	Zonas de cultivo en el Ecuador de la variedad Golden Sweet MD-2 .....	37
2.2.14.	Propiedades de la cáscara de piña .....	37
2.2.15.	La cáscara de la piña con valor agregado artesanal .....	38
2.2.16.	El vinagre .....	38
2.2.17.	Clases de vinagre .....	38
2.2.18.	Fermentación.....	39
2.2.19.	Fermentación alcohólica .....	40
2.2.20.	Fermentación acética.....	41
2.2.21.	Obtención del vinagre .....	42
2.2.22.	Preparación del mosto .....	42
2.2.23.	Vinagre a partir de la cáscara de piña .....	42
2.2.24.	Caracterizariás sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas del vinagre .....	43
III.	METODOLOGÍA .....	43
3.1.	ENFOQUE METODOLÓGICO .....	43
3.1.1.	Enfoque .....	43
3.1.2.	Tipo de Investigación.....	44
3.2.	HIPÓTESIS .....	44
3.3.	DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	45
3.3.1.	Variables independientes .....	45
3.3.2.	Variables dependientes .....	45
3.4.	MÉTODOS UTILIZADOS .....	48
3.4.1.	Materia prima.....	48



3.4.2.	Equipos y materiales.....	48
3.4.3.	Proceso de elaboración de vinagre .....	49
3.4.4.	Diagrama de flujo para la elaboración de vinagre de cáscara de piña.....	51
3.4.5.	Análisis Estadístico .....	53
3.4.5.1.	Factores de estudio .....	53
3.4.6.	Caracterización de la materia prima (cáscara).....	54
3.4.6.1.	Estado de madurez y color de la cáscara.....	54
3.4.7.	Análisis Físicoquímico del vinagre .....	55
3.4.8.	Análisis microbiológicos .....	58
3.4.9.	Análisis sensorial.....	58
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	59
4.1.	RESULTADOS .....	59
4.1.1.	Evaluación del índice de color y estado de madurez.....	59
4.1.1.1.	Índice de Color .....	59
4.1.1.2.	Estado de madurez .....	62
4.1.1.3.	°Brix de la cáscara de piña .....	62
4.1.1.4.	pH de la cáscara de piña .....	63
4.1.2.	Análisis físicoquímicos del vinagre.....	64
4.1.2.1.	Acidez.....	64
4.1.2.2.	pH del vinagre .....	65
4.1.2.3.	Grados de Alcohol.....	65
4.1.3.	Análisis sensorial del vinagre .....	66
4.1.3.1.	Atributo color .....	67
4.1.3.2.	Atributo olor.....	67
4.1.3.3.	Atributo Sabor .....	68
4.1.3.4.	Atributo Acidez .....	68
4.1.3.5.	Aceptabilidad .....	69

4.1.3.6. Evaluación Global .....	69
4.1.4. Análisis del porcentaje de ácido acético y de los parámetros microbiológicos del tratamiento con mayor grado de aceptabilidad .....	70
4.2. DISCUSIÓN.....	71
4.2.1. Evaluación del índice de color y estado de madurez .....	71
4.2.2. Análisis fisicoquímicos .....	72
4.2.3. Análisis sensorial .....	73
4.2.4. Análisis microbiológico .....	74
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
5.1. CONCLUSIONES.....	75
5.2. RECOMENDACIONES .....	76
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
VII. ANEXOS .....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Descripción de la Escala de Maduración y Carta de Colores; tomado de .....	27
Figura 2. Diagrama Espectral con la Ubicación de los datos de IC (Índice de Color). .....	29
Figura 3. Producción y comercio mundiales en relación con las frutas tropicales más cultivadas .....	34
Figura 4. Diagrama de flujo para la elaboración de vinagre.....	52
Figura 5. Porcentajes de aceptabilidad global de los tratamientos. ....	70
Figura 6: Piña es fresco amarilla y verde.....	95
Figura 7: Colorímetro aplicado a la epidermis de la fruta .....	95
Figura 8: °Brix de la cáscara de piña.....	95
Figura 9: pH para la cáscara de piña .....	96
Figura 10: Clasificación de la piña con tonalidades amarilla y verde .....	96
Figura 11: Materia prima cortada y lavada .....	96
Figura 12: Pesado y clasificación de la cáscara .....	97
Figura 13: Peso insumos (Azúcar .....	97

Figura 14: Pesado de insumos (levadura).....	97
Figura 15: Preparación del mosto, inicio de la fermentación alcohólica.....	98
Figura 16: Fermentación Acética .....	98
Figura 17: Esterilización de materiales .....	98
Figura 18: Proceso de filtrado .....	98
Figura 19: Envasado del vinagre .....	98
Figura 20: Acidez del vinagre. ....	99
Figura 21: pH del vinagre.....	99
Figura 22: Grados de alcohol del vinagre.....	99
Figura 23: Evaluación sensorial .....	100
Figura 24: Esterilización de materiales .....	100
Figura 25: Siembra de cultivos.....	100
Figura 26: Análisis microbiológico de E. coli.....	101
Figura 27: Análisis Microbiológico de mohos y levaduras.....	101

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Componentes nutricionales de la piña.....	26
Tabla 2. Operacionalización de variables.....	46
Tabla 3. Materia prima para la elaboración de vinagre .....	48
Tabla 4. Equipos y materiales.....	49
Tabla 5. Esquema de tratamientos.....	54
Tabla 6. Parámetros fisicoquímicos del vinagre.....	55
Tabla 7. Requisitos microbiológicos para el vinagre. ....	58
Tabla 8. Representación de las coordenadas CIELAB para el color amarillo de la cáscara de piña. ....	59
Tabla 9. Representación de las coordenadas CIELAB para el color verde de la cáscara de piña. ....	60
Tabla 10: ANOVA de un solo factor: Coordenada L vs. Muestra .....	60
Tabla 11: ANOVA de un solo factor: Coordenada a* vs. Muestra.....	61
Tabla 12: ANOVA de un solo factor: Coordenada b* vs. Muestra.....	61
Tabla 13. ANOVA de un solo factor: °Brix vs. MUESTRA, para la cáscara de piña.....	62
Tabla 14. ANOVA de un solo factor: pH vs. MUESTRA, para la cáscara de piña.....	63

Tabla 15. ANOVA de un solo factor: ACIDEZ vs. TRATAMIENTO .....	64
Tabla 16. ANOVA de un solo factor: pH vs. TRATAMIENTO, para el vinagre. ....	65
Tabla 17. ANOVA de un solo factor: ° ALCOHOL vs. TRATAMIENTO .....	66
Tabla 18. ANOVA de un solo factor: COLOR vs. TRATAMIENTO. ....	67
Tabla 19. ANOVA de un solo factor: OLOR vs. TRATAMIENTO. ....	67
Tabla 20. ANOVA de un solo factor: SABOR vs. TRATAMIENTO .....	68
Tabla 21. ANOVA de un solo factor: ACIDEZ vs. TRATAMIENTO .....	68
Tabla 22. ANOVA de un solo factor: ACEPTABILIDAD vs. TRATAMIENTO.....	69
Tabla 23. ANOVA para el tratamiento con mayor grado de aceptabilidad.....	69
Tabla 24: Porcentaje de ácido acético del mejor tratamiento. ....	70
Tabla 25. Resultados del análisis microbiológico del mejor tratamiento. ....	71
Tabla 26. ANOVA para los °Brix de la cáscara.....	93
Tabla 27. ANOVA para el pH de la cáscara. ....	93
Tabla 28. ANOVA para la acidez del vinagre. ....	93
Tabla 29. ANOVA para el pH del vinagre.....	93
Tabla 30. ANOVA para los Grados de alcohol del vinagre.....	94
Tabla 31. ANOVA para el parámetro color.....	94
Tabla 32. ANOVA para el parámetro olor.....	94
Tabla 33. ANOVA para el parámetro sabor. ....	94
Tabla 34. ANOVA para el parámetro acidez. ....	94
Tabla 35. ANOVA para la aceptabilidad .....	94
Tabla 36. ANOVA para la aceptabilidad global. ....	95

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Certificado o Acta del Perfil de Investigación .....	82
Anexo 2: Certificado del abstract por parte de idiomas.....	83
Anexo 3: Norma Técnica Ecuatoriana INEN: 2296: 2003 .....	85
Anexo 4: Hoja de catación.....	92
Anexo 5: Tablas ANOVA para la caracterización de la materia prima.....	93
Anexo 6: Tablas ANOVA para los análisis fisicoquímicos.....	93
Anexo 7: Tablas ANOVA para el análisis sensorial.....	94

Anexo 8: Imágenes correspondientes a la caracterización de la materia prima. ....	95
Anexo 9: Imágenes correspondientes a la elaboración del vinagre. ....	96
Anexo 10: Imágenes del análisis físico químico del vinagre. ....	99
Anexo 11: Imágenes de la prueba de catación del vinagre.....	100
Anexo 12: Imágenes del análisis microbiológico del vinagre. ....	100

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue elaborar vinagre natural a partir de los residuos orgánicos (cáscara) de piña tipo Golden Sweet, evaluando propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales, para lo cual se plantearon tres factores de estudio: color o estado de madurez de la cáscara (verde-semi madura y amarilla-madura), volumen de agua purificada para la elaboración del mosto (1500 ml y 3000 ml) y cantidad de levadura (25 g y 50 g). El proceso para obtener vinagre se dio por la doble fermentación (alcohólica y acética), la fermentación alcohólica se llevó a cabo durante 12 días, en donde se adecuó los biorreactores de tal forma que impidan la entrada de oxígeno y permita la salida de CO<sub>2</sub>, en el caso de la fermentación acética el proceso se efectuó durante 30 días, donde se permitió la entrada de oxígeno por lo que se descubrió los biorreactores. Los parámetros fisicoquímicos que se analizaron al producto terminado fueron pH, acidez y grados de alcohol, en el análisis sensorial se evaluó color, olor sabor y acidez, en cuanto a las propiedades microbiológicas se evaluó coliformes totales, mohos y levaduras, los datos obtenidos se evaluaron mediante el programa estadístico Minitab. Los resultados obtenidos mostraron que el tratamiento con mayor grado de aceptabilidad fue el T5, presentando un porcentaje de aceptabilidad del 68%, pH de 2.6, acidez de 4,6, grados de alcohol de 1, % de ácido acético de 4.3% y ausencia de microorganismos contaminantes, de tal manera que se obtuvo un producto que cumplió con las normas vigentes establecidas por la norma NTE INEN: 2296.

**Palabras claves:** Vinagre, Piña, Residuo orgánico, fermentación.

## ABSTRACT

The aim of the research was to make natural vinegar from organic residues (peel) of pineapple type Golden Sweet by evaluating physicochemical, microbiological and sensory properties. For this, three study factors were proposed: color or state of maturity of the peel (green-semi-ripe and yellow-ripe), volume of purified water for the production of the must (1500ml and 3000ml) and amount of yeast (25g and 50g). The process to obtain vinegar was given by double fermentation (alcoholic and acetic). The alcoholic fermentation was conducted for 12 days, where the bioreactors were adapted by avoiding the entry of oxygen and allow the exit of CO<sub>2</sub>. In the case of acetic fermentation, the process was carried out for 30 days and the oxygen was allowed to enter, consequently, the bioreactors were discovered. The physicochemical parameters that were analyzed in the final product were pH, acidity and degrees of alcohol. On the other hand, in the sensory analysis, color, odor, flavor and acidity were evaluated. Additionally, regarding the microbiological properties, total coliforms, molds and yeasts were evaluated. In addition, the data obtained was evaluated using the Minitab statistical program. The results showed that the treatment with the highest degree of acceptability was T5, which presents an acceptability percentage of 68%, pH of 2.6, acidity of 4.6, alcohol levels of 1, acetic acid of 4.3% and absence of microorganisms. Finally, a product was obtained that complied with the current standards established by the NTE INEN: 2296 standard.

**Keywords:** vinegar, pineapple, organic residue, fermentation.

## INTRODUCCIÓN

La piña (*Ananas comosus*) se produce en grandes extensiones de cultivo, se caracteriza por ser una planta de rápido crecimiento y temprana maduración del fruto, se considera como una de las frutas tropicales más importantes en el mundo por su gran demanda de importación y exportación. Semejante al crecimiento de la fruta en área cultivada y a las ventas de la piña, se da un incremento de subproductos, como la cáscara, que contiene materiales con alto potencial para su utilización en la industria de alimentos. López, WingChing, y Rojas (2014)

La presente investigación tiene como propósito obtener vinagre natural de cáscara de piña, el cual fue elaborado bajo los parámetros que establece el Instituto Ecuatoriano de Normalización NTE INEN 2 296: 2003. Se tomó en cuenta factores fisicoquímicos (pH, grados de alcohol y acidez), microbiológicos (coliformes, mohos y levaduras) y análisis sensorial (aroma, color, sabor, apariencia y aceptabilidad).

A lo largo de la investigación, se obtendrán datos de: cantidad de residuos orgánicos utilizados para la elaboración de vinagre, cantidad de vinagre producido y la experimentación a nivel de laboratorio del proceso.

Mediante la producción de vinagre se espera aportar con una alternativa de reutilización de residuos orgánicos, mismos que al no tener un tratamiento adecuado de descomposición, generan problemas de contaminación principalmente a suelos y ríos. Esto se genera cuando las bacterias comienzan a descomponer los residuos orgánicos utilizando procesos de respiración aeróbica y anaeróbica, el líquido resultante de la descomposición se mezcla con el agua de la lluvia y se producen las aguas de lixiviación que al entrar en contacto con los suelos se filtran hasta llegar a aguas subterráneas contaminándolas. (Palacios, 2017)

Murillo Fuentes & Chuya Chuy (2015) afirman que “el vinagre se consigue de la fermentación acética del vino, mediante las bacterias (*Mycoderma aceti*) y también de la fermentación de diferentes pulpas de frutas y vegetales” (págs. 3-4). Pizarro Casne (2005) señala que “el método más utilizado para la elaboración de vinagre se da mediante la acetificación de soluciones alcohólicas derivadas de materiales azucarados, el proceso de fermentación se realiza por la actividad de cepas de bacterias propias de la materia prima”. La cáscara y residuos de la piña que no se utilizan en la elaboración de productos derivados de la misma como; mermeladas,



pulpas, jugos, conservas e incluso del consumo en fresco pueden ser la materia prima para obtener vinagre natural.

Finalmente, esta tesis busca fundamentar y demostrar la viabilidad del uso de los residuos orgánicos de la piña (cáscara) para la elaboración de vinagre, generando un impacto positivo en cuanto a la disminución de la contaminación del medio ambiente, proveniente de la lixiviación de los líquidos que se genera al no darle el debido tratamiento de descomposición a esta fruta. De esta forma se dará un valor agregado a la cáscara de piña y se genera alternativas productivas que disminuyan costos de producción del vinagre, además de incentivar el uso de recursos naturales y promover la creación de productos que contribuyen a la conservación del ambiente.

## I. PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según la (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2020).“la piña es la tercera fruta tropical de mayor importancia económica en el mundo, se estima que su producción a nivel mundial es de 3,2 millones de toneladas (t) en el año 2019, generando un incremento del 5% de producción con respecto al año 2018”. Tras las grandes cantidades de producción de cultivos, procesamiento de la fruta y consumo en fresco, se da un incremento considerable de residuos orgánicos que se obtienen de la plantación de la piña como la cáscara y corazones, residuos orgánicos con un gran aporte en la industria de alimentos. (López Herrera, WingChing Jones, & Rojas Bourrillón, 2014, pág. 384)

Murillo & Chuya (2015) afirman que “la producción mundial de piña es de 17.60 toneladas (t) por hectárea, es decir un total de producción mundial de 848,140 hectáreas lo que representa 14'927.264 toneladas (t) de residuos orgánicos de la piña” (pág. 28).

Según Mora Veliz y Ventura Izquierdo (2018), la piña es una fruta muy apetecida que se cultiva con éxito en el Ecuador, sus principales zonas de cultivo son Santo Domingo, Milagro, Naranjito, Bucay Quevedo, Quinindé, San Lorenzo, Imbabura, Huaquillas, Pasaje, Arenillas y otros sectores en el sur del país. La piña se consume como fruta fresca, en conservas, mermeladas y jugos, pero en la industria se aprovecha solo el 54 % de la fruta que es la pulpa; el resto es considerado desecho (26 % cáscara, 20 % corazón) (pág. 7).

El procesamiento agroindustrial de la piña está dirigido a la elaboración de jugos, pulpas concentradas, jalea y diversos productos. Sin embargo, no está considerada en este proceso la utilización de la cáscara, convirtiéndose este elemento en contaminante para el ambiente, este desaprovechamiento de la cáscara de piña se genera por la falta de conocimiento del producto el cual por naturaleza es 100% útil para el consumo humano. Tan solo el 20% de la fruta es utilizada mientras que el 80% es desechado. (Murillo & Chuya, 2015)

La piña que no cumple con los estándares de calidad para la exportación es vendida a la industria de alimentos a nivel nacional para la elaboración de mermeladas, jugos, piña en conserva, piña deshidratada y pulpa de piña. De este proceso quedan residuos orgánicos

agroindustriales como coronas, corazón y cáscaras del fruto, las empresas en su mayoría desechan estos sobrantes; lo que hace que se genere una problemática con respecto a los residuos orgánicos obtenidos a partir de estos productos, convirtiéndose este elemento en contaminante para el ambiente. (Mahecha Guzmán, 2016, pág. 18)

No toda la piña que se produce en el país presenta las características adecuadas de calidad para ser exportada. Se estima que entre el 10% y el 20% de la fruta es destinada a descarte debido, principalmente, a problemas de forma, tamaño, daño por insectos o roedores, enfermedades, cicatrices, color de la cáscara y problemas fisiológicos como quemaduras de sol. (Rojas Ramírez, 2019)

El consumo de la piña genera cada vez más cantidad de residuos orgánicos tanto de las plantas procesadoras como del consumo en fresco, mismos que tienen como destino final ser depositados en botaderos a cielo abierto constituyendo un problema para el medio ambiente y la salud pública. El crecimiento de residuos orgánicos de la piña se genera a partir del consumo directo o de su industrialización y que por lo general ya no son de utilidad, pero que puede ser materia de aprovechamiento o transformación para generar productos con valor agregado. El problema que se genera de los residuos orgánicos radica principalmente en no existir una clara conciencia ambiental para su manejo. (Dehecho Egúsquiza, 2016)

En la actualidad las plantas procesadoras de alimentos buscan la forma de obtener materia prima a bajo costo, la utilización de residuos orgánicos es una opción viable para la obtención de nuevos productos. Dehecho, (2016) señala que “estos residuos orgánicos pueden sustituir la materia prima utilizada, ya que contiene materiales azucarados (glucosa, fructosa y sacarosa), que representan eficiencia en los procesos de fermentación, para la producción de alcohol y ácido acético”.

Los efectos de los residuos orgánicos, generados por el procesamiento de piña, los mismos que implican en su mayoría a la cáscara, están relacionados principalmente a las prácticas de enterramiento de estos sin un tratamiento previo de descomposición. La falta de controles técnicos y de consideraciones sobre la capacidad de carga del sitio donde son depositados los residuos orgánicos, pueden generar problemas serios por acción de los líquidos generados por la lixiviación de los desechos, los cuales poseen un nivel alto de acidez. Otro de los efectos

sobre el ambiente de la producción de piña es la proliferación de los insectos provenientes al manejo inadecuado de los residuos orgánicos rastrojos del cultivo. (Valdés Díaz, 2018, pág. 10)

Valdés Díaz (2018) señala que, el efecto sobre el aire se expresa específicamente por la proliferación de malos olores en las áreas cercanas a las zonas de disposición tanto de los residuos orgánicos sólidos como líquidos, los subproductos de la piña generan impactos en suelo, aire, agua, flora, fauna y paisaje, es decir que la acumulación de la cáscara de piña produce una pérdida de biodiversidad y la contaminación en las zonas aledañas a los cultivos.

La gran cantidad de residuos orgánicos generados en el Ecuador provenientes en mayor cantidad de fábricas dedicadas a la elaboración de productos obtenidos a partir de la piña, trae consigo efectos negativos para el medio ambiente debido al desconocimiento sobre cómo utilizarlos o darles el debido tratamiento de descomposición, por lo que se genera la necesidad de darle un valor agregado a dichos desechos, generando nuevos productos lo que resultaría una ventaja desde el punto de vista tanto económico como ambiental.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿La obtención de vinagre natural a partir de residuos orgánicos (cáscara) de piña (*Ananas comosus*) tipo Golden Sweet o MD-2 genera un valor agregado a la cáscara de piña?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La utilización de la cáscara de piña en el Ecuador es netamente de manera artesanal, en donde las familias campesinas que viven en las zonas de producción de la piña en especial en Milagro, Santo Domingo de los Tsáchilas, han encontrado una forma de hacer uso de las prácticas artesanales y obtener variedad de productos, como el vinagre (para ensaladas), guarapo (para desinflamar y desintoxicar), harina, pulpa, aromáticas e infusiones. (Murillo & Chuya, 2015, pág. 11)

Los residuos orgánicos de la piña se procesan en mayor cantidad de forma artesanal, es decir siguiendo técnicas tradicionales, siendo un factor favorable para minimizar costo de producción y generar mayores ganancias para las plantas artesanales que buscan dar un valor agregado a

este residuo. Además, se consigue una merma considerable en cuanto a la contaminación del ambiente. Estos productos elaborados bajo la denominación artesanal no están exentos de cumplir con las normas de calidad estipuladas, para que no sean un riesgo a la salud de los consumidores.

El cultivo de la piña (*Ananas comosus*) en el Ecuador, está beneficiado pues tiene características geográficas apropiadas para su desarrollo, existen localidades en las provincias de Guayas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos, El Oro, Esmeraldas y Manabí, donde el clima, la altitud y el suelo le es propicio para cultivar la piña durante todo el año. Según el III Censo Agropecuario Nacional del año 2000, en el país existían alrededor de 5.750 hectáreas de superficie sembrada de piña entre cultivos permanentes, de las variedades Cayena Lisa o Hawaiana y Golden Sweet o MD2. (Pinto Mena, 2012, pág. 1)

Las producciones de vinagre en el Ecuador no se han evaluado de forma detallada, ya que este producto no presenta gran demanda en el mercado. En el año 2011 se hicieron los primeros estudios sobre la importación del producto donde se registró 138 toneladas de producción, durante los años siguientes la producción del vinagre registro 233, 180 y 97 toneladas para los años 2012, 2013 y 2014 y en el 2015 año en el que se registró los últimos datos con 196 toneladas. El análisis realizado por países indica que países como Italia, Chile, Estados Unidos, Perú, Colombia y España proveen la demanda de vinagre en país. Por lo que se requiere reemplazar los productos importados del extranjero por la producción nacional. (Teneda Llerena & Milla Toro, 2018)

El vinagre se considera uno de los condimentos más utilizados en la cocina y en la industria alimentaria, ya que resalta el aroma y sabor de los alimentos, es un buen conservante, impide la proliferación de microorganismos, contiene entre 3% a 5% de ácido cítrico, es un producto bajo en nutrientes, presenta pequeñas cantidades de hierro y magnesio, es prácticamente acalórico, y no contiene vitaminas. (SENC, 2011)

Según Cedeño Toala & Gómez Anchundi, (2017) algunos de los beneficios del consumo de vinagre es que actúa como desintoxicante del cuerpo, mejora el padecimiento de enfermedades reumáticas como la artritis, actúa como purificador de la sangre con respecto a los altos niveles de azúcar y además se utiliza para combatir parásitos.

Tomando en cuenta lo anteriormente mencionado se considera que la elaboración de vinagre natural trae consigo grandes beneficios, al utilizar la cáscara de piña como materia prima, beneficiara a los productores y a las industrias procesadoras, reducirá un gran porcentaje de contaminación de suelos y ríos y aumentara mano de obra, por ende, incremento de trabajo y aumento financiero.

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

### **1.4.1. Objetivo General**

Elaborar vinagre natural a partir de la cáscara de piña (*Ananas comosus*) tipo Golden Sweet o MD2.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Caracterizar la materia prima según el color (verde o amarilla) y estado de madurez (semi-madura o madura).
- Establecer las características fisicoquímicas del vinagre natural de piña.
- Realizar el análisis microbiológico del mejor tratamiento, según lo que establece el Instituto Ecuatoriano de Normalización, norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 296: 2003.
- Evaluar el vinagre mediante un análisis sensorial.

### **1.4.3. Preguntas de Investigación**

- ¿Qué propiedades tiene la cáscara de piña?
- ¿Cuál es el tipo de fermentación que se da para la elaboración del vinagre?
- ¿Qué derivados existen a partir de la cáscara de piña?
- ¿Cuáles son las alternativas de industrialización de estos subproductos?
- ¿Qué características organolépticas, físico químicas y microbiológicas deberá presentar el producto?
- ¿Cuál es la demanda de producción y consumo de vinagre en el Ecuador?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En el proceso de elaboración de vinagre a partir de chirimoya, utilizaron factores de estudio como:

Condición de la materia prima, grado de madurez de la fruta, cepa de levadura utilizada, procesos de fermentación y volumen de inóculo. Para la elaboración de vinagre se tomó en cuenta la fruta de chirimoya integral y la pulpa de chirimoya, la unidad experimental en la fermentación fue de 1.5 kg para la fruta madura y la sobre madura, para acidificación un litro de mosto, durante el proceso de fermentación se evaluó parámetros como el pH, °Brix, alcohol etílico y acidez. Los resultados obtenidos permitieron establecer que no existe diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, se pudo determinar el mejor tratamiento el cual fue comparado con los requisitos para vinagres según la norma INEN 2296: 2003. (Aleman Aleman & Velásquez Obando, 2014, pág. 24)

Taipe Escobar, (2014) en la investigación efecto de la levadura y los grados °Brix en las características del vinagre analizo las características fisicoquímicas y sensoriales del vinagre de piña variedad hawaiana, a distintos porcentajes de levadura (1%, 0,5% y 0,0%) y grados Brix (16 y 18), empleando piñas descartadas. Los resultados obtenidos tras la elaboración del producto con 1% de levadura presentaron 9,1 grado alcohólico, 5,7°Brix, aroma intenso, color intenso, sabor ácido leve, olor intenso, 2,8 de pH, 4,77% de acidez. Con la adición de 0,5% se obtuvo 7,9 de grado alcohólico, 6 °Brix, aroma moderado, color atractivo, sabor ácido agradable, olor intenso, 2,7 de pH, 4,2% de acidez. Para la elaboración de vinagre sin levadura se presentó 1 grado alcohólico, 14 °Brix, color débil, sabor desagradable, olor débil, 2,6 de pH y 3,47% de acidez. Se determinó que la mejor muestra es la que contiene 1% de levadura con 18 °Brix al presentar mejores características sensoriales y fisicoquímicas. (pág. 1)

En el proyecto de investigación efecto del método de fermentación acética en las características fisicoquímicas y sensoriales en vinagre de naranja agria y piña se comprobó mediante:

El uso de los excedentes de producción, se midió acidez, concentración de azúcares y pH, también se evaluó la concentración de compuestos fenólicos e índice de amarillez en vinagres, cada tratamiento fue evaluado sensorialmente utilizando una prueba de aceptación con una

escala hedónica y panelistas no entrenados, los resultados obtenidos mostraron que la velocidad de producción de ácido acético, la concentración de compuestos fenólicos y el color es afectada debido a un mal proceso de aireación, en cuanto al pH se obtuvieron valores 3.4 a 2.9, la concentración de azúcar disminuyó y el contenido de compuestos fenólicos aumentó de manera considerable, para el índice de amarillez se notó diferentes tonalidades en cada tratamiento debido a la caracterización de la materia prima en cuanto al color que presentó la fruta. (Rodríguez Barahona & Sarabia Trujillo, 2012, pág. 3)

Chamorro Vaca & Herrera Tenganán (2012) en la obtención de vinagre a partir del fruto de ovo, utilizaron factores de estudio como: fruta semi-madura y madura, cantidad de levadura en el proceso de fermentación y volumen de inóculo en el proceso de acidificación. Para esto se realizó una selección de fruta al iniciar la maduración, tiempo de maduración, temperatura del cuarto de almacenamiento, variación del color de la fruta, sólidos solubles en la maduración y pH, para el producto terminado se evaluaron pH, Brix, Acidez total, Alcohol etílico, turbidez y densidad. (pág. 9) Los resultados obtenidos mostraron que el T8 fue el mejor, presentando valores de 2.67 a 2.9 para el pH, 5.26 de °Brix, 3.83 de acidez, 1% de grado alcohólico, turbidez con un valor de 67,3 NTU, parámetros óptimos que demuestran la calidad del vinagre para su posterior consumo.

En el trabajo de investigación establecimiento de parámetros para la obtención de vinagre de piña se evaluó la influencia de la temperatura y agitación en la fermentación acética del mosto alcohólico, para obtener un producto final (vinagre de piña) que cumpla con los requisitos establecidos en la norma INEN 2296 (2003), la materia prima utilizada fue el jugo de cáscaras, corazones y el jugo de pulpa de piña para la fermentación alcohólica, mientras que, en la fermentación acética los parámetros analizados fueron la temperatura y la agitación, al realizarse los análisis fisicoquímicos y microbiológicos para aquellos tratamientos que alcanzaron el pH y acidez, se determinó que el mejor tratamiento fue el T2, el cual obtuvo valores de pH de 2,8, acidez de 4,1 y 0,9 de grados de alcohol, presentó ausencia de microorganismos, demostrando que para que el tiempo de fermentación sea menor y no haya presencia de microorganismos debe existir un medio apropiado de temperatura, evitar la agitación, ausencia de luz y un correcto sistema de aireación. (Rosero Muñoz & Regalado Imbaquingo, 2016, pág. 1)



## 2.2. MARCO TEÓRICO

Existen varios conceptos que se atribuyen a los residuos orgánicos a continuación se citara el siguiente, según la norma (INEN, 2014) en la NTE INEN: 2841 se denomina residuo orgánico a: “Los residuos biodegradables que se caracterizan porque pueden descomponerse naturalmente y tienen la característica de poder transformarse, degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica. Ejemplo: los restos de comida, frutas y verduras, sus cáscaras, carne, huevos, entre otros”.

### 2.2.1. Generalidades

Nombre común: Piña

Nombre científico: *Ananas Comosus*

Según Murillo & Chuya (2015), menciona que “la piña es la tercera fruta tropical con mayor volumen de producción a nivel mundial después del banano y el mango, la piña se denomina con el nombre de ananá es originaria de América y particularmente del sector tropical del sur, pertenece a la familia de las bromeliáceas”.

La piña es rica en carbohidratos, contiene hierro, potasio, calcio, fósforo, sodio, proteínas, azúcares, vitamina A, B1, B2, B3, B6, C, agua, hidratos de carbono, grasas celulosas, magnesia, azufre, cloro, yodo, ácido málico y cítrico; azúcares naturales y bromelina. El consumo de piña es un tratamiento que ayuda a combatir el cáncer y la obesidad, también se recomienda en el caso de histeria e infecciones del intestino, cálculos renales, hipertensión, artritis, anemia, estreñimiento, agotamiento mental, pérdida de la memoria y digestiones difíciles; limpia, vigoriza y tonifica el organismo. (Murillo & Chuya, 2015) En la tabla 1 se muestra los componentes nutricionales más importantes que contiene la piña.

**Tabla 1.** Componentes nutricionales de la piña

Grasa	Fibra dietética
Carbohidratos	Vitamina A
Proteína	Sodio
Calcio	Azúcar
Colesterol	Vitamina C

Fuente: Tomado de Lituma Márquez (2013)

Según la (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2020) afirma que la demanda mundial de la piña ha aumentado considerablemente en los últimos años, al pasar a ser la segunda fruta tropical con mayor producción mundial alcanzando un volumen de producción de aproximadamente 28,3 millones de toneladas en el año 2018, los países que no son productores adquieren la fruta en fresco para posteriormente procesarla realizando jugos y conservas, una vez procesada se realiza la exportación a terceros países o a los mismos países productores.

### **2.2.2. Tamaño o calibre de la piña**

Según, (Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo, 2013). “Los calibres apropiados para la cosecha de la piña son: C6, C8, C10, con grados de madurez de 0, 1, 2, 3, 4, 5 y un grado Brix (contenido de azúcar de la fruta) 14, 17, 18.5. (Grados de maduración)” (pág. 9).

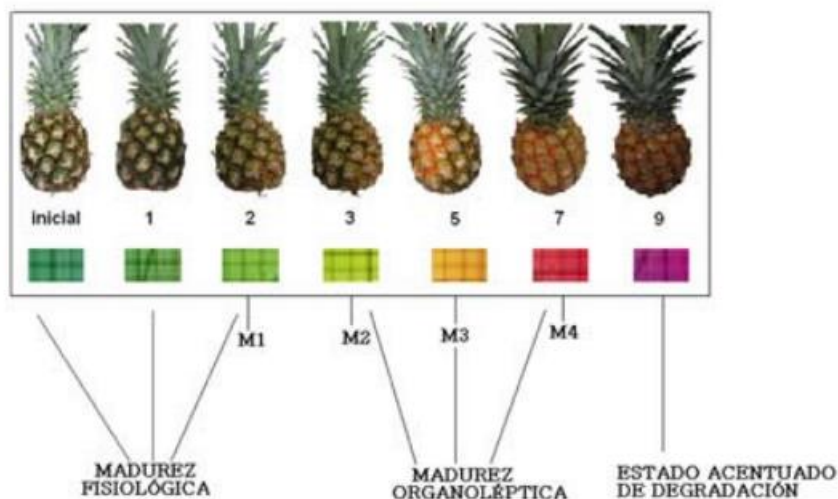


Figura 1. Descripción de la Escala de Maduración y Carta de Colores; tomado de (García Taín, García Pereira, Hernández Gómez, & Pérez Padrón, 2011)

### 2.2.3. Color del fruto

Según Franco Castillo, (2017) el color de la piña se puede caracterizar cuando se genera el cambio de coloración de la cáscara de verde a amarillo, la tonalidad de color de la fruta con coloración amarilla en el momento de la cosecha depende de la variedad y del mercado final a que se dirige el producto, el color externo de la fruta está directamente relacionado con su grado de madurez fisiológica. Es importante tener en cuenta que la fruta cosechada reduce sus procesos metabólicos, sin embargo, después de ser cosechada esta llega al consumidor final con un grado de madurez mayor y por lo tanto presenta más coloración amarilla. (pág. 12)

### 2.2.4. Índice de madurez de la piña y variación del índice de color

La maduración de la piña se presenta como un conjunto de cambios externos, principalmente de la coloración del pericarpio (cáscara) el cual se da debido a la ruptura de las células de la clorofila (pigmento fotosintético) que otorga el color verde presente en las plantas y frutos, también se presenta cambios en el peso y la firmeza que tiende a disminuir al madurar, en contenido de azúcares aumenta y la acidez total baja. (Gamboa Barboza , 2006)

En el desarrollo de la piña el proceso de maduración transforma un tejido fisiológicamente maduro, pero no comestible en otro visual, olfatorio y gustativo, la

maduración organoléptica se puede realizar en el árbol y para la fruta ya recolectada, es decir que comienza durante los últimos días de maduración fisiológica y conduce a la senescencia de la fruta. Los cambios más significativos durante el proceso de maduración son el color, sabor, olor, y textura, con la maduración de la fruta disminuye el color verde, debido a una disminución de su contenido de clorofila y a un incremento de la síntesis de pigmentos de color amarillo. (García Taín, García Pereira, Hernández Gómez, & Pérez Padrón, 2011)

La piña al presentar un patrón de respiración no climatérico, por la baja producción de etileno durante el proceso de maduración, se debe cortar en las primeras etapas de maduración, pero que presente una coloración verde en la cáscara, es decir de 2 a 3 semanas antes de su maduración comercial o de consumo. La madurez de la piña se identifica mediante el color que presente la cáscara, la variación de color verde a amarillo es un indicio de que la fruta llegara a su madurez completa. (Lituma Márquez, 2013)

Algunos aspectos a tomar en cuenta para determinar el estado de madurez de la piña es el grado de coloración de la cáscara, donde para que el fruto llegue a su completa maduración debe presentar en mayor porcentaje coloración amarilla, translucidez apropiada (coloración interna de la fruta) de 2.00 -3.00, °Brix (concentración de sólidos solubles) de 13 a 14 y pH (concentración de iones de hidrógeno) de 3.6. (Gamboa Barboza , 2006)

La mayoría de los alimentos vegetales deben su color a sus correspondientes pigmentos. Los principales pigmentos responsables de la coloración de los vegetales son: carotenoides, cuyo color varía de amarillo a naranja y rojo; clorofilas, el pigmento vegetal que más abunda en la naturaleza, las hojas de la mayoría de las plantas deben su color verde a este pigmento; antocianinas, responsables de los colores rojo, naranja, azul y púrpura; flavonoides, pigmentos, generalmente amarillos; betalaínas, divididos en dos grandes clases, betacianinas de coloración roja, y betaxantinas de color amarillo; y taninos, cuya coloración varía de amarillo-café a incoloro (Contreras, 2007).

El color al ser una percepción e interpretación subjetiva, es decir que se puede determinar mediante la percepción humana y órganos de los sentidos (vista), las diferentes tonalidades

de color que tiene una muestra pueden generar confusión, para evitar esto y asegurar que una muestra cumpla con el estándar de color apropiado debe ser expuesto en términos numéricos. Hoy en día para obtener las medidas del espacio de color  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  se utilizan colorímetros manuales equipos portátiles que tienen luz LED y filtros de color, utilizados en la medición de color en alimentos para frutas, hortalizas y granos. Generalmente estos equipos miden pequeñas áreas, lo que resulta en áreas no representativas por lo que se debe realizar repeticiones en el proceso. (Bonilla González & Prieto Ortíz, 2016)

Una de las propiedades que mejor describe el proceso de maduración en la piña lo constituye el índice de color, el cual describe la coloración de la epidermis de la fruta, permitiendo seguir la evolución de la maduración. García et al., (2011) indica que para ello existen tres parámetros  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , aplicando el sistema CIELAB, siguiendo el estándar de iluminación de la escala espectral, donde  $L^*$  es el valor de la luminosidad con valores entre 0 que indica negro y 100 blanco,  $a^*$  es la variación de color del verde a rojo con valores entre -100 y 100 siendo los valores negativos el color verde y positivos el rojo y  $b^*$  corresponde a la variación de color de amarillo a azul siendo los valores negativos el color azul y los positivos el amarillo. Para el eje  $a$ , se mide la pureza del color y el eje  $b$  el tono de color.

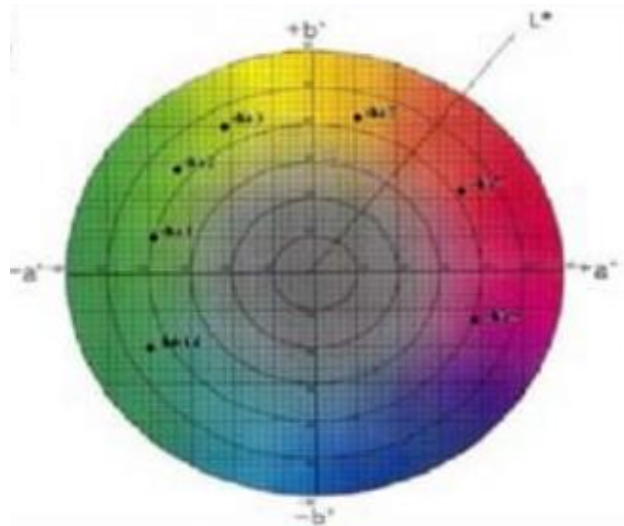


Figura 2. Diagrama Espectral con la Ubicación de los datos de IC (Índice de Color); García Taín, García Pereira, Hernández Gómez, & Pérez Padrón, (2011).

### **2.2.5. Procesamiento de la piña y sus residuos**

Las formas más comunes de industrialización son las rebanadas y trozos en almíbar enlatados, purés y jugos. Los residuos orgánicos de la industrialización de la piña representan hasta el 65% del fruto, utilizándose solo el restante 35-44%, lo que representa una gran disminución del producto total. Mediante procesos especiales y en pocas ocasiones suelen aprovecharse los desperdicios orgánicos de la piña. (Sánchez Hernández, Ahuja Mendoza, & Acevedo Gómez, 2015)

Mediante procesos especiales suelen aprovecharse sobre una base comercial los residuos orgánicos de la piña, los cuales todavía contienen el 11% de sólidos solubles, de los cuales del 75 a 80% son azúcares, del 7 a 9% es ácido cítrico. Además de los residuos provenientes del fruto, se genera el rastrojo, el cual corresponde al material vegetal de la planta, el aprovechamiento de las fibras de rastrojo de piña en materiales compuestos es una alternativa a las prácticas de eliminación de estos desechos. (Sánchez Hernández, Ahuja Mendoza, & Acevedo Gómez, 2015)

### **2.2.6. Variedades, normas de calidad y usos**

#### **2.2.6.1. Variedades**

Las variedades de piña introducidas al país han ido mejorando sus propiedades y características de acuerdo a las exigencias de los mayores consumidores a nivel nacional e internacional, entre las variedades más importantes está la Hawaiana que es usada como insumo para elaborar conservas y la Golden Sweet es utilizada para la extracción de pulpas y el consumo en fresco. (Mejía Carrillo & Torres Burgos, 2015)

Según la Existe una gran variedad de piña, las variedades más extendidas en los cultivos comerciales frescos o transformados se limitan a algunos tipos:

- **Cayena Lisa**, abarcaba la mayor parte de la producción mundial, su fuerte rendimiento, su buen potencial de conservación, su forma cilíndrica, la escasa presencia de espinas y sus

buenas calidades organolépticas la convirtieron en el prototipo de piña destinada al comercio. (CNUCED, 2017)

La parte externa del fruto es de color amarillo rojizo al estar madurada. Es una variedad bastante susceptible a enfermedades, pero se han desarrollado clones resistentes a algunas de ellas y es utilizada en la industria para enlatados. (Mora Veliz & Ventura Izquierdo, 2018)

- **Golden Sweet o MD2**, revolucionó el sector de la piña transformándolo de forma considerable y duradera, su sabor dulce y azucarado es muy apreciado por el consumidor. Esta variedad medio espinosa se impuso gracias a su buen rendimiento, su poca sensibilidad a la mancha negra y a los parásitos telúricos y su estupendo potencial de conservación. (CNUCED, 2017)

La planta es de rápido crecimiento que resulta en un ciclo de producción más corto; además los rendimientos de producción y de tamaño de la fruta son bastante elevados. Actualmente es la de mayor auge y preferencia en el mercado internacional por sus atributos sensoriales, logrando mayores precios que otras variedades. (Mora Veliz & Ventura Izquierdo, 2018)

- **Queen Victoria**, pertenece al grupo Queen y es una piña pequeña y espinosa que gusta por sus cualidades organolépticas. Esta variedad poco extendida se produce principalmente en la zona del océano Índico y se exporta en estado fresco a los mercados europeos. Es bastante productiva pero sensible a la mancha negra y a los parásitos telúricos. (CNUCED, 2017)
- **Milagreña o perolera**, procedente del Brasil y hasta hace poco la más cultivada, su fruto se destina únicamente al consumo local como fruta fresca, de gran tamaño, tiene forma cónica y ojos profundos, corazón grueso, pulpa blanca, es poco adecuada para la industrialización, posee un corazón grueso y pulpa blanca, característica que hace que sea muy poco usada para la industrialización. (Mora Veliz & Ventura Izquierdo, 2018)

### **2.2.6.2. Normas de calidad**

Una de las normas más importantes que rigen la elaboración de vinagre es la Norma Internacional Codex Alimentarius la cual fue elaborada conjuntamente por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Recopila los diferentes aspectos relativos a la calidad a los que debe responder la piña (*Ananas comosus*) destinada al mercado fresco. (CNUCED, 2017)

En el Ecuador la norma que rige a este producto es la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA: NTE INEN 1836. “Establece los requisitos para la piña destinada para consumo en estado fresco, después de su acondicionamiento y a los frutos destinados para procesamiento industrial, que se comercialicen dentro del territorio ecuatoriano” (Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2015).

### **2.2.6.3. Usos**

El mayor consumo de la piña es en fresco, pero también se comercializa en gran cantidad de forma transformada. La más extendida es la conserva y al considerarse un producto de IV gama, abarca frutas frescas cortadas y envasadas en bolsas o bandejas, se realiza confituras y segmentos fritos transformados a partir de una fruta fresca, se consume como zumo simple o concentrado, vino de piña, vinagre, purés o segmentos de fruta congelados, piña deshidratada y/o confitada y por último, las hojas de piña pueden utilizarse como componente de la alimentación del ganado, por la industria papelera o para la confección de fibras. (CNUCED, 2017)

## **2.2.7. Impactos medioambientales y sociales**

### **2.2.7.1. Impactos medioambientales**

El cultivo de la piña incide en el medio ambiente, ya que perjudica las características naturales del lugar, provocando el empobrecimiento del suelo y su erosión. La producción industrial, que produce la mayoría de las frutas destinadas tanto a la exportación fresca como a la transformación, conlleva importantes consecuencias en el medio. En el caso de



cultivos extensos e intensivos, las necesidades de agua son por lo general importantes, el uso frecuente y abundante de insumos agrícolas, necesarios en el cultivo de la piña, como abonos o productos para tratamientos, también representan un riesgo de contaminación o degradación ecológica, además los efectos negativos en los productores y ganaderos vecinos son frecuentes, ya que se contaminan productos alimenticios de origen vegetal cercanos a las plantaciones. (CNUCED, 2017)

#### **2.2.7.2. Impactos sociales**

Los impactos sociales que conlleva la instalación de una gran plantación de piña son múltiples, dispares e, incluso, antagonistas. Son positivos y socialmente estructurantes, puesto que requieren una abundante mano de obra. De esta manera, ofrecen un gran número de empleos permanentes o estacionales. Pero estas mejoras suelen ser limitadas y minimizadas por las condiciones de trabajo y de vida de los empleados: salarios bajos en relación con los trabajos efectuados. Además, el uso regular y más o menos intensivo de productos fitofarmacéuticos en condiciones de seguridad variables expone a los trabajadores a sustancias tóxicas que pueden alterar su salud. Las condiciones de vida en un medio ambiente más o menos contaminado pueden causar enfermedades graves. (CNUCED, 2017)

#### **2.2.8. Países productores de piña a nivel mundial**

Las previsiones indican que la producción de piña, la segunda fruta tropical más importante en cuanto a producción mundial registra un aumento de 3,2 millones de toneladas. Con un porcentaje de incremento del 5% anual en el año 2019, entre los países más productores de piña esta Costa Rica, el cual ha disminuido su porcentaje de producción debido a los cambios climáticos, otros grandes productores de piña son el Brasil y Filipinas, con una participación en el volumen total estimada en un 10 %, seguidos de China, la India y Tailandia. (Altendorf, 2017)



Figura 3. Producción y comercio mundiales en relación con las frutas tropicales más cultivadas; (Altendorf, 2017)

### 2.2.9. Producción de piña en el Ecuador

En Ecuador, se registra las primeras plantaciones de piña a principios de siglo XX, con la piña nacional o también llamada milagreña, la cual abastecía únicamente el mercado local, luego se introdujo la piña de variedad Cayena Lisa o más conocida como Hawaiana y se empezó a cultivar a inicios del año 1970, esta variedad se considera una de las más consumidas en mercados internacionales y por último en el año de 1996 se introdujo la variedad Golden Sweet o MD2, que a diferencia de las variedades antes ya mencionadas esta presenta un sabor mucho más dulce, de color dorado y con mayor contenido de vitamina C, además tiene un tamaño y peso mucho mayor. (Mejía Carrillo & Torres Burgos, 2015)

La producción de piña en el Ecuador ha crecido de forma considerable en los últimos años gracias a las buenas condiciones para el cultivo que posee el país, en la última década se registró un incremento de 5.73% en la superficie cosechada, mientras que la producción de fruta fresca medida en toneladas métricas ha tenido un incremento del 3.49%. La posición que ocupa Ecuador a nivel mundial es la número 5 con una participación de 3.06%. (Mejía Carrillo & Torres Burgos, 2015)

### **2.2.10. Comercialización**

Mora Veliz & Ventura Izquierdo (2018), indican que a nivel mundial existe una gran demanda de esta fruta, considerándose a Costa Rica el mayor productor de piña, entre los países que más la consumen destacan Estados Unidos, Holanda y Alemania. Sin embargo, al ser una fruta muy apetecida se cultiva con gran éxito en el Ecuador y por lo general se produce durante todo el año gracias al clima tropical y adecuados sistemas de riego.

Según el comercio El Productor (2021), Se considerada a la piña como una de las frutas tropicales más finas del mundo y con mayor demanda por su sabor y aroma, además del contenido en vitaminas, Se estima que en los últimos años ocupa el cuarto lugar de exportación en el agro ecuatoriano. Las empresas con mayor participación en la exportación de la fruta con destino a Estados Unidos y Europa en el país son:

- Terrasol con el 40.20% de su producción
- AgroEden el 25.25%
- Frugal que representa el 14.27%

El resto del porcentaje proviene de exportadoras más pequeñas como:

- Compañía Agroindustrial Ecuaplantation S.A.
- La portuguesa
- Conserva Guayas
- Tropifrutas

### **2.2.11. Zonas de cultivo de piña en el Ecuador**

Según Lituma Márquez (2013) señala que, la producción de Piña en Ecuador ha aumentado considerablemente según datos oficiales de la Asociación de Productores de Piña del Ecuador (Asopiña) que agrupa a exportadores y productores de la Costa y la Sierra del país, ha indicado que actualmente se exportan 100 contenedores semanales a los diferentes mercados de destino de la fruta, con una producción cercana a las 2,500 hectáreas. Según Lituma Márquez (2013) “as principales zonas de cultivo de piña en Ecuador se encuentran en las provincias de: El Oro

(Huaquillas, Pasaje y Arenillas), Guayas (Milagro, Yaguchi y Naranjito), Pichincha (Santo Domingo), Esmeraldas (Quinindé y San Lorenzo), Manabí (Portoviejo y Chone)”.

Los lugares ya antes mencionados se consideran como óptimos para el cultivo de esta fruta por sus terrenos planos y ondulados con pendientes máximas del 20%, a eso se suma su temperatura que está entre 18 y 30 °C, la humedad de la atmosfera está entre 85% y 89%, es decir que se considera rentable la producción de piña en esas zonas del país. (Mejía Carrillo & Torres Burgos, 2015)

Lituma Márquez (2013) indica que la “temperatura óptima para el cultivo de la piña debe estar entre los 20 a 30 °C, siendo 23 – 24 °C el óptimo; cuando la temperatura desciende a 10-16 °C, detiene su crecimiento. Las plantas soportan temperaturas sub congelantes por períodos muy breves; por el contrario, cuando las temperaturas sobrepasan los 30 °C, se presentan daños en plantas y/o frutos, porque la respiración y el metabolismo se aceleran”.

#### **2.2.12. Características de la piña variedad Golden Sweet (MD-2)**

La piña variedad Golden Sweet (MD-2) denominada Amarilla o Dorada, es un cultivar producto del cruce de dos híbridos (PRI 581184 x PRI 59443) y se conoce que uno de sus progenitores proviene de Cayena lisa, esta variedad ha sido preferida y se ha mantenido como el número uno en los mercados mundiales. La planta es de rápido crecimiento y de ciclo de producción más corto; además, es una fruta muy dulce y jugosa, aunque se reconoce que es más susceptible al daño mecánico. (Rodríguez, y otros, 2016)

La piña de esta variedad presenta color dorado en la cáscara a medida que va madurando, su sabor es mucho más dulce, contiene un alto nivel de vitamina C, sabor tropical, exótico y bajo nivel de acidez. Además de que tiene fibra y enzimas ideales para proteger el sistema digestivo, ayuda a mantener el peso con una dieta balanceada. Por su valor nutritivo protege contra el cáncer y fortalece el corazón. (Lituma Márquez, 2013)

Según Franco Castillo, (2017) la variedad Golden Sweet MD-2 es originaria de Costa Rica con madurez temprana, es de doble propósito: para consumo en fresco o procesada, de pulpa firme, compacta, de color amarillo, con un sabor diferente, es una fruta cilíndrica con hombros bien formados, no escalda, con mayor vida de anaquel que Cayena y Champaka. Se cotiza a mayores

precios en el mercado internacional, pero es menos susceptible al oscurecimiento interno, pudrición del cogollo y de la raíz.

#### **2.2.13. Zonas de cultivo en el Ecuador de la variedad Golden Sweet MD-2**

En las costas del Ecuador es donde más se produce esta variedad, la ubicación de las plantaciones en el Ecuador son factores claves en la producción de la piña MD-2, ya que posee las condiciones perfectas para el crecimiento de la piña. En el país existen pocas hectáreas de cultivo de piña de la variedad MD-2. Las principales zonas donde se produce la fruta son Santo Domingo de Tsáchilas y Los Ríos. Actualmente, Ecuador cuenta con algunas hectáreas sembradas de piña, de la variedad MD-2, que tiene sus principales zonas de cultivo en Los Ríos, El Oro, Guayas, Pichincha, Santo Domingo, Esmeraldas y Manabí. (Lituma Márquez, 2013)

#### **2.2.14. Propiedades de la cáscara de piña**

En cuanto a su composición nutricional, la mayoría de los subproductos de la piña se caracterizan por su alto contenido de energía en términos de nutrimentos digestibles totales mayores al 59%, además se estima que la cáscara corresponde al 19% de la fruta fresca. Este desecho está formado principalmente por lignina, celulosa y hemicelulosa, polímeros naturales presentes en los materiales vegetales, además posee grandes porcentajes de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y de carbohidratos no fibrosos (CNF). (Elizondo Salazar & Campos Granados, 2014)

Según Mora Veliz & Ventura Izquierdo (2018), la fibra que se obtiene a través de las cáscaras de piña contiene un alto nivel de fibra dietética con un porcentaje del 70.6% soluble e insoluble, es utilizada para elaborar una gran variedad de subproductos. La fibra usualmente se compone de celulosa (presente en granos de cereales, parte de la pared celular vegetal), hemicelulosa y sustancias pépticas (presente en las cáscaras de varios frutos).

Otra de las propiedades que posee la cáscara de piña es su actividad antioxidante, la cual es asociada a un elevado contenido de miricetina, principal polifenol identificado y que puede ser el responsable de la actividad antioxidante encontrada en este subproducto. (Ramírez & Pacheco de Delahaye, 2009)

### **2.2.15. La cáscara de la piña con valor agregado artesanal**

Las características y propiedades naturales que presenta la cáscara de piña tiene muchos años de antigüedad, hoy en día la utilización de este residuo orgánico radica en las costumbres artesanales que inculcan nuestros mayores, los cuales fomentan costumbres habituales para consumir los residuos orgánicos de la cáscara de piña, algunas de estas costumbres incluye a la cáscara de piña en la elaboración de guarapo, bebidas aromáticas, vinagres, entre otros, uno de los procesos en los que es utilizada la cáscara dándole un valor agregado, es extraer el agua de la cáscara de la piña que sirve como beneficio depurativos diuréticos ayudan a disolver los cálculos renales, a su vez es útil para perder exceso de líquido corporal, es una dieta de consumo diario para el adelgazamiento, ayuda eliminar toxinas y disminuir la grasa corporal. No se debe confundir el zumo o pulpa de piña con el agua que se obtiene de la cáscara, la misma que tiene un proceso diferente para ser extraída, ya que necesita pasara un por un proceso de lavado y la cocción. (Murillo Fuentes & Chuya Chuya, 2015)

### **2.2.16. El vinagre**

El vinagre es una solución diluida de ácido acético hecho por fermentación, a la que se le agregan sales y extractos de otras materias, todo vinagre se hace por dos procedimientos bioquímicos distintos y ambos son el resultado de la acción de microorganismos. De tal manera que proceso sea regulado por la Comisión del Codex Alimentarius, con el fin de obtener un aroma particular característico de cada tipo de vinagre apto para el consumo humano. El vinagre es un ingrediente versátil de las comidas como resaltador del sabor o condimento, preservando naturalmente los alimentos. Suele tener un 5-6 % de ácido acético, 4 a 6% de acidez total, entre 2,3 a 2,8 de pH y un porcentaje de grados de alcohol no superiores a 1. ( Cedeño Toala & Gómez Anchundia, 2017)

### **2.2.17. Clases de vinagre**

Las clases de vinagre según (Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2003):

- **Vinagre de vino.** Es el vinagre obtenido por fermentación acética del vino.

- **Vinagre de fruta, baya, sidra.** Son vinagres obtenidos por fermentación alcohólica y acética de las frutas o del vino de frutas, bayas o sidra.
- **Vinagre de alcohol.** Es el vinagre obtenido por fermentación acética de alcohol etílico destilado de origen agrícola.
- **Vinagre de grano.** Es el vinagre obtenido sin destilación intermedia por el procedimiento de doble fermentación: alcohólica y acética, de cualquier cereal en grano, cuyo almidón se ha desdoblado en azúcares mediante un procedimiento distinto al de la diastasa de la cebada malteada.
- **Vinagre de malta.** Es el vinagre obtenido sin destilación intermedia por el procedimiento de doble fermentación: alcohólica y acética, a partir de la cebada malteada con o sin adición de cereales en grano cuyo almidón se ha desdoblado mediante la diastasa de la cebada malteada.
- **Vinagre de suero de leche.** Es el vinagre obtenido sin destilación intermedia del suero de leche.
- **Vinagre de miel de abejas.** Es el vinagre obtenido sin destilación intermedia de la miel de abejas. INEN (2003)

### 2.2.18. Fermentación

Conjunto de reacciones químicas catalizadas por enzimas, cuyo soporte es el material celular. Los reactantes son materiales biológicos a los que se les añade sustancias minerales, compuestos orgánicos sintéticos y naturales. Las fermentaciones se desarrollan por lo general en presiones y temperaturas cercanas a las del ambiente y condiciones fisicoquímicas controladas. (Rosero Muñoz & Regalado Imbaquingo, 2016)

El significado científico de la fermentación es que la energía de levitación anaeróbica del metabolismo de unos nutrientes, tales como el azúcar, convierte a estos nutrientes en ácido láctico, ácido acético, y etanol. Estos son el producto final de fermentación de algunos

microorganismos, en el caso de la fermentación alcohólica las (*Saccharomyces cerevisiae*) que produce alcohol etílico y dióxido de carbono. En un significado más amplio, la fermentación hace referencia al crecimiento de microorganismos en los alimentos. Aquí, no se establece diferencia entre metabolismo aeróbico (el oxígeno es usado) y anaeróbico (no es usado oxígeno). En otras palabras, la fermentación cambiará gradualmente las características de los alimentos por la acción de enzimas, producidas por algunas bacterias, mohos y levaduras. (Balconi Taracena, 2011)

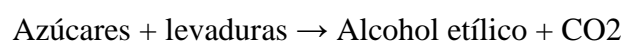
Uno de los factores más importantes durante la fermentación es la temperatura, una levadura puede resistir temperaturas muy bajas donde permanecerá estable, sin embargo, el calor excesivo las mata. Un mosto que supera los 35 grados es un ambiente destructor de (*Saccharomyces cerevisiae*). Si la temperatura comienza a aumentar, la actividad de las levaduras se vuelve más y más lenta y lo que se debe hacer es tratar de bajar lentamente la temperatura sin recurrir a cambios bruscos. A unos 15 a 18 grados esta levadura puede hacer muy bien su trabajo, mientras más alta sea la temperatura, menos pura resulta la fermentación alcohólica por lo que se presentara una menor cantidad de etanol. (Balconi Taracena, 2011)

### **2.2.19. Fermentación alcohólica**

Es un proceso anaeróbico realizado por las levaduras y algunas clases de bacterias. Estos microorganismos unicelulares modifican el azúcar en alcohol etílico y dióxido de carbono, para obtener como productos finales un alcohol en forma de etanol. ( Cedeño Toala & Gómez Anchundia, 2017)

La fermentación alcohólica es el proceso por el que los azúcares contenidos en el mosto se convierten en alcohol etílico, para llevar a cabo este proceso es necesaria la presencia de levaduras, hongos microscópicos que se encuentran de forma natural en la fruta.

- El proceso, simplificado, de la fermentación es:



- La ecuación balanceada de la reacción de fermentación alcohólica es la siguiente:





La fermentación alcohólica es un proceso donde se desprende energía en forma de calor. Es necesario controlar este aumento de temperatura, ya que, si ésta ascendiese demasiado, las levaduras comenzarían a morir deteniéndose el proceso fermentativo. Uno de los productos resultantes de la fermentación es el dióxido de carbónico (CO<sub>2</sub>) en estado gaseoso, lo que provoca el burbujeo, la ebullición y el aroma característico del mosto en fermentación. Esta ebullición hace que las partes sólidas (cáscara) suban a la superficie del mosto formándose una capa en la parte superior del depósito llamado “sombbrero”. El proceso fermentativo termina cuando ya se han consumido prácticamente todos los azúcares y cesa la ebullición. (Balconi Taracena, 2011)

#### **2.2.20. Fermentación acética**

Se define fermentación acética a la conversión de etanol producido en fermentación anaeróbica, llevándose a cabo en presencia de oxígeno, la fermentación se detiene cuando existe la presencia de un mínimo, aunque finito residuo de etanol para evitar la sobre oxidación a CO<sub>2</sub> y agua. (Rosero Muñoz & Regalado Imbaquingo, 2016)

Este proceso se genera con la exposición al aire, el ácido acético es producido mediante la fermentación de varios sustratos, como solución de almidón, soluciones de azúcar, o productos alimenticios alcohólicos como vino o sidra, con bacterias de Acetobacter. Durante el proceso, el alcohol etílico es transformado totalmente en ácido acético y agua por acción de bacterias del grupo acetobacter en presencia de oxígeno, es decir que son bacterias aeróbicas. (Balconi Taracena, 2011)

- Los principales cambios químicos involucrados en la fermentación acética pueden ser representados por la siguiente ecuación:



### **2.2.21. Obtención del vinagre**

El vinagre es un producto que se obtiene mediante dos procesos de fermentación, la primera etapa se realiza en una fermentación alcohólica, donde el azúcar es transformado en alcohol en ausencia de oxígeno (proceso anaeróbico). Para la fermentación alcohólica se utiliza levadura seca, previamente activada para ellos se pone agua hervida tibia y azúcar, para luego diluir la levadura agitando levemente, hasta que se note la formación de burbujas. La levadura se agrega al mosto, se agita y se deja en rasposo durante 12 días en un lugar seco y fresco sin exposición a la luz. Para que el proceso de fermentación alcohólica no se contamine con microorganismos que no son levaduras alcohólicas, es necesario colocar una trampa de fermentación la cual debe impedir la entrada de oxígeno, pero debe tener espacio suficiente para eliminar CO<sub>2</sub>. La segunda etapa consiste en una fermentación acética, donde el alcohol es oxidado transformándose en ácido acético en presencia de oxígeno (proceso aeróbico). En esta etapa se procede a retirar residuos sólidos de las frutas, se permite la entrada de oxígeno, cubriendo el biorreactor en la parte superior con una tela fina que permita un correcto sistema de aireación. El proceso se realiza a temperatura ambiente con un aproximado de 15 a 18 °C. Después de transcurrido el tiempo de fermentación acética y una vez formado la capa de color blanca en la superficie se puede decir que termina el proceso de fermentación. Posteriormente se filtra y se envasa. (Colquichagua, 2002)

### **2.2.22. Preparación del mosto**

Para la preparación del mosto se pesa la cantidad de materia prima, se adiciona agua purificada o agua hervida fría y se le coloca en el biorreactor de fermentación, luego se le adiciona insumos necesarios para corregir el mosto, el cual consiste en agregar azúcar, ya que al agregar el agua purificada a la cáscara esta disminuye la concentración de azúcar propia de la materia prima. (Colquichagua, 2002)

### **2.2.23. Vinagre a partir de la cáscara de piña**

El vinagre se obtiene por un proceso de acetificación de soluciones alcohólicas derivadas de materiales azucarados o harinosos (contenido de azúcar fermentable de 8-20%). Este proceso se realiza por actividad de cepas de bacterias propias de la materia prima. La cáscara y residuos

de la piña que no se usan en el proceso pueden ser la materia prima para obtener vinagre natural, y así se puede dar un buen uso a los desechos. El vinagre debe ser pasteurizado una vez elaborado y se puede empaquetar en botellas de vidrio debidamente cerradas. Por su alta acidez es un producto estable a temperatura ambiente. (Murillo G, s.f.)

#### **2.2.24. Caracterizaciones sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas del vinagre**

Según Silva Ordoñez, (2008) El vinagre elaborado a partir de zumo, pulpa o cáscara de las frutas, tiene mayor aceptación en el mercado, por su color característico, en el caso del vinagre de piña se presenta un color amarillo caramelo. Las características sensoriales del vinagre de frutas deben ser:

- Olor: característico
- Sabor: característico
- Color: característico de la fruta que se utilice
- Apariencia: limpio, sin presencia de restos de sólidos

Para las características fisicoquímicas debe presentar:

- pH mínimo: 2.3 a 2.8
- Acidez total: 4.0 a 6.0
- Grados de alcohol: 1.0%

En las características, microbiológicas: debe estar libre de bacterias patógenas, gérmenes, parásitos e insecto

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO**

##### **3.1.1. Enfoque**

La modalidad de la presente investigación es cuantitativa, ya que presenta variables establecidas que pueden evaluarse mediante la toma de datos, realizados con base en la medición

numérica que se obtuvo experimentalmente, teniendo en cuenta los factores de estudio que se analizaron en el producto, los cuales mostraron las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales que presentó, lo que permitió realizar un análisis estadístico, en donde los datos resultantes sean un aporte a la ciencia para posteriores investigaciones.

### **3.1.2. Tipo de Investigación**

El tipo de investigación que se realizó fue experimental donde se obtuvieron diferentes tratamientos, evaluando cantidades y color de la cáscara utilizada, con los cuales se estableció los parámetros óptimos para la elaboración del producto, la investigación proporcionó como resultados datos numéricos sobre los diferentes factores de estudio que se evaluaron en el vinagre, tomando en cuenta los métodos y datos aplicados que determinaron el mejor tratamiento los cuales están fundamentados en los requisitos óptimos establecidos por la norma NTE INEN 2 296: 2003 para la elaboración de vinagre o productos fermentados, esto se realizó con el objetivo de promover la viabilidad del producto.

### **3.2. HIPÓTESIS**

Las hipótesis que se plantearon fueron las siguientes:

Hipótesis alternativa ( $H_a$ ): Los parámetros como el estado de madurez de la cáscara (amarillo o verde), la cantidad de agua purificada utilizada para la elaboración del mosto y la variación de las cantidades de levadura utilizada influyen significativamente en las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas del vinagre.

Hipótesis Nula ( $H_0$ ): Los parámetros como el color o estado de madurez de la cáscara (amarillo o verde) la cantidad de agua purificada utilizada para la elaboración del mosto y la variación de las cantidades de levadura utilizada no influyen significativamente en las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas del vinagre.

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

#### **3.3.1. Variables independientes**

- Estado de maduración  
Verde- semi madura y Amarillo -madura
- Cantidad de agua purificada para la elaboración de mosto  
1500ml y 3000ml
- Cantidad de levadura  
50 g y 25g

#### **3.3.2. Variables dependientes**

- Características fisicoquímicas:  
pH  
acidez  
Grados de alcohol
- Características microbiológicas:  
Mohos  
Levaduras  
Coliformes
- Análisis sensorial del producto terminado

#### **3.3.3. Operacionalización de variables**

En la tabla 2 se establece la definición y Operacionalización de variables utilizadas en la investigación, en la cual se detalla los métodos, técnicas e instrumentos que se emplearon para realizar el vinagre natural.

**Tabla 2.** Operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
<b>Independientes</b>				
Estado de madurez de la cáscara, cantidad de agua purificada utilizada para la elaboración del mosto y gramos de levadura.	Madurez de la cáscara	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verde-semi madura</li> <li>Amarillo -madura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilización del colorímetro</li> <li>Potenciómetro</li> <li>Refractómetro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hojas de registro de datos</li> <li>NTE INEN-ISO 1842:2013</li> <li>AOAC 932.12</li> </ul>
	Agua purificada para la elaboración del mosto	<ul style="list-style-type: none"> <li>1500ml</li> <li>3000ml</li> </ul>	De acuerdo a Alemán Alemán & Velásquez Obando (2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informes y hojas de registros</li> </ul>
	Levadura	<ul style="list-style-type: none"> <li>25g</li> <li>50g</li> </ul>	De acuerdo con Cedeño Toala & Gómez Anchundia (2017)	Hojas de registro de datos
Características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales	Análisis fisicoquímico del vinagre	<ul style="list-style-type: none"> <li>pH</li> <li>Acidez</li> <li>Grados de alcohol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potenciómetro</li> <li>Método de acidez titulable</li> <li>Refractómetro de alcohol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AOAC 981.12</li> <li>AOAC 930.35</li> <li>NTE INEN 2296: 2003</li> </ul>
	Características microbiológicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coliformes totales</li> <li>mohos y levaduras</li> </ul>	Técnica Petrifilm	<ul style="list-style-type: none"> <li>NTE INEN 1529-7</li> <li>NTE INEN 1529-10</li> </ul>

---

Análisis sensorial	<ul style="list-style-type: none"><li>• color</li><li>• olor</li><li>• Sabor</li><li>• Acidez</li></ul>	Prueba hedónica	Hoja de catación y panel de jueces no entrenados (Estudiantes de diferentes carreras de la UPEC)
--------------------	---	-----------------	--

---

### 3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

#### 3.4.1. Materia prima

Para la elaboración de vinagre se utilizó como materia prima principal cáscara de piña previamente clasificada entre verde semi-madura y amarilla-madura, azúcar, agua purificada y levadura. Para la obtención de la materia prima, misma que fue recolectada gracias a la cooperación del personal de trabajo del mercado central de la ciudad de Tulcán, esto con el objetivo de incentivar a la reutilización de residuos orgánicos. En la tabla 3 se muestra de forma detallada la adquisición y cantidad la materia prima e insumos, para posteriormente ser procesada, elaborando vinagre de cáscara de piña.

**Tabla 3.** Materia prima para la elaboración de vinagre

<b>Materia prima e insumos</b>	<b>Cantidad</b>
Cáscara de piña	1000g
Azúcar	250g
Agua purificada	3000ml y 1500ml
Levadura comercial para panificación ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> )	50g y 25g

#### 3.4.2. Equipos y materiales

En la tabla 4 se detalla los equipos y materiales utilizados en la elaboración de vinagre los materiales y equipos fueron lavados y desinfectados previamente con el fin de evitar contaminaciones del producto, entre los materiales y equipos está el biorreactor, papel filtro de laboratorio, buretas, Brixometro, colorímetro y Balanza analítica, además se utilizó cuchillos, cucharas, recipientes plásticos, tela de muselina blanca y negra, tablas plásticas y ligas sujetadoras.



**Tabla 4.** Equipos y materiales.

<b>Equipo/ material</b>	<b>Característica</b>
Biorreactor	Recipiente plástico transparente con tapa y llave dispensadora, con una capacidad máxima de 5 litros.
Papel filtro de laboratorio	Papel filtro Whatman cualitativo de grado 1
Vaso de precipitación	Vaso de vidrio, con capacidad para de 1000ml.
Probetas	Material de vidrio con capacidad para 2000ml.
Agitador manual	Utilizado para mezcla de líquidos.
Brixometro	Equipo óptico utilizado para medir la cantidad de azúcar mediante la luz, con rangos de 45-82.
Colorímetro	REDISLAB, equipo utilizado para determinar la intensidad y matices de color.
Balanza analítica	Trabaja con cantidades desde 5g en adelante.
pH-metro	Diseñado para medir pH dentro de un rango de 0 a 14.

### 3.4.3. Proceso de elaboración de vinagre

En el proceso de elaboración de vinagre se planteó tres factores de estudio, la clasificación del color o estado de madurez de la cáscara de piña (verde – semi-madura y amarillo – madura), la cantidad de levadura a utilizar (50g y 12g) y el volumen de agua purificada utilizada para la elaboración del mosto preparado (3000ml y 2000ml). La metodología aplicada se basó en los métodos aplicados por Herrera Tenganán & Chamorro Vaca (2012), Cedeño Toala & Gómez Anchundi (2017), también se tomó en cuenta los parámetros establecidos en la norma INEN 2296:2003 la cual establece los parámetros y requisitos para la elaboración de vinagre.

El vinagre se elaboró en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en el laboratorio 304, mismo que cuenta con las instalaciones, materiales y equipos necesarios para obtener productos en perfectas condiciones y con altas normas de higiene.

**Recepción de la materia prima:** La recepción de la materia prima se efectuó de acuerdo con la cantidad de cáscara de piña variedad Golden Sweet o MD-2 necesaria para la elaboración de vinagre aproximadamente 24kg, para posteriormente ser trasladada a los laboratorios de la UPEC.

**Selección y clasificación:** Este proceso consistió en seleccionar la cáscara, es decir verificar que esta no esté en proceso de descomposición, posteriormente se procedió a la clasificación dependiendo de su color o estado de madurez: verde-semi maduro y amarillo –maduro. Por lo que se tomó datos de sólidos solubles (°Brix), pH y el índice de madurez utilizando un colorímetro de frutas.

**Lavado:** Retiro de impurezas y material extraño con agua clorada, utilizando una solución de hipoclorito de sodio al 5,1%. Se agregó una gota de cloro por cada litro de agua a desinfectar. Con la finalidad de asegurarnos que una vez efectuado el lavado no se quede ninguna carga microbiana. (Aleján Alemán & Velásquez Obando, 2014)

**Cortado y Pesado:** Esta etapa consistió en adecuar la cáscara cortándola en trozos más pequeños, para luego ser pesada, al igual que los insumos utilizados, con el propósito de conseguir las formulaciones planteadas.

**Mezcla de insumos:** Realizado el proceso anterior se procede a colocar la cáscara en el biorreactor (recipiente plástico con tapa y llave dispensadora). En cada biorreactor se adicionó entre 1000g de cáscara de piña, agua purificada, y 250g de azúcar, quedando el mosto, el cual es un medio adecuado rico en nutrientes.

**Inoculación del mosto con levaduras:** Una vez obtenido la mezcla de la materia prima y los insumos, da como resultado la elaboración del mosto, al cual se le agregó levadura comercial de panificación (*Saccharomyces cerevisiae*) previamente activada mediante baño maría y con una mínima cantidad de azúcar para activar la bacteria la misma que ayudara a que se produzca de manera más rápida la fermentación alcohólica. Este proceso se mantuvo en verificación con un termómetro y en agitación manual constante, posteriormente dejamos en un lugar oscuro a temperatura ambiente de forma anaerobia al cabo de 12 días transcurridos tendremos vino por fermentación alcohólica, y entre los 30 días siguientes tendremos fermentación acética indicando la obtención de vinagre. ( Cedeño Toala & Gómez Anchundia, 2017)

**Fermentación alcohólica:** Es la primera fase de fermentación para obtener vinagre, es aquí donde la solución del fruto sufre una descomposición gracias a los azúcares propios que esta lleva, vital para que los microorganismos consuman el sustrato azúcar adicionado y se dé la fermentación alcohólica, aumentando la cantidad de biomasa (levaduras), las condiciones óptimas para que se produzca la fermentación radica en la temperatura que debe estar de 15 a 18°C, ya que si se encuentra por debajo de 10°C las bacterias encargadas de realizar la fermentación se mantendrán estables lo que se prolonga el tiempo de fermentación. El proceso finaliza al cabo de 12 días donde en la parte superior se forma una capa de color blanquecina denominada sobre o madre del vino, de la misma manera durante la fermentación se controla que la sustancia fermentada llegue a un pH límite de 3 a 4. ( Cedeño Toala & Gómez Anchundia, 2017)

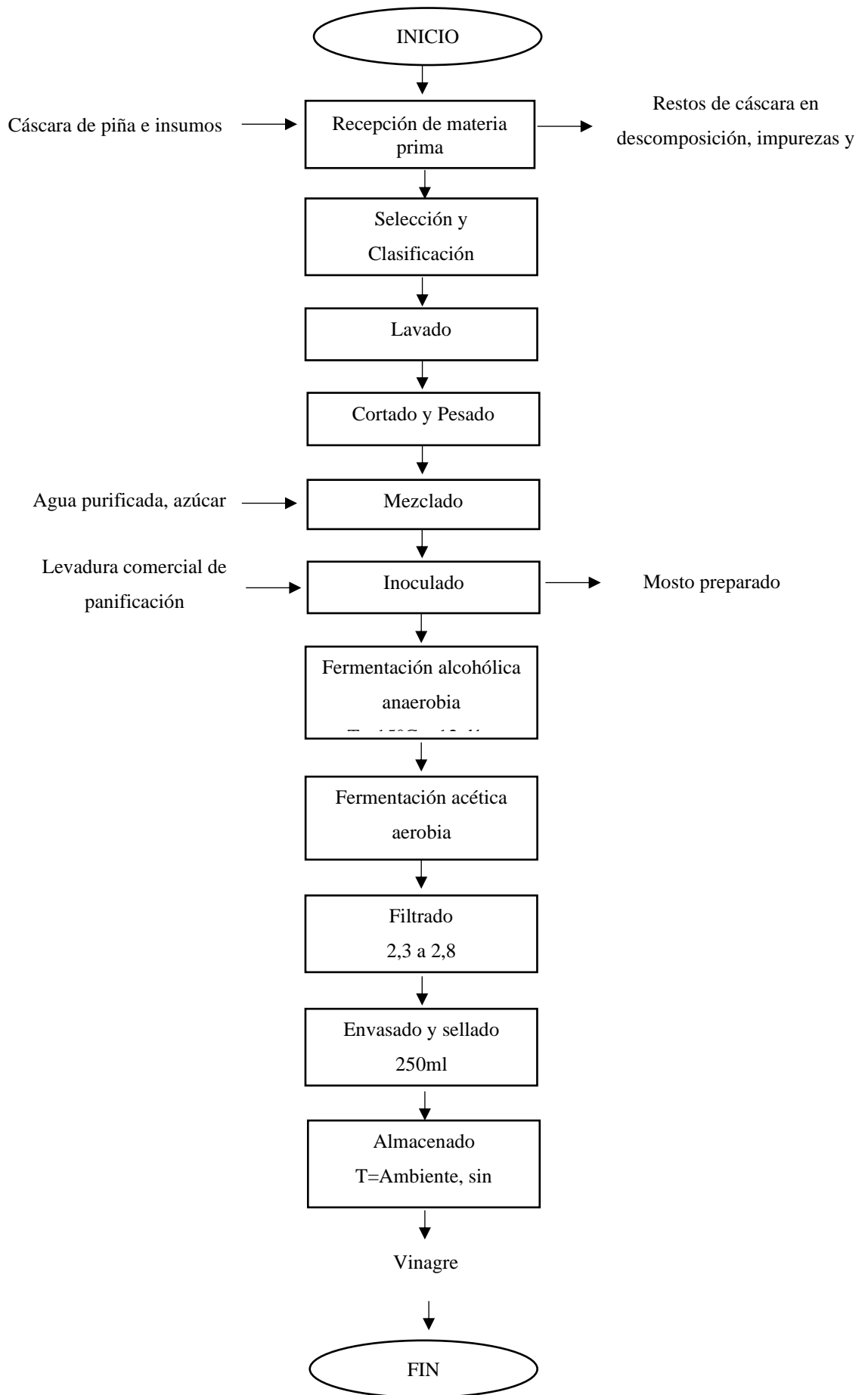
**Fermentación acética:** Transcurrido el tiempo de fermentación alcohólica, el grado alcohólico habrá subido para poder ser sometido al proceso de oxidación, es aquí donde inicia la segunda etapa del proceso de la fermentación acética que consiste en la transferencia de oxígeno, por lo que aumenta la velocidad de acetificación. Para garantizar una oxigenación constante, se descubren los recipientes de sus tapones donde comenzara el proceso aerobio, encargado de la obtención de vinagre. El proceso de acetificación se dio en un periodo de 30 días con una temperatura de aproximadamente 15 a 18°C, controlando pH para finalizar el proceso el cual debe estar de 2.3 a 2.8 ( Cedeño Toala & Gómez Anchundia, 2017)

**Filtrado:** para este proceso se trasladó el vinagre con la menor cantidad de sólidos en vasos de precipitación de 1000ml, para ser filtrado a través de embudo con papel filtro de laboratorio.

**Envasado y sellado:** Cumpliendo con los estándares de calidad establecidos por la norma NTE INEN 2296:13, se realizó en envases plásticos transparentes de 250ml.

**Almacenamiento:** A temperatura ambiente, en un lugar fresco y seco, sin exposición a la luz.

#### **3.4.4. Diagrama de flujo para la elaboración de vinagre de cáscara de piña.**



### 3.4.5. Análisis Estadístico

Los tratamientos se desarrollaron bajo un diseño completamente al azar (DCA), con un arreglo factorial de  $A \times B \times C$ , donde: A es el color o estado de madurez de la cáscara de piña, B es la cantidad de levadura utilizada para la fermentación y C la cantidad de mosto preparado. El diseño experimental se programó de forma aleatoria evitando que se generen errores de un tratamiento a otro y garantizando la replicabilidad de tratamientos. Para la diferenciación estadística de los tratamientos se utilizó la prueba de rangos de Tukey al 5%, la cual consiste en un 95 % de credibilidad y 5 % como margen de error. Los datos obtenidos de la experimentación se analizaron mediante el uso del programa estadístico Minitab 18.

#### 3.4.5.1. Factores de estudio

**Factor A:** Color o estado de madurez de la cáscara de piña.

A1: Amarillo-madura

A2: verde-semimadura

**Factor B:** Cantidad de levadura utilizada

B1:50g

B2:25g

**Factor C:** Cantidad agua purificada para la elaboración de mosto preparado

C1:3000ml

C2:1500ml

En la tabla 5 se especifica de forma detallada el esquema de los tratamientos realizados, con sus respectivas combinaciones.

**Tabla 5.** Esquema de tratamientos

<b>N° de tratamiento</b>	<b>Combinaciones</b>	<b>Representación</b>
T1	A1B1C1	cáscara de piña amarilla-madura,50g de levadura ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ), 3000ml de agua purificada.
T2	A1B2C1	cáscara de piña amarilla-madura,25g de levadura ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ), 3000ml de agua purificada.
T3	A2B1C1	cáscara de piña verde-semi madura ,50g de levadura ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ), 3000ml de agua purificada.
T4	A2B2C1	cáscara de piña verde-semi madura 25g de levadura ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ), 3000ml de agua purificada.
T5	A1B1C2	cáscara de piña amarillo-madura,50g de levadura ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ), 1500ml de agua purificada.
T6	A1B2C2	cáscara de piña amarillo-madura,25g de levadura ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ), 1500ml de agua purificada.
T7	A2B1C2	cáscara de piña verde-semi madura,50g de levadura ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ), 1500ml de agua purificada.
T8	A2B2C2	cáscara de piña verde-semi madura,25g de levadura ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ), 1500ml de agua purificada.

Se estableció un total de 8 tratamientos cada uno con 3 repeticiones, obteniendo un total de 24 unidades experimentales.

### **3.4.6. Caracterización de la materia prima (cáscara)**

#### **3.4.6.1. Estado de madurez y color de la cáscara**

**Color:** Para determinar el color de la cáscara se utilizó un colorímetro manual, REDISLAB, que se representa tradicionalmente usando el espacio de color CIELAB ( $L^*a^*b^*$ ), un estándar internacional para medición de color. En esta representación de color,  $L^*$  representa la luminosidad de una muestra,  $a^*$  representa la variación de verde a rojo, y  $b^*$  representa la variación de azul a amarillo. (Goñi & Salvadori , 2015)

**Estado de madurez:** Para determinar el estado de madurez de la cáscara de piña se procedió a extraer muestras (jugo de la cáscara de piña), para de esta manera determinar grados °Brix basándose en la norma NTE INEN 2172:2014 que establece el contenido de sólidos solubles en jugo de frutas, también se analizó el pH utilizando un potenciómetro previamente calibrado, para esto se tomó una muestra del jugo de cáscara.

### 3.4.7. Análisis Físicoquímico del vinagre

En el análisis físicoquímico se tomó en cuenta los parámetros establecidos por la norma NTE INEN 2296: 2003. La tabla 6 indica el análisis aplicado al vinagre con su respectivo método.

**Tabla 6.** Parámetros físicoquímicos del vinagre

Análisis	Metodología
Acidez total y acidez volátil	Acidez titulable basada en la metodología AOAC 930.35
Grados de alcohol	Refractómetro de alcohol
Ph	Potenciómetro basado en la metodología AOAC 981.12

**Acidez total:** Se realizó por medio de titulación ácido base, el cual se basa en el cambio de color que se da en la muestra, la que se encuentra en un medio ácido cuando es neutralizado con una base. Conociendo el volumen de base empleado, se podrá calcular el volumen de ácido en la muestra, como parámetro óptimo la norma exige un porcentaje de acidez total de 4 a 6. (Alemán Alemán & Velásquez Obando, 2014)

El método consiste en determinar la acidez total del vinagre usando como indicador la fenolftaleína, colocando de 1 a 3ml de vinagre en un vaso de precipitación, adicionando agua destilada agitando de manera continua, valorando con una solución alcalina de 0.1 N. (Hauman Sanchez, 2019)

Para determinar el porcentaje de acidez total se utiliza la siguiente fórmula:

$$\%acidez = \frac{G \times N \times meqCH3 \times 100}{vol}$$

Donde:

G= gasto de NAOH a 0.1N (ml)

N= normalidad del NAOH 80.1)

meqCH<sub>3</sub>= Equivalente del ácido acético (60g)

vol= volumen tomado de la titulación (ml)

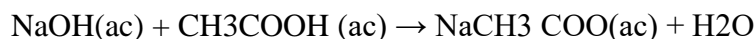
**pH:** Metodología aplicada utilizando un potenciómetro digital calibrado, utilizado para medir la concentración de pH en la muestra, para ello se tomó 3ml de la muestra, antes de introducir el equipo a la muestra debe estar lavado con agua destilada y calibrado. Mantener el potenciómetro sumergido en la muestra hasta que los valores que arroja se mantengan constantes.

**Grados de alcohol:** Para analizar la cantidad de alcohol en el vinagre se usó un refractómetro de alcohol, método aplicado al producto terminado, para ello se calibró el refractómetro con agua destilada, colocar de 1 a 3 gotas de la muestra en la bandeja y cerrarla. Observar a través de este, feminizado el proceso se retira la muestra de la bandeja lavar el equipo y dejar secar.

**Porcentaje de ácido acético:** Representado por la acidez volátil aplicando la metodología ácido base, el cual consiste en medir 10ml de vinagre diluido en agua hasta obtener entre 25 a 30 ml, posteriormente se añade de 2 a 3 gotas de fenolftaleína como indicador, en una bureta se llena una disolución de NaOH de concentración. Una vez preparado el montaje se procede a valorar, dejando caer la solución de hidróxido de sodio sobre el vinagre, agitando de manera constante, este proceso finaliza cuando se produzca un cambio de color generalmente violeta, allí se cierra la llave de la bureta y medimos el volumen de disolución. (Hauman Sanchez, 2019)



La reacción que se produce es:



Conocido el volumen de disolución de base añadida, y su concentración, podemos calcular los moles de NaOH necesarios para neutralizar el ácido. Para eso se utiliza las siguientes formulas:

$$\text{ml base} \frac{1.0 \text{ moles NaOH}}{1000 \text{ ml base}} = \text{moles NaOH}$$

La ecuación 1mol de NaOH reacciona con 1 mol de ácido acético, obteniendo moles de ácido acético. Como esa cantidad estaba en un volumen de 10,0 ml de vinagre la molaridad del vinagre se calcula:

$$\frac{\text{moles CH}_3\text{COOH}}{10 \text{ ml vinagre}} * \frac{1000 \text{ ml vinagre}}{1 \text{ l vinagre}} = \text{moles}$$

La concentración en g/L:

$$\frac{\text{moles CH}_3\text{COOH}}{1 \text{ L vinagre}} * \frac{60.0 \text{ g CH}_3\text{COOH}}{1 \text{ mol CH}_3\text{COOH}} = \frac{\text{g CH}_3\text{COOH}}{\text{L vinagre}}$$

Para calcular la concentración en % es necesario saber la densidad del vinagre. Como la densidad del ácido acético puro es muy aproximadamente 1,0 g/ml (1,05 g/ml) podemos considerar que la densidad de la disolución es 1,0 g/m. Por tanto:

$$\frac{\text{g CH}_3\text{COOH}}{1000 \text{ ml vinagre}} * \frac{1 \text{ ml vinagre}}{1 \text{ g vinagre}} * \frac{100 \text{ g vinagre}}{100 \text{ g vinagre}} = \frac{\text{g CH}_3\text{COOH}}{100 \text{ g vinagre}} = 6.3\%$$

Según la valoración efectuada, y teniendo en cuenta que la densidad del ácido acético se 1,05 g/ml, el tanto por ciento en volumen (grado de acidez) será:

$$\frac{g \text{ CH}_3\text{COOH}}{1000 \text{ ml vinagre}} * \frac{1 \text{ ml CH}_3\text{COOH}}{1,05 \text{ g CH}_3\text{COOH}} * \frac{100 \text{ ml vinagre}}{100 \text{ ml vinagre}} = \frac{\text{ml CH}_3\text{COOH}}{100 \text{ ml vinagre}} = \% t$$

### 3.4.8. Análisis microbiológicos

El análisis microbiológico se realizó mediante la utilización de placas petrifilm y placas compact Dry en donde se analizó coliformes totales, mohos y levaduras, los mismos que deben estar exentos en el vinagre. La tabla 7 se especifica los requisitos microbiológicos con su respectiva metodología.

**Tabla 7.** Requisitos microbiológicos para el vinagre.

Requisito	Metodología
Coliformes totales	NTE INEN 1529-7
Mohos y levaduras	NTE INEN 1529-10

### 3.4.9. Análisis sensorial

El análisis sensorial se llevó a cabo en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Los parámetros a evaluarse fueron color, olor, sabor, acidez y aceptabilidad, con el propósito de medir el nivel de aceptación de los tratamientos evaluados.

Los parámetros fueron evaluados mediante una hoja de catación con una escala hedónica de 5 ítems, estableciendo las siguientes calificaciones:

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

Para la evaluación sensorial se aplicó la metodología establecida por (Liria Domínguez, 2007), la cual sugiere utilizar un medio de transporte, en este caso se utilizó 30g de lechuga fresca, haciendo el vinagre función de aderezo, los utensilios utilizados fueron transparentes y blancos con similar forma y tamaño, se impartió la información correspondiente, es decir se dio previa lectura a la hoja de catación antes de que inicie la sesión, las muestras se identificaron con números constituidos por 3 dígitos elegidos aleatoriamente, se ofreció un vaso de agua después de probar cada tratamiento para limpiar el paladar y evitar datos erróneos.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1. RESULTADOS

###### 4.1.1. Evaluación del índice de color y estado de madurez

###### 4.1.1.1. Índice de Color

Para determinar el color de la cáscara de piña a la variedad de piña (*Ananas comosus*) tipo Golden Sweet o MD2 se tomó como referencia la fruta en fresco es decir una piña entera con tonalidad aparentemente amarilla y otra verde, las mismas que marcaron los colores estándares para realizar la clasificación, estableciendo diferencias de color (verde o amarillo) en la cáscara recolectada. La evaluación del color se realizó de forma visual es decir por medio de los órganos de los sentidos, sin embargo, al ser una mediada subjetiva basada en la percepción personal, se procedió a evaluar el color de la cáscara mediante la utilización de un colorímetro de frutas, aplicado a la cáscara de piña, tomando en cuenta el modelo de iluminación espectral CIELAB- $L^* a^* b^*$ , donde la coordenada  $L^*$  representa la luminosidad que presenta el tejido de la fruta y puede tomar valores entre 0 y 100, la coordenada  $a^*$  el cambio de verde a rojo, y  $b^*$  de azul a amarillo, entonces si  $a^*$  es menor que cero la coloración será verde y si  $b^*$  es mayor que cero la coloración será amarilla.

**Tabla 8.** Representación de las coordenadas CIELAB para el color amarillo de la cáscara de piña.

Amarillo/coordenadas	1	2	3	4
----------------------	---	---	---	---

L*	52,02	57,94	50,96	52,22
a*	0,97	0,77	0,34	9,05
b*	30,87	29,12	27,94	31,45

En la tabla 8 se puede observar la medición de color para la cáscara amarilla aplicando el sistema de coordenadas CIELAB, para ello se tomó 4 mediciones en diferentes partes de la cáscara con el fin de evitar datos erróneos, la tabla indica que para la coordenada L\* al estar entre valores de 50 a 57, la intensidad de color del tejido de la fruta es ligeramente amarillo, está en un rango intermedio es decir que se inclina a una luminosidad medianamente intensa, para las coordenadas a\* y b\* al ser mayor que cero se comprueba el color amarillo presente en la cáscara anteriormente clasificada de forma visual.

**Tabla 9.** Representación de las coordenadas CIELAB para el color verde de la cáscara de piña.

Verde/coordenadas	1	2	3	4
L*	28,00	29,63	25,70	28,29
a *	-0,02	-2,87	-1,62	-4,43
b*	21,45	23,99	21,74	21,10

La tabla 9 señala la evaluación de las coordenadas CIELAB para la cáscara de piña de color verde, donde la coordenada L\* presentaron rangos de entre 25 a 29, es decir tienen una luminosidad mucho más baja u opaca con respecto a la cáscara de piña amarilla, para las coordenadas a\* al ser valores menores a cero se establece la caracterización de la cáscara verde anteriormente clasificada, mediante la percepción humana.

**Tabla 10:** ANOVA de un solo factor: Coordenada L vs. Muestra

Muestra	Media	Agrupaciones	IC de 95%	Valor p
Amarillo	53,29	A	50,21; 56,36	0,000
Verde	27,905	B	24,834;30,976	

La tabla 10 muestra el análisis ANOVA correspondiente a la variación de la luminosidad (L) de la cáscara amarilla y verde, donde el valor de -p para el modelo analizado es de 0.000, mismo que al compararlo con el nivel de significancia  $\alpha$  0,05 indica que existe diferencias estadísticas significativas entre las muestras analizadas. La muestra de cáscara con coloración

amarilla presentó una media de 53,29, mientras que las muestras con coloración verde de 27.905.

**Tabla 11:** ANOVA de un solo factor: Coordenada a\* vs. Muestra

Muestra	Media	Agrupaciones	IC de 95%	Valor p
Amarillo	2,78	A	-1,18; 6,75	0,071
Verde	-2,235	A	-6,202; 1,732	

En la tabla 11 se observa el análisis ANOVA correspondiente a la coordenada a\* (variación de color del verde al rojo) de la cáscara de piña, donde el valor de -p para el modelo analizado es de 0.071, mismo que al compararlo con el nivel de significancia  $\alpha$  0,05 indica que no hay diferencias significativas entre las muestras. La muestra de cáscara amarilla presentó un valor de 2,78 positivo, mientras que para la cáscara de coloración verde un valor de -2,235 negativo.

**Tabla 12:** ANOVA de un solo factor: Coordenada b\* vs. Muestra

Muestra	Media	Agrupaciones	IC de 95%	Valor p
1	29,845	A	(28,051; 31,639)	0,000
2	22,070	B	(20,276; 23,864)	

En la tabla 12 se observa el análisis ANOVA correspondiente a la coordenada b\* (variación de color del amarillo al azul) de la cáscara de piña, donde el valor de -p para el modelo analizado es de 0.000, mismo que al compararlo con el nivel de significancia  $\alpha$  0,05 indica que hay diferencias estadísticas significativas entre las muestras. La muestra de cáscara amarilla presentó un valor de 29,845, mientras que para la cáscara de coloración verde un valor de 22,070

Realizada la evaluación de color tanto a la cáscara de piña amarilla como a la cáscara verde se pudo observar que existen diferencias significativas de color, ya que al ser analizadas las muestras de cáscara con el colorímetro se pudo notar variaciones de color mediante medidas numéricas, lo que permite diferenciar de forma más exacta las tonalidades de color que presentó cada muestra de cáscara, por lo tanto al verificar que existe variación de color en la cáscara utilizada para la elaboración de vinagre.

#### 4.1.1.2. Estado de madurez

Determinado el color que presentó la cáscara de piña mediante los órganos de los sentidos y la aplicación del colorímetro, basándose en la bibliografía estudiada se pudo determinar el estado de madurez de la materia prima utilizada, la cáscara que presentó coloración amarilla se encuentra en un estado de madurez organoléptico, lo que significa que tiene las características de color, olor, sabor y textura óptimas para el consumo, por lo contrario la cáscara de color verde se encuentra en un estado de madurez fisiológica, lo que indica que ha llegado a su punto de crecimiento máximo, pero posera la habilidad de seguir madurando, una vez cosechada. De esta manera se pudo clasificar la cáscara de piña en:

- Verde-semiduro
- Amarillo-maduro

#### 4.1.1.3. °Brix de la cáscara de piña

Otro aspecto a tomar en cuenta para determinar el estado de madurez de la cáscara de piña fueron los °Brix, donde se procedió a extraer jugo de la cáscara de piña tanto de la cáscara verde como de la cáscara amarilla, para esto se tomó 8 muestras de jugo de piña, a cada una se le realizó un análisis con tres repeticiones respectivamente. Donde las muestras que presentan valores de °Brix mayores a 12 corresponde a las cáscaras de color amarillo y las muestras que presentan valores de °Brix menores a 11 son las cáscaras de color verde.

**Tabla 13.** ANOVA de un solo factor: °Brix vs. MUESTRA, para la cáscara de piña.

Muestra	Media	Agrupaciones	IC de 95%	Valor p
1	13,433	A	12,625; 14,242	0,012
2	12,433	AB	11,625; 13,242	
5	12,033	AB	11,225; 12,842	
6	11,900	AB	11,091; 12,709	
3	11,867	AB	11,058; 12,675	
4	11,667	AB	10,858; 12,475	
7	11,3333	B	10,5246; 12,1421	
8	10,933	B	10,125; 11,742	

La tabla 13 nos muestra el análisis ANOVA aplicado a los °Brix (Sólidos solubles–Azúcar) que presentó la cáscara de piña, donde el valor-p para el modelo analizado es de 0.012, siendo menor al valor de la significancia  $\alpha = 0.05$ , lo que indica que hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos. Se observa que el T1 tiene el valor más alto con 13,433, y el T8 tiene el valor más bajo con 10,933. En cuanto a las agrupaciones la letra A representa la mayor presencia de sólidos solubles, la B el menor contenido de sólidos solubles y las letras que comparten las letras AB se encuentran en un rango intermedio donde las medidas no presentan diferencias significativas.

#### 4.1.1.4. pH de la cáscara de piña

Se determinó el pH es decir la acidez que presentó el jugo extraído de la cáscara de piña con la ayuda del pH-metro digital y se evaluó el proceso con 8 muestras de jugo, cada una con tres repeticiones. Donde las muestras de cáscara de piña que presentan valores de 3,4,5,6 tiene un pH ácido, sin embargo, las muestras que presentan valores de pH mayores de 5 corresponden a las cáscaras de color amarillo y las muestras que presentan valores de pH menores de 4 son las cáscaras de color verde.

**Tabla 14.** ANOVA de un solo factor: pH vs. MUESTRA, para la cáscara de piña.

Muestra	Media	Agrupaciones	IC de 95%	Valor p
1	6,440	A	5,832; 7,048	0,000
2	6,440	AB	5,832; 7,048	
5	5,76627	ABC	5,1587; 6,3746	
6	5,540	ABC	4,932; 6,148	
3	5,530	AB	4,922; 6,138	
4	4,5233	BC	3,9154; 5,1313	
7	4,2300	C	3,6220; 4,8380	
8	4,163	C	3,555; 4,771	

La tabla 14 señala el análisis ANOVA aplicado al pH (grado de acidez) que presentó la cáscara de piña, donde el valor-p para el modelo analizado es de 0.000, menor al valor de la significancia  $\alpha = 0.05$ , lo que indica que hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos. Se observa que el T1 tiene el valor más alto con 6,440 y el T8 tiene el valor más bajo con 4.163. La variable A representa el mayor contenido de pH, la letra C el menor contenido de pH y las

letras que comparten las letras AB, ABC y BC se encuentran en un rango intermedio donde las medidas no presentan diferencias significativas entre las agrupaciones.

#### 4.1.2. Análisis fisicoquímicos del vinagre

A los 8 tratamientos realizados se los evaluó en cuanto a acidez total, pH y grados de alcohol, los resultados obtenidos fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA), agrupando la información obtenida mediante el método Tukey el cual posee un porcentaje de confiabilidad del 95%. Las siguientes tablas detallan los datos obtenidos de cada parámetro evaluado. Donde los tratamientos que presentan valores de acidez de 4 a 6 corresponden a los que se encuentran dentro de los parámetros óptimos para la elaboración de vinagre.

##### 4.1.2.1. Acidez

Los tratamientos que presentan valores de acidez de 4 a 6 corresponden a los que se encuentran dentro de los parámetros óptimos para la elaboración de vinagre.

**Tabla 15.** ANOVA de un solo factor: ACIDEZ vs. TRATAMIENTO

Tratamiento	Media	Agrupaciones	IC de 95%	Valor p
T1	5,3533	A	4,5885; 6,1182	0,016
T2	4,493	AB	3,729; 5,258	
T3	6,0067	AB	5,2418; 6,7715	
T4	4,883	AB	4,119; 5,648	
T5	4,2933	AB	3,5285; 5,0582	
T6	5,7200	AB	4,9552; 6,4848	
T7	6,083	AB	5,319; 6,848	
T8	4,860	B	4,095; 5,625	

La tabla 15 establece el análisis ANOVA realizado a la acidez total del vinagre, la cual se realizó mediante el método de titulación, donde el valor-p para el modelo es de 0.016, menor al valor de la significancia  $\alpha = 0.05$ , lo que significa que existe diferencias estadísticas entre los tratamientos. El T7 presenta el valor más alto con 6,083 y el T5 presenta el valor más bajo con 4,2933.



#### 4.1.2.2. pH del vinagre

Los tratamientos que presentan valores de pH de 2,3 a 2,8 corresponden a los que se encuentran dentro de los parámetros óptimos para la elaboración de vinagre.

**Tabla 16.** ANOVA de un solo factor: pH vs. TRATAMIENTO, para el vinagre.

Tratamiento	Media	Agrupaciones	IC de 95%	Valor p
T8	2,71833	A	2,3938; 2,4422	0,000
T5	2,64667	B	2,4268; 2,4752	
T6	2,63233	B	2,28384; 2,33216	
T2	2,4510	C	2,28851; 2,33683	
T1	2,4180	C	2,62251; 2,67083	
T7	2,3493	D	2,60817; 2,65649	
T4	2,31267	D	2,3252; 2,3735	
T3	2,30800	D	2,69417; 2,74249	

En la tabla 16 se puede observar el análisis ANOVA realizado al pH del producto terminado (vinagre), donde el valor-p para el modelo analizado es de 0,000, mismo que al compararlo con el nivel de significancia  $\alpha$  0,05 indica que hay diferencias estadísticas significativas entre el pH de los tratamientos. El T8 presenta el valor más alto con 2,71 y el T3 presenta el valor más bajo con 2,30.

#### 4.1.2.3. Grados de Alcohol

Los tratamientos que presentan valores de porcentaje de alcohol menores a 1 corresponden a los que se encuentran dentro de los parámetros óptimos para la elaboración de vinagre.

**Tabla 17.** ANOVA de un solo factor: ° ALCOHOL vs. TRATAMIENTO

Tratamiento	Media	Agrupaciones	IC de 95%	Valor p
T7	1,4333	A	0,1946; 0,3121	0.000
T6	1,1367	B	1,0312; 1,1488	
T2	1,0900	B	1,0246; 1,1421	
T3	1,0833	B	0,8879; 1,0054	
T4	0,9467	C	0,2646; 0,3821	
T8	0,34333	D	1,0779; 1,1954	
T5	0,3233	D	1,3746; 1,4921	
T1	0,2533	D	0,28458; 0,40208	

En la tabla 17 se puede observar el análisis ANOVA realizado con respecto a los grados de alcohol que presentó el vinagre, donde el valor-p para el modelo analizado es de 0.000, menor al valor de la significancia  $\alpha = 0,05$ , lo que significa que existe diferencias estadísticas entre los tratamientos. El T7 presenta el valor más alto con 1,4333 y el T1 presenta el valor más bajo con 0.2533. Para las agrupaciones la variable A representa a los tratamientos que contienen mayor grado de alcohol los cuales sobrepasan los límites establecidos por la norma NTE INEN 2296:2013, la variable B, C, y D representa a los tratamientos que contiene grados de alcohol similares.

#### 4.1.3. Análisis sensorial del vinagre

La evaluación sensorial se realizó para valorar las características organolépticas del vinagre y establecer el tratamiento con mayor grado de aceptabilidad. Se dispuso a analizar únicamente a 4 tratamientos que son el T5, T1, T4 y T8, mismos que cumplieron con las características fisicoquímicas óptimas para la elaboración de vinagre, mientras que los tratamientos T2, T3, T7 y T6 fueron descartados para el análisis sensorial ya que no cumplieron con los parámetros fisicoquímicos óptimos establecidos por la norma INEN 2296. El análisis sensorial se realizó con la colaboración de un panel de 50 semi-entrenados (estudiantes de las diferentes carreras de la UPEC) en una sola sesión, a la persona evaluadora se le entregaron 4 muestras del producto cada una con 5 aspectos a tomar en cuenta: color, olor, sabor, acidez y aceptabilidad. Una vez realizadas las pruebas de catación se procedió a analizar los datos mediante un análisis de varianza (ANOVA) para establecer diferencias entre las muestras evaluadas.

#### 4.1.3.1. Atributo color

**Tabla 18.** ANOVA de un solo factor: COLOR vs. TRATAMIENTO.

Tratamiento	Media	Agrupaciones	Valor p
T5	3,480	A	0,017
T4	3,100	AB	
T8	3,080	AB	
T1	2,800	B	

La tabla 20 indica el análisis de ANOVA aplicado a un solo factor, en este caso color vs tratamiento, donde el valor-p para el modelo analizado es de 0,017, menor al valor de la significancia  $\alpha = 0,05$ , es decir que existe diferencias estadísticas entre los tratamientos. El T5 presenta el valor más alto con 3,480, la cual representa a la calificación 3 (no me gusta ni me disgusta) dentro de la escala hedónica y el T1 presenta el valor más bajo con 2,800 y una calificación de 2 (me disgusta).

#### 4.1.3.2. Atributo olor

**Tabla 19.** ANOVA de un solo factor: OLOR vs. TRATAMIENTO.

Tratamiento	Media	Agrupaciones	Valor p
T5	3,240	A	0,014
T8	3,020	AB	
T4	2,740	AB	
T1	2,580	B	

La tabla 20 muestra el análisis de ANOVA aplicado a un solo factor para el olor vs tratamiento, donde el valor-p para el modelo analizado es de 0,014, menor al valor de la significancia  $\alpha = 0,05$ , es decir que existe diferencias estadísticas entre los tratamientos. El T5 presenta el valor más alto con 3,240, la cual representa a la calificación 3 (no me gusta ni me disgusta) dentro de la escala hedónica y el T1 presenta el valor más bajo con 2,580 y una calificación de 2 (me disgusta).

#### 4.1.3.3. Atributo Sabor

**Tabla 20.** ANOVA de un solo factor: SABOR vs. TRATAMIENTO

Tratamiento	Media	Agrupaciones	Valor p
T5	3,400	A	0,094
T4	3,260	A	
T8	3,040	A	
T1	2,920	A	

La tabla 21 muestra el análisis de ANOVA aplicado a un solo factor para el sabor vs tratamiento, donde el valor-p para el modelo analizado es de 0,094, mayor al valor de la significancia  $\alpha = 0,05$ , es decir que no existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. El T5 presenta el valor más alto con 3,400, la cual representa a la calificación 3 (no me gusta ni me disgusta) dentro de la escala hedónica y el T1 presenta el valor más bajo con 2,920 y una calificación de 2 (me disgusta).

#### 4.1.3.4. Atributo Acidez

**Tabla 21.** ANOVA de un solo factor: ACIDEZ vs. TRATAMIENTO

Tratamiento	Media	Agrupaciones	Valor p
T5	3,280	A	0.186
T1	2,960	A	
T8	2,900	A	
T4	2,820	A	

La tabla 22 muestra el análisis de ANOVA aplicado a un solo factor para la acidez vs tratamiento, donde el valor-p para el modelo analizado es de 0,186, mayor al valor de la significancia  $\alpha = 0,05$ , es decir que no existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. El T5 presenta el valor más alto con 3,280, la cual representa a la calificación 3 (no me gusta ni me disgusta) dentro de la escala hedónica y el T4 presenta el valor más bajo con 2,820 y una calificación de 2 (me disgusta).

#### 4.1.3.5. Aceptabilidad

**Tabla 22.** ANOVA de un solo factor: ACEPTABILIDAD vs. TRATAMIENTO

Tratamiento	Media	Agrupaciones	Valor p
T5	3,400	A	0,204
T8	3,120	A	
T4	3,060	A	
T1	2,980	A	

La tabla 23 muestra el análisis de ANOVA aplicado a un solo factor para la aceptabilidad vs tratamiento, donde el valor-p para el modelo analizado es de 0,204, mayor al valor de la significancia  $\alpha = 0,05$ , es decir que no existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. El T5 presenta el valor más alto con 3,400, la cual representa a la calificación 3 (no me gusta ni me disgusta) dentro de la escala hedónica y el T1 presenta el valor más bajo con 2,980 y una calificación de 2 (me disgusta).

#### 4.1.3.6. Evaluación Global

**Tabla 23.** ANOVA para el tratamiento con mayor grado de aceptabilidad.

Tratamiento	Número	Media	Agrupaciones
T5	31	974,0	A
T1	5	353,0	B
T4	4	270,0	C
T8	10	158,0	D

La tabla 24 muestra el análisis de ANOVA aplicado a la aceptabilidad global con 50 hojas de catación aplicadas a la evaluación de los tratamientos con mayor grado de aceptación por parte de los catadores, donde el tratamiento con mayor aceptabilidad es el 5, con una valoración de 35, seguido del tratamiento T4 con una valoración de 10, luego el T1 con 5 y por último el T4 con una valoración de 4. En cuanto a las agrupaciones se puede observar que al presentar diferente letra cada tratamiento existe diferencias significativas de aceptabilidad.

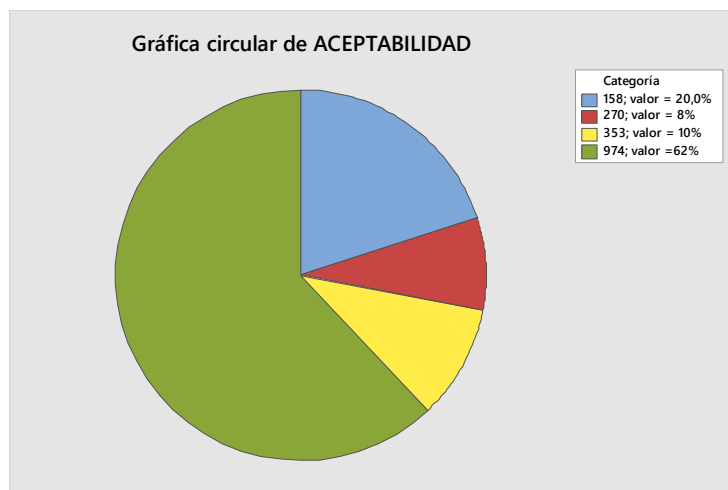


Figura 5. Porcentajes de aceptabilidad global de los tratamientos.

#### 4.1.4. Análisis del porcentaje de ácido acético y de los parámetros microbiológicos del tratamiento con mayor grado de aceptabilidad

**Porcentaje de ácido acético:** Aplicado al tratamiento T5 con 3 repeticiones, el cual presentó mayor grado de aceptabilidad en el análisis sensorial. En la tabla 18 se muestra el porcentaje de ácido acético presente en el mejor tratamiento.

**Tabla 24:** Porcentaje de ácido acético del mejor tratamiento.

Tratamiento (T5)	Vol. de la muestra	% de ácido acético
R1	6.0	3.42
R2	6.3	3.6
R3	6.5	3.71

El porcentaje de ácido acético contenido en el vinagre del T5 fue de 6,0, 6,3 y 6,5, estos valores se encuentran dentro de los parámetros óptimos establecidos por la norma INEN, donde establece un mínimo de % de ácido acético de 3,5.

**Análisis microbiológico:** Para realizar el análisis microbiológico se tomó en cuenta lo establecido por la norma NTE INEN 2296: 2003, la misma que detalla los requisitos microbiológicos necesarios para obtener vinagre en excelentes condiciones y apto para el consumo humano. Para ello se procedió a realizar análisis microbiológico sobre Coliformes totales, mohos y levaduras de mejor tratamiento, basándose en la metodología de la norma NTE

INE 1529-7 la cual muestra el control microbiológico de los alimentos, determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias. La tabla 21 indica los resultados obtenidos sobre el análisis microbiológico.

**Tabla 25.** Resultados del análisis microbiológico del mejor tratamiento.

Requisito	Resultado	Límite permitido	
		Mínimo	Máximo
Coliformes totales ufc/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mohos y Levaduras ufc/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia

## 4.2. DISCUSIÓN

### 4.2.1. Evaluación del índice de color y estado de madurez

**Color:** La evaluación del color mediante la utilización del colorímetro aplicando el sistema de coordenadas CIELAB, mostro que existe diferencias significativas de color entre las cáscaras de piña, teniendo como resultados valores de luminosidad  $L^*$  de 50 a 57 para la cáscara amarilla y 25 a 29 para la cáscara verde. En el estudio realizado por García Taín, García Pereira, Hernández Gómez, & Pérez Padrón, (2011) donde el objetivo de la investigación está dirigido a estudiar la variación del Índice de color (IC) durante la conservación de la piña variedad Cayena Lisa a temperatura ambiente. El experimento comprendió la evaluación de cambios de color registrados en la epidermis de la fruta durante la maduración, se aplicó el sistema de coordenadas CIELAB con sus respectivos parámetros  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , donde  $L^*$  describe la luminosidad y  $a^*$ ,  $b^*$ , evalúan el tono de color. Como resultado se obtuvo que la piña, variedad Cayena Lisa presentó valores de índice de color, para  $L^*$  de 40 a 50 para la cáscara amarilla y de 30 a 40 para la cáscara verde.

**Estado de madurez:** En el proceso de determinación del estado de madurez se tomó en cuenta parámetros de pH y °Brix. Donde para los °Brix (sólidos solubles) se obtuvo valores entre 10 y 13. Según Castillo, (2017) el contenido mínimo de sólidos solubles en la piña debe ser de 12 – 13% (12 – 13 °Brix). Para frutos de la variedad Dorada es común encontrar valores iguales o mayores de 14 °Brix al cosechar. Al obtener valores menores a 12 la fruta se encuentra en una madurez fisiológica, es decir que después de ser cosechada esta puede seguir madurando, hasta

que la fruta llegue a la madurez organoléptica o de consumo. Sin embargo, Sánchez Hernández, Ahuja Mendoza, & Acevedo Gómez, (2015) señalan que la variedad MD2 destaca en la cantidad de grados Brix con valores de 11,55 debido a que es un tipo de fruto más compacto, y más dulce. Para el pH se obtuvo valores entre 4,1 y 6,4. Según Sánchez Hernández, Ahuja Mendoza, & Acevedo Gómez, (2015) el pH óptimo para establecer la madurez de la piña se encuentra en un intervalo que va de 5.5 a 6.5 lo que incidió de manera significativa en los resultados obtenidos, ya que para las piñas con cáscara verde se presentó valores más bajos, presentando mayor acidez.

#### **4.2.2. Análisis fisicoquímicos**

**Acidez del vinagre:** La acidez del vinagre obtenida mediante titulación presentó valores que van de 4,2 a 6,0, valores que según (Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2013) en la NTE 2296 Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria para el Vinagre. Requisitos, se encuentra dentro del parámetro óptimo al señalar que los valores predeterminados para la acidez comprenden como mínimo 4 y máximo 6. Villar Navarro, y otros, (2017) en su estudio evaluaron el grado de acidez de diferentes vinagres comerciales, definiendo a la acidez total de un vinagre como la totalidad de los ácidos volátiles y fijos que contiene el vinagre expresado en gramos de ácido acético en 100 ml de vinagre. El análisis de la acidez total se realizó por triplicado, en los resultados se pudo observar que hay vinagres que no cumplen la legislación vigente. Es muy probable que los vinagres que no cumplen la normativa hayan sufrido alteraciones de alguna forma, ya sea, porque llevan mucho tiempo abierto, no se haya conservado en las condiciones óptimas o las muestras trabajadas en laboratorio hayan podido llegar a ser contaminadas.

**pH del vinagre:** Los valores del pH del vinagre fueron realizados una vez el producto estuvo envasado y los datos que se obtuvieron estuvieron entre 2,7 y 2,3. Según (Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2013) en la NTE 2296 Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria para el Vinagre. Requisitos, el pH óptimo para vinagres es de 2,3 y 2,8. Si se obtiene valores superiores a 2,8 o inferiores a 2,3 es posible que el producto haya sufrido alteraciones porque no se conservó en buenas condiciones de almacenamiento. Villar Navarro, y otros, (2017) señalan que el pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución, indica la concentración de iones hidronio  $[H_3O]^+$  presentes en determinadas disoluciones. La sigla significa: “potencial hidrógeno” o “potencial de hidrogeniones”. En la experimentación



realizada a 10 vinagres de diferentes marcas obtuvieron valores entre 2,29 a 2,84, datos que cumplen con la normativa vigente.

**Grados de alcohol:** En la tabla 14 se muestra los valores con respecto a los grados de alcohol que presentó el vinagre, valores que se encuentran entre 1,43 y 0,25, basándonos en la NTE 2296 Requisitos. Vinagre, la cual establece un máximo de grados de alcohol de 1, al presentarse valores mayores a 1, se puede notar diferencias de grados de alcohol entre los tratamientos analizados, mismos que al sobrepasar los parámetros permitidos no fueron tomados en cuenta para realizar el análisis sensorial. Según Márquez Ortega, (2020) se entiende por grado alcohólico la cantidad porcentual, en volumen de etanol (alcohol etílico) presente en vinagre. Según la norma de calidad del vinagre el contenido en alcohol residual no debe ser superior al 1,5. Como excepción, el alcohol residual máximo de los vinagres con denominación de origen protegida (DOP) o indicación geográfica protegida (IGP) será el que se establezca en el correspondiente pliego de condiciones.

#### **4.2.3. Análisis sensorial**

Con lo que respecta al proceso de análisis sensorial, se tomó en cuenta 4 tratamientos, los cuales estuvieron dentro de los parámetros fisicoquímicos óptimos que rigen en la NTE 2296 Requisitos. Vinagre, los tratamientos a evaluarse fueron: T1, T4, T5 y T8. Se determinó que el tratamiento con mayor grado de aceptabilidad fue el T5 (cáscara de piña amarilla-madura, 50g de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), 1500ml de mosto preparado, 1500ml de mosto preparado), con un total de 68%, seguido del T8 con un 20%, luego el T1 con 10% y por último el T4 con porcentaje del 8%. En la investigación realizada por Hauman Sanchez, (2019), en la elaboración de vinagre de manzana los resultados de evaluación sensorial utilizando el método directo con prueba de aceptabilidad, teniendo en cuenta 5 escalas de aceptabilidad desde (no me gusta nada; no me gusta; no me gusta, ni me disgusta; me gusta poco; me gusta mucho), a las características siguientes: (intensidad del aroma, color atractivo, sabor ácido, apariencia, nivel de agrado), donde la mayor puntuación es de 3.87 de la escala de aceptabilidad de me gusta poco para el tratamiento 3 de nivel de agrado.

También, Pizarro Casne, (2005) en su estudio evaluó el perfil sensorial del vinagre de arándanos. Donde el tratamiento mejor evaluado por los panelistas fue el 6, y el 3 obtuvo las calificaciones más bajas. El panel encontró diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) para la mayoría de los atributos.

#### **4.2.4. Análisis microbiológico**

Las características a tomar en cuenta para realizar el análisis microbiológico, consistió en evaluar Coliformes totales, mohos y levaduras. Análisis basados en lo establecido por (Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2013) en la NTE 2296 Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria para el Vinagre. Requisitos, la cual menciona que el vinagre debe estar exento de coliformes totales, mohos y levaduras. Una vez realizado el análisis microbiológico basado en la metodología NTE INEN 1529-7: Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias, se determinó que hay ausencia de contaminación microbiana en el producto final, demostrando que durante la elaboración del producto se aplicó buenas prácticas de manufactura.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- El color y estado de madurez representa claramente el proceso de clasificación de la cáscara de piña en verde-semimadura y amarilla-madura, mediante el sistema CIELAB, presentando valores para las coordenadas L de la cáscara amarilla de 53,29 y la cáscara verde de 27,90, para la coordenada a\* la cáscara amarilla presentó un valor de 2,78 positivo y la cáscara verde un valor de -2,235 negativo y con respecto a la coordenada b\* la cáscara amarilla presentó un valor de 29,84, mientras que para la cáscara verde presentó un valor de 22,070, indicando de forma numérica y exacta las diferencias de color de la cáscara utilizada para la elaboración de vinagre.
- A todos los tratamientos se les aplicó un análisis fisicoquímico de pH, acidez y grados de alcohol basado en la norma NTE:2296 que señala los requisitos para la elaboración de vinagre, presentando valores para el pH de 2,30 a 2,71, para la acidez valores de 4,29 a 6,08 y para los grados de alcohol presentó valores de 0,25 a 1,4, indicando que los parámetros de pH y acidez se encuentran dentro de los parámetros establecidos, sin embargo en el caso de los grados de alcohol se obtuvo valores superiores a 1, indicando que existió alteraciones en el vinagre, debido a que el producto estuvo expuesto al ambiente durante un largo periodo de tiempo.
- Tras realizar el análisis sensorial se estableció el tratamiento con mayor grado de aceptabilidad, mismo que corresponde al T5, el cual presentó un porcentaje de aceptación del 68%.
- En el Análisis del porcentaje de ácido acético y de los parámetros microbiológicos del tratamiento con mayor grado de aceptabilidad, se obtuvo un total de 6 a 6,5 de % de ácido acético y ausencia de microorganismo contaminantes.
- Con la formulación establecida para la elaboración de vinagre, utilizando como materia prima cáscara de piña (1000g), se obtuvo un volumen de producto de 250ml, descartando los sólidos presentes en la solución antes de ser filtrados.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Es indispensable profundizar la investigación implementando técnicas de utilización de residuos orgánicos provenientes de las frutas, desarrollando nuevos productos y generando valor agregado a los mismos.
- Se recomienda realizar un análisis de rendimiento del producto, para determinar si es factible la utilización de residuos orgánicos en la elaboración de productos terminados.
- Complementar la investigación con pruebas experimentales para determinar el tiempo de vida útil.
- Investigar si las condiciones de almacenamiento y la exposición del producto al ambiente genera cambios en las pruebas fisicoquímicas, microbiológica y sensoriales del vinagre.
- Garantizar la inocuidad del producto mediante la implementación de buenas prácticas de manufactura.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cedeño Toala , A. D., & Gómez Anchundia, K. G. (2017). *OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE VINAGRE A PARTIR DEL FRUTO DE LA PIÑA DE RATÓN (BROMELIA PINGUIN L.)*. Guayaquil - Ecuador: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA. TESIS.
- Franco Castillo , B. L. (2017). *Efecto de diferentes dosis de fitohormona Cerone sobre el proceso de maduración en la variedad de Piña MD-2 o Golden Sweet en la zona de Quevedo*. Quevedo- Los Ríos - Ecuador: UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO. FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS. CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA. Tesis.

- Alemán Alemán, A. L., & Velásquez Obando, L. K. (2014). *ELABORACIÓN DE VINAGRE A PARTIR DE CHIRIMOYA (Annona cherimola mill) QUE SE PRODUCE EN LA ZONA DE URCUQUÍ*. Ibarra-Ecuador: Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería Agroindustrial. Tesis.
- Altendorf, S. (2017). *PERSPECTIVAS MUNDIALES DE LAS PRINCIPALES FRUTAS TROPICALES*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Balconi Taracena, G. M. (2011). *MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA Y ACÉTICA PARA LA ELABORACIÓN DE VINAGRE A PARTIR DE AZÚCAR, EN INDUSTRIA ALIMENTICIA GUATEMALTECA*. Guatemala: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. FACULTAD DE INGENIERÍA. TESIS.
- Bonilla González, J. P., & Prieto Ortiz, F. A. (2016). Determinación del estado de maduración de frutos de feijoa mediante un sistema de visión por computador utilizando información de color. *Rev.investig.desarro.innov*, 7(1), 111-126. doi:10.19053
- Chamorro Vaca, M., & Herrera Tenganán, M. E. (2012). *OBTENCIÓN DE VINAGRE A PARTIR DEL FRUTO DE OVO (Spondias purpurea L), PRODUCIDO EN AMBUQUÍ, PROVINCIA DE IMBABURA*. Ibarra – Ecuador: UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE. FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES. ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL. Tesis.
- Colquichagua, D. (2002). *Vinagre de frutas*. Lima: Intermediate Technology Development Group, ITDG- Perú.
- Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo. (2013). *SERVICIO ESPECIALIZADO PARA LEVANTAMIENTO DE INFORMACION LOGISTICA PARA EXPORTACION DE PIÑA AL ESTADO DE NEW YORK – ESTADOS UNIDOS Y SANTIAGO DE CHILE – CHILE*. promperú.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo [CNUCED]. (2017). *PIÑA, Fondo de la UNCTAD para la información sobre los mercados de productos básicos agriculturas*. New York y Ginebra: Perfil de INFOCOMM. Nations Unies. CNUCED.
- Decheco Egúsqiza, A. C. (2016). *"APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE Ananas comosus (PIÑA) PARA LA PRODUCCIÓN DE ETANOL POR VÍA FERMENTATIVA DE Saccharomyces cerevisiae*. UNIVERSIDAD LE CORDON BLEU. INFORME FINAL DE INVESTIGACION. Resolución Comisión Organizadora N° 001.

- El Productor. (25 de febrero de 2021). *El Productor*. Obtenido de El productor, El Periodico del Campo: <https://elproductor.com/2021/02/mercado-internacional-de-la-pina-crece-en-ecuador/>
- Elizondo Salazar, J. A., & Campos Granados, C. M. (2014). CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LA CÁSCARA DE PIÑA ENSILADA CON CANTIDADES CRECIENTES DE UREA Y HENO. *Dialnet*, 52-53.
- Gamboa Barboza , A. E. (2006). *EFFECTO DEL PESO DE LA PLANTA AL FORZAMIENTO SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA FRUTA EN PIÑA (Ananas comosus) (L.) Merr HIBRIDO MD-2*. San Carlos: INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA SEDE REGIONAL SAN CARLOS. Escuela de Agronomía. Tesis.
- García Taín, Y., García Pereira, A., Hernández Góme, A., & Pérez Padrón, J. (10 de septiembre de 2011). Estudio de la variación del Índice de Color durante la conservación de la piña variedad Cayena Lisa a temperatura ambiente. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v20n4/rcta02411.pdf>
- Goñi, S. M., & Salvadori , V. O. (2015). *MEDICIÓN DE COLOR DE ALIMENTOS EN EL ESPACIO CIELAB A PARTIR DE IMÁGENES* . La Plata - Argentina. : Dto. de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, UNLP.
- Hauman Sanchez, C. S. (2019). *PRODUCCIÓN FAMILIAR DE VINAGRE DE MANZANA DELICIA (Malus domestica-red delicious), EN EL LABORATORIO DE LA PLANTA PILOTO DE PROCESOS ORGÁNICOS* . HUACHO: UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION.Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambianta.Tesis.
- INEN. (2014). *Gestión Ambiental. Estandarización de Olores para Recipientes de Depósito y Almacenamiento Temporal de Residuos Sólidos. Requisitos INEN 2841*. Obtenido de Servicio Ecuatoriano de Normalización: <https://studylib.es/doc/5247668/n-te-inen-2841---servicio-ecuatoriano-de-normalizaci%C3%B3n>
- Lituma Márquez, A. E. (2013). *Estudio de Factibilidad de Producción de Piña MD2 y su exportación a Canadá* . Guayaquil: UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR. FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS. Tesis.
- López Herrera, M., WingChing Jones, R., & Rojas Bourrillón, A. (2014). *META-ANÁLISIS DE LOS SUBPRODUCTOS DE PIÑA (Ananas camosus) PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL*. Costa Rica: Agron. Mesoam.

- Mahecha Guzmán, R. E. (2016). *Aprovechamiento de la cáscara de la piña (Ananás comosus) para el desarrollo de una bebida endulzada con stevia*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Facultad De Ingeniería Química. Tesis.
- Márquez Ortega, M. (2020). *Aseguramiento de la calidad y autenticación de vinagres de vino mediante sensores NIRS*. Córdoba: UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA. Programa de Doctorado Ingeniería Agraria, Alimentaria, Forestal y del Desarrollo Rural Sostenible por la Universidad de Córdoba y la Universidad de Sevilla. Tesis Doctoral.
- Mejía Carrillo, G. K., & Torres Burgos, C. C. (2015). *Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa de acopio y exportación de piña Cayena Lisa hacia el mercado chileno, ubicada en el canton Mira en la provincia del Carchi*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana sede Quito. Administración de empresas. Tesis.
- Mora Veliz, L. M., & Ventura Izquierdo, C. Á. (2018). *Propuesta para la elaboración de una harina a base de cáscara de piña (ananás comosus) y su aplicación en la pastelería*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química. Tesis.
- Murillo Fuentes , A., & Chuya Chuya, J. (2015). *VIABILIDAD PARA INDUSTRIALIZAR Y COMERCIALIZAR BEBIDAS AROMÁTICAS DE LA CÁSCARA DE LA PIÑA, POSICIONAR EN EL MERCADO DE CONSUMO NACIONAL E INTERNACIONAL, ACORDE CON EL CAMBIO DEL MODELO DE MATRIZ PRODUCTIVA*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Facultad de ciencias administrativas. Tesis.
- Murillo G, O. M. (s.f.). *Guía de Exportación para los Mercados Estadounidenses Piña*. Dirección de Mercadeo y Agroindustria Área Desarrollo de Producto.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2020). *Análisis del mercado de las principales frutas tropicales Panorama general de febrero de 2020*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/3/ca9213es/ca9213es.pdf>
- Pinto Mena, M. B. (2012). *EL CULTIVO DE LA PIÑA Y EL CLIMA EN EL ECUADOR*. Quito-Ecuador: Estudios e Investigaciones Meteorológicas INAMHI - Ecuador .
- Pizarro Casner, O. A. (2005). *Obtención de Condiciones de Elaboración de vinagre de Arándanos ( Vaccinium corymbosum) Utilizando Torta de Prensa*. Valdivia: Universidad AUSTRAL de Chile. Facultad de ciencia agrarias. Tesis.
- Rodríguez Barahona, C. M., & Sarabia Trujillo, C. I. (2012). *Efecto del método de fermentación acética en las características físico-químicas y sensoriales en vinagre de naranja agria(Citrus x aurantium) y piña (Ananas comosus)*. Zamorano-Honduras: ZAMORANO- DEPARTAMENTO DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA. Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar. Tesis.

- Rojas Ramírez, J. M. (2019). *EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN POST FORZAMIENTO SOBRE LA CALIDAD Y EL RENDIMIENTO DE LA FRUTA DE PIÑA (Ananas comosus (L.) Merr.) HÍBRIDO MD-2 ALAJUELA, COSTA RICA*. San Carlos - Costa Rica: INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA SEDE REGIONAL SAN CARLOS. CAMPUS TECNOLÓGICO LOCAL SAN CARLOS. INGENIERÍA EN AGRONOMIA. TESIS.
- Rosero Muñoz, A. B., & Regalado Imbaquingo, L. A. (2016). *ESTABLECIMIENTO DE PARÁMETROS PARA LA OBTENCIÓN DE VINAGRE DE PIÑA Ananas comosus EN UN BIORREACTOR TIPO BATCH*. Ibarra- Ecuador: UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE. FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES. Tesis.
- Sánchez Hernández , M. Á., Ahuja Mendoza, S., & Acevedo Gómez , R. (2015). *Producción de Piña Cayena Lisa y MD2 (Ananas comosus L.) en condiciones de Loma Bonita, Oaxaca*. Texcoco de Mora-México: E. Figueroa, L. Godínez, F. Pérez (eds.) Ciencias de la Biología y Agronomía. Handbook T-I. -©ECORFAN.
- SENC. (2011). *Vinagre*. Obtenido de [vinagre\\_tcm30-102374.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/vinagre_tcm30-102374.pdf): [https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/vinagre\\_tcm30-102374.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/vinagre_tcm30-102374.pdf)
- Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2013). *Vinagre. Requisitos INEN 2 296*. Obtenido de Servicio Ecuatoriano de Normalizacion: <https://ia802905.us.archive.org/16/items/ec.nte.2296.2003/ec.nte.2296.2003.pdf>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2014). *Gestión Ambiental. Estandarización de Olores para Recipientes de Depósito y Almacenamiento Temporal de Residuos Sólidos. Requisitos INEN 2841*. Obtenido de Servicio Ecuatoriano de Normalización: <https://studylib.es/doc/5247668/nte-inen-2841---servicio-ecuatoriano-de-normalizaci%C3%B3n>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2015). *FRUTAS FRESCAS. PIÑA. REQUISITOS*. Obtenido de Servicio Ecuatoriano de Normalización: [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_1836-2.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1836-2.pdf)
- Taipe Escobar, K. M. (2014). *EFFECTO DE LA LEVADURA (Saccharomyces cerevisiae) Y LOS GRADOS BRIX EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL VINAGRE DE Ananascomosus L. DESCARTE EN RÍO NEGRO – SATIPO*. SATIPO – PERÚ: Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Ciencias Agrarias. Tesis.



- Valdés Díaz, S. (2018). *AISLAMIENTO Y PURIFICACIÓN PARCIAL DE ENZIMAS MICROBIANAS DE TIPO LACASA, PARA LA DEGRADACIÓN DE DESECHOS DE PIÑA; BANANO Y CAÑA*. Heredia : Universidad Nacional de Costa Rica. Sistema de estudio de Posgrado. Maestría en agricultura alternativa con medición en agricultura ecológica. Tesis.
- Villar Navarro, M., Aranda Merino, N., Villar Navarro, P., Ballesté Jaramillo , S. I., Lora Martín, M., Pérez Becerra, C., & Pérez Dominguez, N. (2017). *Determinación del grado de acidez de vinagres comerciales de distinta materia prima*. MoleQla: revista de Ciencias de la Universidad Pablo de Olavide ISSN-e 2173-0903, N°. 26, 2017. Universidad de Sevilla.

## VII. ANEXOS

### Anexo 1: Certificado o Acta del Perfil de Investigación



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI**  
**FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES**  
**CARRERA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS**

### ACTA

#### DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN DE:

**NOMBRE:** MORÁN FIGUEROA DEYANIRA MADELAINE

**CÉDULA DE IDENTIDAD:** 0401849559

**NIVEL/PARALELO:** 0

**PERIODO ACADÉMICO:** 2021 A

**TEMA DE INVESTIGACIÓN:** "Obtención de vinagre natural a partir de residuos orgánicos (cáscara) de piña (Ananas comosus) tipo Golden Sweet o MD-2™"

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

**PRESIDENTE:** MSC. ANA LUCÍA RODRÍGUEZ MACHADO

**LECTOR:** MSC. RIVAS ROSERO CARLOS ALBERTO

**ASESOR:** MSC. CHAMORRO HERNÁNDEZ LILIANA MARGOTH

De acuerdo al artículo 21: Una vez entregados los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director de Carrera integrará el Tribunal de Pre-defensa del informe de investigación, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

**EDIFICIO DE AULAS:** 4      **AULA:** 102

**FECHA:** 15 DE SEPTIEMBRE DEL 2021

**HORA:** 12H00

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa: 4,70

2) Trabajo escrito 2,40

**Nota final de PRE DEFENSA 7,10**

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 24.- De los estudiantes que aprueban el Plan de Investigación con observaciones. - El estudiante tendrá el plazo de 10 días laborables para proceder a corregir su informe de investigación de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el

15 DE SEPTIEMBRE DEL 2021



Firmado digitalmente por:  
ANA LUCIA  
RODRIGUEZ  
MACHADO

MSC. ANA LUCÍA RODRÍGUEZ MACHADO

**PRESIDENTE**



Firmado digitalmente por:  
LILIANA MARGOTH  
CHAMORRO HERNANDEZ

MSC. CHAMORRO HERNÁNDEZ LILIANA MARGOTH

**TUTOR**



Firmado digitalmente por:  
CARLOS ALBERTO  
RIVAS ROSERO

MSC. RIVAS ROSERO CARLOS ALBERTO

**LECTOR**

Adj.: Observaciones y recomendaciones

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> Morán Figueroa Deyanira Madelaine				
<b>DATE:</b> 23 de septiembre de 2021				
<b>TOPIC:</b> "Obtención de vinagre natural a partir de residuos orgánicos (cáscara) de piña (Ananas comosus) tipo Golden Sweet o MD-2"				
<b>MARKS AWARDED</b> <span style="float: right;"><b>QUANTITATIVE AND QUALITATIVE</b></span>				
<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 and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
<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	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
<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	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
<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	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
<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	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
<b>TOTAL/AVERAGE</b>	<p>9 - 10: EXCELLENT</p> <p>7 - 8,9: GOOD</p> <p>5 - 6,9: AVERAGE</p> <p>0 - 4,9: LIMITED</p> <p style="text-align: center;"><b>TOTAL 9</b></p>			



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

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

**Autor:** Morán Figueroa Deyanira Madelaine

**Fecha de recepción del abstract:** 23 de septiembre de 2021

**Fecha de entrega del informe:** 23 de septiembre de 2021

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 BOANERGES  
PEÑAÑIEL ARCOS

Ing. Edison Peñañiel Arcos MSc  
Coordinador del CIDEN



Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2296:2013**  
**Primera revisión**

---

## **VINAGRE. REQUISITOS**

**Primera edición**

VINEGAR. REQUIREMENTS

First edition

---

**DESCRIPTORES:** Tecnología de alimentos, especias y condimentos, aditivos alimentarios, vinagre.  
AL 02.05-408  
CDU: 663.242  
CUI: 3121  
ICIS: 67.220.90

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	VINAGRE REQUISITOS	NTE INEN 2296:2013 Primera revisión 2013-04
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el vinagre.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma se aplica a todo vinagre envasado y destinado al consumo directo.</p> <p>2.2 Esta norma no se aplica al producto proveniente de dilución del ácido acético.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DEFINICIONES</b></p> <p>3.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 <b>Vinagre.</b> Es el producto líquido, apto para el consumo humano, proveniente de la doble fermentación alcohólica y acética de productos alimenticios que contienen azúcares y/o sustancias amiláceas.</p> <p>3.1.2 <b>Vinagre de vino.</b> Es el vinagre obtenido por fermentación acética del vino.</p> <p>3.1.3 <b>Vinagre de fruta, baya, sidra.</b> Son vinagres obtenidos por fermentación alcohólica y acética de las frutas o del vino de frutas, bayas o sidra.</p> <p>3.1.4 <b>Vinagre de alcohol.</b> Es el vinagre obtenido por fermentación acética de alcohol etílico destilado de origen agrícola.</p> <p>3.1.5 <b>Vinagre de grano.</b> Es el vinagre obtenido sin destilación intermedia por el procedimiento de doble fermentación: alcohólica y acética, de cualquier cereal en grano, cuyo almidón se ha desdoblado en azúcares mediante un procedimiento distinto al de la diastasa de la cebada malteada.</p> <p>3.1.6 <b>Vinagre de malta.</b> Es el vinagre obtenido sin destilación intermedia por el procedimiento de doble fermentación: alcohólica y acética, a partir de la cebada malteada con o sin adición de cereales en grano cuyo almidón se ha desdoblado mediante la diastasa de la cebada malteada.</p> <p>3.1.7 <b>Vinagre de suero de leche.</b> Es el vinagre obtenido sin destilación intermedia del suero de leche.</p> <p>3.1.8 <b>Vinagre de miel de abejas.</b> Es el vinagre obtenido sin destilación intermedia de la miel de abejas.</p> <p>3.1.9 <b>Anguilula del vinagre (Turbatrix aceti o Anguillula aceti).</b> Son pequeños nematodos dorados causantes de la fermentación acética, que se encuentran en el vinagre no pasteurizado, se lo conoce como madre del vinagre.</p> <p style="text-align: center;"><b>4. DISPOSICIONES GENERALES</b></p> <p>4.1 El proceso de elaboración debe realizarse bajo las condiciones establecidas en el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública.</p> <p>4.2 El vinagre debe elaborarse con materias primas libre de mohos, insectos y materias extrañas.</p> <p>4.3 Se permite la adición de especias o sus extractos, oleoresinas o aceites esenciales.</p> <p>4.4 Se permite la adición de aromatizantes naturales.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Tecnología de alimentos, especias y condimentos, aditivos alimentarios, vinagre.</p>		

4.5 Durante el proceso de acetificación se permite el empleo de sustancias nutritivas, tales como el fosfato amónico, sódico o potásico y la adición de extracto de malta o levadura.

4.6 Se podrá utilizar los clarificantes y filtrantes aprobados por el Codex Alimentarius.

4.7 En la elaboración de vinagre no se permite la adición de ácido acético no procedente de un proceso de fermentación de productos alimenticios, así como de cualquier ácido mineral u orgánico.

4.8 En la elaboración del vinagre podrán utilizarse los siguientes ingredientes:

- a) Productos alimenticios que contienen almidón y azúcares;
- b) Vino, sidra, jugos de frutas o de bayas y cebada malteada;
- c) En la elaboración de vinagre de vino podrán emplearse vinos de graduación inferior a nueve grados y en los vinagres de sidra podrán emplearse sidras cuya acidez volátil haya superado los 2 g/l expresado como ácido acético;
- d) Aguardientes, destilados y rectificados de alcohol aptos para consumo humano; solo para la elaboración de vinagres de alcohol;
- e) Miel de abejas;
- f) Zumos de frutas o sus concentrados.

4.9 A los vinagres pueden adicionarse hierbas aromáticas, especias y frutas, o sus partes o extractos, aptos para consumo humano.

## 5. REQUISITOS

### 5.1 Requisitos específicos

5.1.1 El vinagre debe tener:

- a) Aspecto: límpido
- b) Color: uniforme, y si es de vino, característico del vino de procedencia.
- c) Olor característico
- d) Sabor: característico del producto.
- e) Si el vinagre es de alcohol, el color varía de incoloro a amarillento

5.1.2 El vinagre no debe contener anguilula del vinagre o materias y sedimentos en suspensión; además debe estar exento de la turbiedad causada por microorganismos (madre del vinagre).

5.1.3 El vinagre debe cumplir con los requisitos indicados en la tabla 1.

TABLA 1. Requisitos del vinagre

Requisito	Min.	Máx.	Método de ensayo
Acidez total, (como ácido acético), %	4	6	AOAC 930.35
Acidez fija, (como ácido acético), %	--	0,3	AOAC 930.35
Acidez volátil, (como ácido acético), %	3,7	--	AOAC 930.35
Alcohol etílico a 20 °C, %	--	1,0	AOAC 930.35
pH a 20 °C	2,3	2,8	AOAC 981.12
Número de oxidación con permanganato	3	--	AOAC 944.10
Cenizas totales, en vinagres diferentes a los de alcohol, g/l	1	5	AOAC 930.35 (D)
Extracto seco, g/l	1,2		AOAC 930.35 (C)
Metanol, g/l		0,5	AOAC 958.04
% expresado como fracción de masa			

**5.1.4 Requisitos microbiológicos.** El vinagre cuando se haya analizado con métodos apropiados de muestreo y análisis:

- a) Debe estar exento de microorganismos patógenos, aeróbios mesófilos, (ver NTE INEN 1529-5) coliformes totales, (ver NTE INEN 1529-7), bacterias acidúricas y mohos y levaduras (ver NTE INEN 1529-10).
- b) Debe estar exento de sustancias procedentes de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.

**5.1.5 Aditivos.** Se permite el uso de los aditivos enlistados y en las cantidades indicadas en la NTE INEN 2074.

**5.1.6 Contaminantes.** El límite máximo de contaminantes en el producto será el establecido en el Codex Stan 193.

## **5.2 Requisitos complementarios**

**5.2.1** Las unidades de comercialización de este producto deben cumplir con lo dispuesto en la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad y su Reglamento.

## **6. INSPECCIÓN**

### **6.1 Muestreo**

**6.1.1** El muestreo debe realizarse de acuerdo con la NTE INEN 476 y/o CAC/GL 50 Directrices Generales sobre Muestreo.

### **6.2 Aceptación o rechazo**

**6.2.1** Se aceptan los lotes de producto que cumplan con las especificaciones de esta norma, caso contrario se rechaza.

## **7. ENVASADO Y EMBALADO**

**7.1** El producto se debe envasar en recipientes con cierre hermético que le proporcionen una adecuada protección durante el almacenamiento, transporte y expendio.

**7.2** El material del envase y tapa debe ser apto para este tipo de productos.

## **8. ROTULADO**

**8.1** El rotulado debe cumplir con lo indicado en el reglamento técnico de rotulado de productos alimenticios procesados envasados RTE INEN 22.



## APÉNDICE Z

### Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 476	<i>Productos empaquetados o envasados. Método de muestreo al azar.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-5	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesofílos. REP</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-7	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-10	<i>Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2074	<i>Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas. Requisitos.</i>
AOAC Official Method 930	<i>Vinegars (!).</i>
AOAC Official Method 944.10	<i>Potassium dichromate oxidation number .</i>
AOAC Official Method 981.12	<i>pH of Acidified Foods.</i>
AOAC Official Method 930.35 (D)	<i>Vinegars (!) D Ash .</i>
AOAC Official Method 930.35 (C)	<i>Vinegars (!) C Solids.</i>
AOAC Official Method 958.04:	<i>Methanol in Distilled Liquors. Chromatographic Colorimetric Method.</i>
Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022	<i>Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empacados. Requisitos.</i>
Ley 2007-78	<i>Sistema Ecuatoriano de la Calidad Publicado en el Registro Oficial No. 26 de 2007-02-22.</i>
Decreto Ejecutivo 3253	<i>Reglamento de buenas prácticas de manufactura para alimentos procesados, Registro Oficial 696 de 4 de Noviembre del 2002, (o su versión actualizada).</i>
CODEX STAN 193-1995 (Rev.2-2006)	<i>Norma general del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos.</i>
CAC/GL 50	<i>Directrices generales sobre muestreo.</i>

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Andina NA 0100:2011 Vinagre-Requisitos, Lima 2011.
TRIS 2011/242/E Modificación al Real decreto 2070/1993, de 26 de noviembre, por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria para la elaboración y comercialización de los vinagres.
Reglamento sanitario de los alimentos. Decreto supremo N° 977/96 actualizado a 2010, Santiago de Chile 2010.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b> NTE INEN 2296 Primera revisión	<b>TÍTULO: VINAGRE, REQUISITOS</b>	<b>Código:</b> AL. 02.05-408
<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 2003-09-30 Oficialización con el Carácter de Voluntaria por Acuerdo Ministerial No. 03 584 del 2003-11-25 publicado en el Registro Oficial No. 229 del 2003-12-10  Fecha de iniciación del estudio:	
Fechas de consulta pública: 2012-07-13 a 2012-07-27		
<b>Subcomité Técnico de: SALSAS Y ADEREZOS</b>		
Fecha de iniciación: 2012-08-27		Fecha de aprobación: 2012-08-27
Integrantes del Subcomité:		
<b>NOMBRES:</b>	<b>INSTITUCIÓN REPRESENTADA:</b>	
Ing. Paola García	MINISTERIO DE SALUD – SISTEMA ALIMENTOS	
Dra. Rosa Chalem	INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, GUAYAQUIL	
Dra. Ana María Sánchez	PRONACA	
Dra. Gabriela Montero	PRONACA	
Ing. Dayana Donoso	MIPRO – SCA	
Ing. Andrea Narango	MIPRO – SCA	
Dra. Mayra Samaniego	INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, QUITO	
Ing. Cristian Cordero	ALIMENTOS ECUATORIANOS LOS ANDES S.A.	
Ing. María E. Dávalos (Secretaría técnica)	INEN – REGIONAL CHIMBORAZO	
Otros trámites: Esta NTE INEN 2296:2013 (Primera revisión), reemplaza a la NTE INEN 2296:2003		
La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma		
Oficializada como Voluntaria Registro Oficial No. 929 de 2013-04-09		Por Resolución No. 13053 de 2013-03-19

---

**Instituto Ecuatoriano de Normalización, IEN - Esmeraldas Morano 00-00 y Av. 9 de Octubre  
Cajón 17-01-0000 - Telf: (006 2) 2 001000 al 2 001004 - Fax: (006 2) 2 007010  
Dirección General: E-Mail: [direccion@ien.gov.ec](mailto:direccion@ien.gov.ec)  
Área Técnica de Normalización: E-Mail: [norma@ien.gov.ec](mailto:norma@ien.gov.ec)  
Área Técnica de Certificación: E-Mail: [cert@ien.gov.ec](mailto:cert@ien.gov.ec)  
Área Técnica de Verificación: E-Mail: [verif@ien.gov.ec](mailto:verif@ien.gov.ec)  
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: [serv@ien.gov.ec](mailto:serv@ien.gov.ec)  
Regional Guayaquil: E-Mail: [guayaquil@ien.gov.ec](mailto:guayaquil@ien.gov.ec)  
Regional Azuay: E-Mail: [azuay@ien.gov.ec](mailto:azuay@ien.gov.ec)  
Regional Chimborazo: E-Mail: [chimb@ien.gov.ec](mailto:chimb@ien.gov.ec)  
URL: [www.ien.gov.ec](http://www.ien.gov.ec)**

Anexo 4: Hoja de catación



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI**  
**FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS**  
**AMBIENTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**  
**PRUEBA DE ACEPTABILIDAD**

**TEMA:** “Obtención de vinagre natural a partir de los residuos (cáscara) de piña (*Ananas comosus*)”

Genero:.....

Edad:.....

**INSTRUCCIONES.**

Frente a usted se presentan 4 muestras de una ensalada aderezada con vinagre de piña, por favor observe y pruebe cada una de ellas, desde la izquierda hacia la derecha indique el grado en que le gusta o le disgusta, evaluando los atributos que presenta el vinagre.

**Nota:** Recuerde comer un trozo de pan entre cada muestra.

<b>Puntaje</b>	<b>Categoría</b>
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

<b>Atributos</b>	<b>Calificación de cada atributo</b>			
	<b>Código</b>			
Color	<b>353</b>	<b>270</b>	<b>974</b>	<b>158</b>
Olor				
Sabor				
Acidez				
Aceptabilidad				

De acuerdo con la evaluación realizada indique que muestra fue la de su mayor agrado.....

**OBSERVACIONES:**

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

## GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Anexo 5: Tablas ANOVA para la caracterización de la materia prima

**Tabla 26.** ANOVA para los °Brix de la cáscara.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
MUESTRA	7	11,833	1,6905	3,87	0,012
Error	16	6,987	0,4367		
Total	23	18,820			

**Tabla 27.** ANOVA para el pH de la cáscara.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	7	17,882	2,5546	10,35	0,000
Error	16	3,948	0,2467		
Total	23	21,830			

Anexo 6: Tablas ANOVA para los análisis fisicoquímicos.

**Tabla 28.** ANOVA para la acidez del vinagre.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	7	7,347	1,0495	3,39	0,020
Error	16	4,954	0,3096		
Total	23	12,300			

**Tabla 29.** ANOVA para el pH del vinagre.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	7	3,9530	0,56471	18,76	0,000
Error	16	0,4815	0,03009		
Total	23	4,4345			

**Tabla 30.** ANOVA para los Grados de alcohol del vinagre.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	7	3,17356	0,453366	492,34	0,000
Error	16	0,01473	0,000921		
Total	23	3,18830			

Anexo 7: Tablas ANOVA para el análisis sensorial.

**Tabla 31.** ANOVA para el parámetro color.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	11,69	3,898	3,49	0,017
Error	196	218,66	1,116		
Total	199	230,35			

**Tabla 32.** ANOVA para el parámetro olor.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	12,89	4,298	3,63	0,014
Error	196	231,90	1,183		
Total	199	244,79			

**Tabla 33.** ANOVA para el parámetro sabor.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	6,975	2,325	2,16	0,094
Error	196	211,220	1,078		
Total	199	218,195			

**Tabla 34.** ANOVA para el parámetro acidez.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	6,100	2,033	1,62	0,186
Error	196	245,880	1,254		
Total	199	251,980			

**Tabla 35.** ANOVA para la aceptabilidad

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	5,000	1,667	1,55	0,204
Error	196	211,080	1,077		

Total	199	216,080
-------	-----	---------

**Tabla 36.** ANOVA para la aceptabilidad global.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	6603738	2201246	*	*
Error	46	0	0		
Total	49	6603738			

Anexo 8: Imágenes correspondientes a la caracterización de la materia prima.



Figura 6: Piña es fresco amarilla y verde.

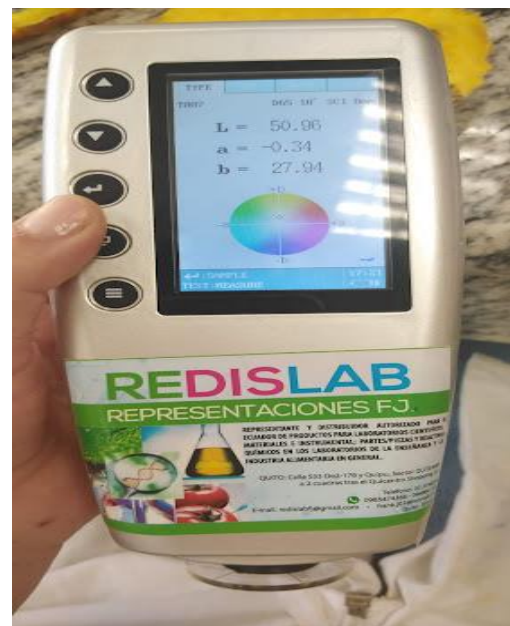


Figura 7: Colorímetro aplicado a la epidermis de la fruta



Figura 8: °Brix de la cáscara de piña

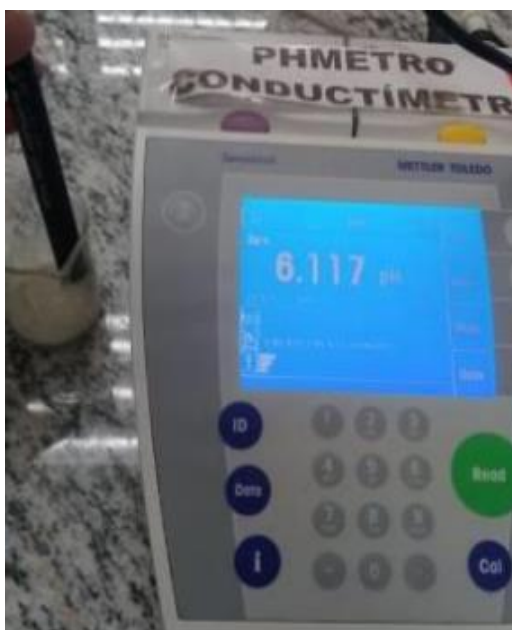


Figura 9: pH para la cáscara de piña

Anexo 9: Imágenes correspondientes a la elaboración del vinagre.



Figura 10: Clasificación de la piña con tonalidades amarilla y verde



Figura 11: Materia prima cortada y lavada





Figura 12: Pesado y clasificación de la cáscara



Figura 13: Peso insumos (Azúcar



Figura 14: Pesado de insumos (levadura).



Figura 15: Preparación del mosto, inicio de la fermentación alcohólica



Figura 16: Fermentación Acética



Figura 17: Esterilización de materiales



Figura 18: Proceso de filtrado



Figura 19: Envasado del vinagre

Anexo 10: Imágenes del análisis físico químico del vinagre.



Figura 20: Acidez del vinagre.

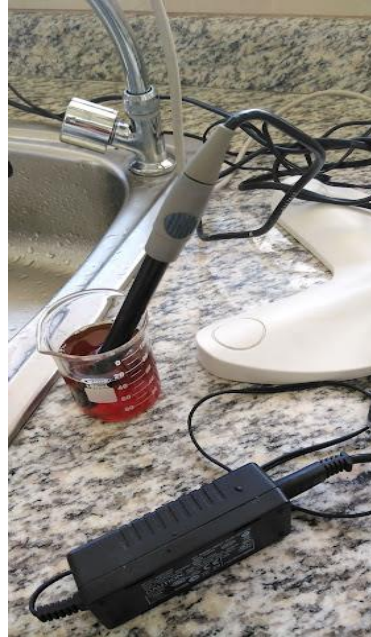


Figura 21: pH del vinagre



Figura 22: Grados de alcohol del vinagre

Anexo 11: Imágenes de la prueba de catación del vinagre.



Figura 23: Evaluación sensorial

Anexo 12: Imágenes del análisis microbiológico del vinagre.

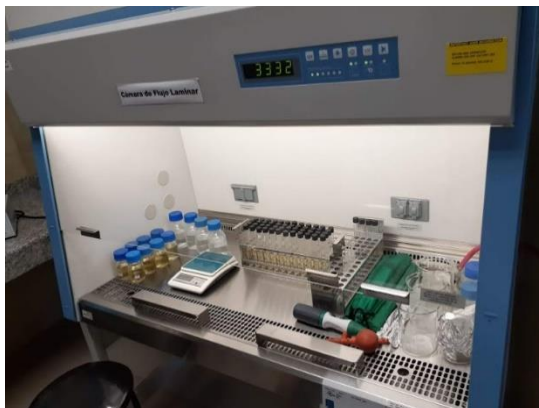


Figura 24: Esterilización de materiales



Figura 25: Siembra de cultivos



Figura 26: Análisis microbiológico de E. coli



Figura 27: Análisis Microbiológico de mohos y levaduras