



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL**

**OBTENCIÓN DE VINAGRE A PARTIR DE LAS MEZCLAS**  
**AGUA Y PULPA DE COCO (*Cocos nucifera*)**  
**TRABAJO EXPERIMENTAL**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la  
obtención del título de  
**INGENIERA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL**

**AUTOR**  
**CUESTA LARA ROSA ADRIANA**

**TUTOR**  
**EL SALOUS AHMED**

**MILAGRO – ECUADOR**

**2021**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, AHMED EL SALOUS, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: OBTENCIÓN DE VINAGRE A PARTIR DE LAS MEZCLAS AGUA Y PULPA DE COCO (*Cocos nucifera*), realizado por el (la) estudiante CUESTA LARA ROSA ADRIANA; con cédula de identidad N° 1206808014 de la carrera INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL, Unidad Académica Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Firma del Tutor

Milagro, 21 de junio del 2021



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: "OBTENCIÓN DE VINAGRE A PARTIR DE LAS MEZCLAS AGUA Y PULPA DE COCO (*Cocos nucifera*)", realizado por la estudiante CUESTA LARA ROSA ADRIANA, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

---

Dr. Arcos Ramos Freddy  
**PRESIDENTE**

---

PHd. Gavilanez Luna Freddy  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

Ing. Núñez Rodríguez Pablo, M.Sc.  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

Ing. Ahmed El Salous, M.Sc.  
**EXAMINADOR SUPLENTE**

Milagro, 21 de junio del 2021

## Dedicatoria

El pilar fundamental, quien fue mi soporte durante toda mi etapa de crecimiento personal y profesional, ha sido Dios, es por ello que mi trabajo de titulación va dedicado a él, a quien agradezco por darme las fuerzas y la sabiduría para culminar con esta meta.

De igual manera, quiero dedicar y agradecer a mi madre que ahora se encuentra en los brazos de nuestro creador y quien estaría feliz de verme culminar este paso tan importante, por haberme dado la vida y formarme como una mujer perseverante, con principios, sueños y metas.

A mi hijo, por ser el motor que me impulsa a salir adelante día con día, para poder ofrecerle una vida digna.

A mis ángeles del cielo, quienes formaron parte importante en vida, y que ahora viven en mi corazón.

Y por último, a mis tíos, por todo el cariño y apoyo brindado en todo momento.

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi sentimiento de gratitud hacia cada una de las autoridades de la Universidad Agraria del Ecuador, por ser un ejemplo de lucha y perseverancia para los estudiantes, quienes hemos visto en ustedes la tenacidad para poder enfrentarse hacia los obstáculos presentados en la vida.

Un fraterno agradecimiento hacia mi tutor, Ing. Ahmed El Salous por guiarme en este último trayecto recorrido, muchas gracias por ser tan noble y gentil, se ha ganado mi aprecio y admiración.

A los docentes que formaron parte de mi formación académica les agradezco por todos los conocimientos que nos brindaron para poder culminar esta nueva etapa y estar preparados para poder desenvolvernos en el ámbito profesional.

### **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo CUESTA LARA ROSA ADRIANA, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre "OBTENCIÓN DE VINAGRE A PARTIR DE LAS MEZCLAS AGUA Y PULPA DE COCO (*Cocos nucifera*)," para optar el título de INGENIERA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, 21 de junio del 2021

CUESTA LARA ROSA ADRIANA  
C.I. 1206808014

## Índice general

<b>PORTADA.....</b>	<b>1</b>
<b>APROBACIÓN DEL TUTOR .....</b>	<b>2</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>4</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>5</b>
<b>Autorización de Autoría Intelectual .....</b>	<b>6</b>
<b>Índice general .....</b>	<b>7</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>11</b>
<b>Índice de figuras.....</b>	<b>12</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>14</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>15</b>
<b>1. Introducción .....</b>	<b>16</b>
<b>1.1 Antecedentes del problema.....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.1 Planteamiento del problema .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.2 Formulación del problema .....</b>	<b>18</b>
<b>1.3 Justificación de la investigación.....</b>	<b>18</b>
<b>1.4 Delimitación de la investigación .....</b>	<b>19</b>
<b>1.5 Objetivo general .....</b>	<b>19</b>
<b>1.6 Objetivos específicos.....</b>	<b>19</b>
<b>1.7 Hipótesis .....</b>	<b>20</b>
<b>2. Marco teórico .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 Estado del arte.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2 Bases teóricas .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.1 Vinagre.....</b>	<b>22</b>

2.2.2 Métodos utilizados para la elaboración de vinagres.....	24
2.2.2.1 Método en superficie .....	24
2.2.2.2 Método schützenbach.....	25
2.2.2.3 Método de Cultivo sumergido.....	25
2.2.3 Factores que influyen durante la producción de vinagres .....	26
2.2.3.1 La Temperatura .....	26
2.2.3.2 La concentración de etanol .....	26
2.2.3.3 La concentración de ácido acético .....	27
2.2.4 Caracterización socio-económica sobre el cultivo del coco.....	27
2.2.5 Taxonomía del coco.....	28
2.2.5.1 Características.....	28
2.2.5.2 Propiedades y beneficios .....	28
2.2.5.3 Fibra de coco.....	29
2.2.5.4 Copra.....	29
2.2.5.5 Aceite de coco.....	30
2.2.5.6 Torta de coco.....	30
2.2.6 Aplicaciones de la planta de coco .....	30
2.2.7 Limitaciones del sector agroindustrial en el Ecuador .....	32
2.2.8 <i>Acetobacter aceti</i> .....	33
2.3 Marco legal.....	33
3. Materiales y métodos.....	36
3.1 Enfoque de la investigación .....	36
3.1.1 Tipo de investigación.....	36
3.1.2 Diseño de investigación .....	36
3.2 Metodología .....	36

3.2.1 Variables .....	36
3.2.1.1. <i>Variable independiente</i> .....	36
3.2.1.2. <i>Variables dependientes</i> .....	36
3.2.2 Tratamientos.....	37
3.2.3 Diseño experimental .....	38
3.2.4 Recolección de datos .....	38
3.2.4.1. <i>Recursos</i> .....	38
3.2.4.2. <i>Métodos y técnicas</i> .....	41
3.2.5 Análisis estadístico.....	45
4. Resultados.....	47
4.1. Identificación mediante un análisis sensorial (olor y color) el vinagre de agua y pulpa de coco mejor evaluado .....	47
4.2. Evaluación de las características fisicoquímicas (pH, % de ácido acético, grados Brix, densidad y turbidez) del vinagre elaborado con agua y pulpa de coco mejor evaluado sensorialmente.....	48
Tabla 6. Análisis fisicoquímicos del mosto.....	48
4.3. Determinación del costo/beneficio de la elaboración del vinagre con agua y pulpa de coco .....	50
5. Discusión.....	53
6. Conclusiones .....	56
7. Recomendaciones .....	57
8. Bibliografía .....	58
9. Anexos .....	66
9.1. Anexo 1 – Hoja de análisis sensorial .....	66
9.2. Anexo 2 – Datos de análisis Estadístico.....	67

9.3. Anexo 3 – Análisis de Varianza .....	73
9.4. Anexo 4 – Gráficos estadísticos.....	75
9.5. Anexo 5 – Resultados de los análisis fisicoquímicos realizados a los tratamientos.....	78
9.6. Anexo 6 - Fotografías .....	87
9.7. Anexo 7 – Valores referenciales de norma técnica ecuatoriana.....	93

**Índice de tablas**

Tabla 1. Tratamientos a evaluarse .....	37
Tabla 2. Formulación vino de coco.....	37
Tabla 3. Tabla de combinaciones factoriales para la elaboración de vinagre ..	37
Tabla 4. Esquema de análisis de varianza .....	46
Tabla 5. Resultados - Análisis de Varianza .....	47
Tabla 6. Análisis fisicoquímicos del mosto .....	48
Tabla 7. Análisis fisicoquímicos del vinagre .....	49
Tabla 8. Costo de elaboración de vino - Mezcla 1 .....	50
Tabla 9. Costo de elaboración de vino - Mezcla 2.....	50
Tabla 10. Costo de elaboración de vino - Mezcla 3.....	50
Tabla 11. Costo producción vinagre de coco .....	51
Tabla 12. Costo/Beneficio de los tratamientos .....	51
Tabla 13. Datos de análisis estadístico .....	67
Tabla 14. Análisis de la varianza - Atributo color.....	73
Tabla 15. Análisis de la varianza - Atributo olor .....	73
Tabla 16. Análisis de la varianza - Atributo apariencia .....	74

## Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de flujo de vinagre a base de pulpa y agua de coco .....	41
Figura 2. Gráfico atributo color .....	75
Figura 3. Gráfico atributo olor .....	75
Figura 4. Gráfico atributo apariencia .....	76
Figura 5. Gráfico de las medias de los atributos .....	76
Figura 6. Gráfico comparativo de los atributos y tratamientos .....	77
Figura 7. Análisis del mosto - Tratamiento 1 .....	78
Figura 8. Análisis del mosto - Tratamiento 2 .....	79
Figura 9. Análisis del mosto - Tratamiento 3 .....	80
Figura 10. Análisis de vinagre - Tratamiento $a_1b_1$ .....	81
Figura 11. Análisis de vinagre - Tratamiento $a_1b_2$ .....	82
Figura 12. Análisis de vinagre - Tratamiento $a_2b_1$ .....	83
Figura 13. Análisis de vinagre - Tratamiento $a_2b_2$ .....	84
Figura 14. Análisis de vinagre - Tratamiento $a_3b_1$ .....	85
Figura 15. Análisis de vinagre - Tratamiento $a_3b_2$ .....	86
Figura 16. Recepción de la materia prima .....	87
Figura 17. Filtrado de las muestras .....	87
Figura 18. Mezclas de las diferentes proporciones de pulpa y agua de coco ..	88
Figura 19. Fermentación alcohólica del mosto .....	88
Figura 20. Inicio de la fermentación ácido acética .....	89
Figura 21. Bacterias ácido acéticas .....	89
Figura 22. Envasado de vinagre de coco .....	90
Figura 23. Vinagre de coco .....	90
Figura 24. Socialización de la escala hedónica a los panelistas .....	91

Figura 25. Análisis Físicoquímicos del vinagre.....	91
Figura 26. Recepción de las evaluaciones sensoriales.....	92
Figura 27. Evaluación sensorial de los tratamientos .....	92
Figura 28. Valores referenciales del vinagre .....	93

## Resumen

La utilización de vinagre, como aderezo, es fundamental para la alimentación moderna, la cual está centrada en una alimentación más saludable, en la presente investigación se elaboró vinagre a partir de las mezclas agua y pulpa de coco (*cocos nucifera*). Se intentó buscar la mejor formulación de vinagre mediante dos factores siendo el factor A la mezcla de pulpa y agua de coco generando un total de 6 tratamientos tales como  $a_1b_1$  ( $a_1$ : 25 % pulpa + 75 % agua,  $b_1$ : 2 %), ( $a_1$ : 25 % pulpa + 75 % agua,  $b_2$ : 4 %),  $a_2b_1$  ( $a_2$ : 50 % pulpa + 50 % agua,  $b_1$ : 2 %) ,  $a_2b_2$  ( $a_2$ : 50 % pulpa + 50 % agua,  $b_2$ : 4 %),  $a_3b_1$  ( $a_3$ : 75 % pulpa + 25 % agua,  $b_1$ : 2 %) y  $a_3b_2$  ( $a_3$ : 75 % pulpa + 25 % agua,  $b_2$ : 4). Posteriormente se realizaron análisis sensorial, fisicoquímicos y de costo/beneficio a todos los tratamientos elaborados. Los resultados determinaron que el tratamiento de mejor evaluado es el  $a_3b_2$  con una media de todos sus atributos de 3.99, en el análisis fisicoquímico, los tratamientos presentaron una acidez entre 4 y 5.25 % de ácido acético. Dichos resultados se encuentran dentro de lo establecido por la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2296:2013. Según el análisis de costo beneficio el costo de 400 ml de vinagre de coco es de \$ 5.28 para el tratamiento  $a_1b_1$  siendo el más económico. El análisis de costo/beneficio fue realizado tomando en consideración un beneficio del 40 %.

**Palabras claves:** ácido acético, costo, beneficio, fisicoquímico, análisis sensorial.

### Abstract

The use of vinegar as a dressing is essential for modern nutrition, which is focused on a healthier diet. In this research, vinegar was made from mixtures of water and coconut pulp (*cocos nucifera*). An attempt was made to find the best vinegar formulation by means of two factors, factor A being the mixture of pulp and coconut water generating a total of 6 treatments such as a1b1 (a1: 25% pulp + 75% water, b1: 2%), ( a1: 25% pulp + 75% water, b2: 4%), a2b1 (a2: 50% pulp + 50% water, b1: 2%), a2b2 (a2: 50% pulp + 50% water, b2: 4% ), a3b1 (a3: 75% pulp + 25% water, b1: 2%) and a3b2 (a3: 75% pulp + 25% water, b2: 4). Subsequently, sensory, physicochemical and cost / benefit analyzes were performed on all the elaborated treatments. The results determined that the best evaluated treatment is the a3b2 with an average of all its attributes of 3.99, in the physicochemical analysis, the treatments presented an acidity between 4 and 5.25% of acetic acid. These results are within than what is established by the Ecuadorian technical standard NTE INEN 2296: 2013. According to the cost benefit analysis, the cost of 400 ml of coconut vinegar is \$ 5.28 for the treatment a1b1 s being the most economical. The cost / benefit analysis was carried out taking into account a benefit of 40%.

**Keywords:** acetic acid, cost, benefit, physicochemical, sensory analysis.

## 1. Introducción

### 1.1 Antecedentes del problema

El sector agroindustrial en el Ecuador se encuentra en un progreso continuo gracias a la utilización de materias primas que proceden de sectores agrícolas y pecuarios, para generar la transformación de productos derivados de dichas materias primas. Resulta común visualizar en las industrias fabricantes de derivados frutas y hortalizas la creación de productos nuevos, debido al constante cambio de la alimentación en los consumidores.

Según La Cámara de Comercio del Ecuador, el país es un importador de vinagre y sus similares, siendo el principal proveedor Estados Unidos con 291,9 toneladas en el año 2015. El vinagre importado en el Ecuador no es obtenido por fermentación natural, sino por procesamiento artificial (Rosero, 2016).

La producción de vinagre, actualmente se basa en la utilización de ácido acético de origen sintético, generando un mayor número de ganancias a dicho sector, ya que el costo de producción de vinagres de este tipo es muy bajo; cabe mencionar, que el consumo de vinagre con ácido acético sintético puede generar afectaciones sobre la salud como falta de aire, irritación de nariz, garganta, entre otros, cuando su consumo es elevado.

El proceso utilizado para la obtención de vinagre, consiste en una oxidación biológica procedente de bacterias acéticas para producir ácido acético y agua, en un medio con bajo contenido de etanol. Los métodos de obtención de vinagre son dos: el tradicional cuyo proceso es lento y el sumergido con un proceso más rápido siendo el más utilizado en la industria en procesos continuos, semicontinuos y discontinuos (Ferreyra, Schvab, Davies, Gerard y Solda, 2014).

Antes del siglo XVII, la técnica utilizada para la elaboración de vinagre era dejar el vino, procedente de una fermentación alcohólica, en contacto con el aire durante

un tiempo prolongado, produciéndose una oxidación incompleta del alcohol, por intervención de bacterias aerobias, apareciendo el primer sistema controlado denominado sistema francés (Suarez y Baldomero, 1992).

## **1.2 Planteamiento y formulación del problema**

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

La utilización de vinagre, como aderezo, es fundamental para la alimentación moderna, la cual está centrada en una alimentación más saludable y libre de compuestos que pueden poner en riesgo la vida del ser humano.

Existen diferentes tipos de vinagre en el mercado, pero no son producidos a nivel nacional, sino que estos son importados desde países europeos o de Norteamérica, generando la salida de divisas e impidiendo la generación de plazas de trabajo a nivel nacional. De acuerdo a los planes estratégicos, para aumentar la matriz productiva del país se ha establecido fomentar y fortalecer el sector agroindustrial, para la creación de empresas innovadoras que brinden a los consumidores productos de calidad, elaborados en el territorio local.

En el mercado ecuatoriano, no existe la comercialización de vinagre de coco, pudiendo ser una alternativa innovadora, ya que podría generar un alto impacto comercial.

La falta de conocimiento sobre los daños que puede ocasionar a nuestro organismo el consumo de vinagre con ácido acético sintético, ha permitido que la demanda de este tipo de vinagres incremente considerablemente en el último periodo, dejando de lado la compra de los vinagres obtenidos mediante métodos biotecnológicos como la fermentación que presentan mejores beneficios a la salud y calidad. Es necesario, ofrecer un producto elaborado con una fruta tradicional del país como es el coco, brindando alternativas innovadoras y saludables.

### **1.2.2 Formulación del problema**

¿Qué efecto obtuvo la dosificación de agua y pulpa de coco en la elaboración de vinagre?

### **1.3 Justificación de la investigación**

El trabajo estuvo basado en la aplicación de la técnica más adecuada para la elaboración de vinagre con agua y pulpa de coco (*Cocos nucifera*), con el fin de ofrecer alternativas innovadoras al mercado en general. Por otra parte, se pretendió fomentar el cultivo de este fruto, mediante el incremento de la superficie cultivada y de los rendimientos.

El vinagre es un saborizante y preservante natural cuyo uso en la industria de alimentos es amplio. Es utilizado como conservante evitando el desarrollo de bacterias en los alimentos aumentando el tiempo de almacenamiento en anaquel de los productos elaborados. También es un agente medicinal cuyo consumo en la actualidad se ve afectado por la existencia en el mercado, de vinagre artificial. Durante la realización del trabajo se procuró obtener un vinagre con características organolépticas aceptables por parte del consumidor, que garantice su satisfacción. Este hecho apoya la tendencia que va ganando espacio actualmente, en el sentido de consumir alimentos sin riesgos para la salud. Sin duda, con este estudio se buscará contribuir al incremento de la información científica con datos referentes al proceso de fermentación alcohólica y acetificación del mosto de coco. Se determinaron los parámetros óptimos para industrialización, pudiendo ser tomados en cuenta para ser fabricados en altas cantidades, a partir de una fruta cuyo cultivo es relativamente fácil.

En el Ecuador, las zonas de mayor producción de cocotero son tres provincias de la costa (Esmeraldas, Manabí, Guayas) y una de la sierra (Loja). Esmeraldas es

la provincia que cuenta con mayor producción de esta nucífera, con el 77,26 % de las hectáreas sembradas, seguida de Manabí con el 18,72 %. Estas localidades cuentan con aproximadamente 4011 hectáreas que representan la cantidad más alta de ventas anuales (Velasco, 2017).

El vinagre presenta beneficios potenciales en la salud, ya que es un desintoxicante del organismo, ayudando a eliminar sustancias como los radicales libres que se encuentran dentro del cuerpo humano, es utilizado para regular el pH, se lo considera un desodorante natural y puede ser empleado para calmar las quemaduras del sol (Gobierno Provincial de Tungurahua, 2015).

#### **1.4 Delimitación de la investigación**

- **Espacio:** El siguiente trabajo experimental se llevó a cabo en la provincia del Guayas, cantón Milagro, parroquia Milagro, en la planta piloto de la Facultad de Ciencias Agrarias de la carrera de ingeniería Agrícola mención Agroindustrial de la Universidad Agraria del Ecuador Campus Milagro
- **Tiempo:** Este trabajo experimental fue realizado en un lapso de 9 meses, los cuales estuvieron contemplado desde mayo del 2020 hasta febrero del 2021.
- **Población:** Población en general, especialmente personas que requieren el consumo de producto elaborados de forma natural.

#### **1.5 Objetivo general**

- Obtener vinagre a partir de las mezclas agua y pulpa de coco (*cocos nucifera*)

#### **1.6 Objetivos específicos**

- Identificar mediante un análisis sensorial (olor, color y apariencia) el vinagre de agua y pulpa de coco mejor evaluado.

- Evaluar las características fisicoquímicas (pH, % de ácido acético, grados brix, densidad y turbidez) de los vinagres elaborados con agua y pulpa de coco.
- Determinar el beneficio/costo de la elaboración del vinagre con agua y pulpa de coco.

### **1.7 Hipótesis**

Este estudio tuvo como hipótesis inicialmente la consideración de que la mezcla de 50 % - 50 % de agua y pulpa de coco tendría la mayor aceptación y condiciones fisicoquímicas.

## 2. Marco teórico

### 2.1 Estado del arte

Herrera y Chamorro (2015), obtuvieron vinagre de ovo mediante la fermentación acética de la bebida alcohólica, utilizando como inóculo el *acetobacter aceti*. Presentaron 8 tratamientos, evaluando pH, grados Brix, tiempo de fermentación y acidificación, temperatura, alcohol etílico y rendimientos al final del proceso. Las características fisicoquímicas evaluadas del vinagre fueron pH, grados Brix, acidez total, densidad, turbidez y rendimiento y análisis sensorial para obtener el tratamiento de mayor aceptación. Los resultados muestran que el descenso de pH en cada tratamiento fue de 1.4, para T1, T2. De 1.35 para T3; 1.33 para T4: 1.45 para T5: 1.37 para T6; 1.43 para T7 y finalmente de 1.50 para T8. Esto resultados indican que la disminución de pH fue para los últimos tratamientos y en especial para T8.

La mayor cantidad de sólidos solubles se obtuvo en los tratamientos T4, T3 y T7, seguidos de los tratamientos T2, T5, T6 y T8 y menor cantidad en el tratamiento T1. La presencia de menor cantidad sólidos en fruta semi-madura, se debe a que la materia prima al momento de proceso, se comporta con escasa turbidez en el jugo, aunque la presencia de azúcares sea menor que la fruta madura. La acidez en el vinagre en todos los tratamientos está entre 2.8 a 3.91. Valores menores se presentan en los primeros tratamientos, mientras que valores muy cercanos a 4 se presentan en los tratamientos a partir del tratamiento T5 al T8. Se puede apreciar que el tratamiento T7 y T8, se logra los mejores resultados. Mediante el análisis sensorial realizado, el T8 presentó una mejor valoración.

Romo (2011), en su trabajo de investigación indicó que utilizó varios procesos biotecnológicos de doble fermentación en la elaboración de vinagre a base de

banano de rechazo, logrando determinar que la fermentación alcohólica se realiza de mejor manera realizando un correcto acondicionamiento del mosto y utilizando levaduras de excelente calidad. Obtuvieron diferentes tratamientos de vinagre los cuales fueron sometidos a un análisis sensorial determinando como tratamiento ganador el realizado con mango-banano.

Cedeño y Gómez (2017), caracterizaron un vinagre con la pulpa, semilla y cáscara de *Bromelia pinguin* (especie de planta, familia de las bromeliáceas), mediante el método de fermentación alcohólica y acética, utilizando una cepa de *Saccharomyces cerevisiae*, permitiendo un intercambio de oxígeno para permitir la formación de ácido acético. Los resultados que obtuvieron en los análisis fisicoquímicos realizados indicaron que el porcentaje de ácido acético volátil fue de 3.99 %, total 4.05 %, fija 0.06 %, cenizas totales 0.34 %, grado alcohólico 6.18 % y pH de 2.76 a una temperatura de 20 °C. Mientras tanto en los resultados determinados mediante análisis microbiológico se indicam que las UFC de aerobios mesófilos fue < 1.0, mohos y levaduras < 1.0, bacterias acidúricas < 1.0 y coliformes totales < 1.0.

Alemán y Velásquez (2014), obtuvieron vinagre a partir de chirimoya, utilizando como microorganismo facilitador de la fermentación alcohólica una cepa de levadura *Saccharomyces cerevisiae uvarum* y *Saccharomyces cerevisiae sp*, y para la obtención del vinagre se utilizó un vinagre iniciador (*Acetobacter aceti*). Se realizó un arreglo factorial AxBxCxD, estableciendo 16 tratamientos. Para el producto terminado los resultados obtenidos fueron de pH 2.83, acidez total de 3.73 %, y alcohol etílico de 2.83 %.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Vinagre**

Se lo considera como uno de los productos con más baja calidad entre los alimentos fermentados, calificado como un accidente en el proceso de vinificación. No obstante, en la actualidad, se ha convertido en uno de los aderezos más versátil y utilizado, principalmente en la cocina gourmet. Por ello, las industrias han optado por elaborar vinagres de mayor variedad y calidad. Un ejemplo claro está en Argentina, ya que se pueden encontrar vinagres varietales a base de Malbec, Merlot, Cabernet Sauvignon, Torrontés Tardío.

Tomando en cuenta la innovación de productos, se ha ofrecido diferentes tipos de vinagres como de higos que cuenta con 4% de ácido acético. En los mercados también se encuentran los vinagres saborizados con diferentes especias como la pimienta de cayena, el romero, etc. Se han presentado distintos tipos de vinagre balsámico a los que se les han adicionado nuez pecán y aceto andino de frutos del bosque, siendo macerado con frutos rojos como moras, frutillas o arándanos.

Hace muchos años atrás, se ha implementado la utilización de vinagre para la elaboración de ciertos productos, sin embargo, este producto también se lo ha utilizado como un medio conservante de otro tipo de alimentos, como ingrediente de medicamentos sencillos de hombres y animales (Solieri y Giudicci, 2009)

Según Casale *et al.* (2006), el vinagre es resultante de una doble fermentación (la primera fermentación esalcohólica y la segunda fermentación es acética) de cualquier solución de azúcares y/o sustancias amiláceas fermentables

La fermentación alcohólica del vinagre es gracias a la utilización de levaduras *saccharomyces*, las que se encargan de la transformación del el azúcar en etanol sin la presencia de oxígeno. La segunda fermentación consiste en la conversión del etanol en ácido acético, dicha fermentación se da gracias a la acción de bacterias acido acéticas en presencia de oxígeno. Para dicho proceso de

fermentación acética, se utilizan sustratos como la sidra, la cerveza o el vino, que pueden ser derivados de la fermentación alcohólica de frutos, cereales o miel (Raspor y Garanovic, 2008)

### **2.2.2 Métodos utilizados para la elaboración de vinagres**

Existen distintos métodos para la producción de vinagres, considerando al sistema de cultivo en superficie como el método más antiguo, llamado también método Orleans o tradicional. El método schützenbach es considerado el primer proceso industrial, dejando de lado la implementación del método tradicional, siendo el más utilizado. (Tsfaye *et al.* 2002)

#### **2.2.2.1 Método en superficie**

Aplicando este método, las bacterias ácido acéticas se hallan en la capa superficial del mosto alcohólico que se va a acetificar, lo cual forma una membrana de celulosa denominada “madre del vinagre”. Las bacterias ácido acéticas dispuestas en la interfase líquido /aire se debe a que éstas necesitan estrictamente de oxígeno para poder sobrevivir, siendo esta la única forma de poder obtenerlo y así oxidar el etanol a ácido acético.

El procedimiento empleado para la elaboración de vinagre consiste en colocar el mosto alcohólico en talegos de madera, que se encuentran perforados para facilitar la aireación. Cuando se completa la el porcentaje de acidez deseado del vinagre, se procede a extraer una cantidad del líquido y se lo sustituye por un nuevo mosto alcohólico para recomenzar el proceso (Adams y Moss, 1997).

La falta de oxígeno para las bacterias ácido acéticas generan una lentitud en el proceso, necesitando mayor cantidad de tiempo para obtener acidez deseada. Este mayor tiempo empleado de acetificación ocasiona una mejor calidad organoléptica en los vinagres, debido principalmente a la utilización de toneles de madera que

permiten que se realice la acetificación y el envejecimiento al mismo tiempo. Este tipo de proceso genera un mayor costo de producción, ya que es necesaria una alta inversión, generando un producto con un alto valor agregado (Tesfaye *et al.* 2002).

#### **2.2.2.2 Método *schützenbach***

Es un método que permite el incremento de la velocidad de acetificación generando un aumento de la superficie de contacto del oxígeno con las bacterias ácido acéticas. El método consiste en hacer pasar el mosto alcohólico que va a ser sometido al proceso de acetificación por un lecho empacado con virutas de madera, donde se encuentran adosadas las bacterias. El aire es introducido a contracorriente por perforaciones en la base del equipo fluyendo por convección natural (Adams y Moss, 1997).

#### **2.2.2.3 Método de *Cultivo sumergido***

En este tipo de método de obtención de vinagre, las bacterias ácido acéticas se encuentran inmersas en el medio a acetificar, obteniéndose vinagres de alto porcentaje de ácido acético en tiempos relativamente cortos (24 horas). El aire circular a manera de burbujas mediante de la biomasa bacteriana mezclado con oxígeno, favoreciendo la acetificación. El alto contenido de biomasa, así como la el alto porcentaje de oxígeno presente, favorece a la alta transformación de etanol en ácido acético generando uniformidad en el producto. Se considera necesario el control constante de temperatura y de la presión parcial del oxígeno. El descenso de la presión parcial del oxígeno induce la disminución de la actividad de las bacterias ácido acéticas. Sin embargo, una fuerte presión de oxígeno y agitación provoca un efecto negativo en la estructura volátil del vinagre, por lo tanto un defecto en la calidad final (Ormaechea Landa, 1992).

### **2.2.3 Factores que influyen durante la producción de vinagres**

Durante la fermentación acética existen factores que influyen en la fermentación de vinagre como la temperatura, concentración de etanol y concentración de ácido acético.

#### **2.2.3.1 La Temperatura**

La temperatura es uno de los parámetros de mayor importancia a controlar en la producción de vinagres. Las bacterias ácido acéticas cuentan con un rango de temperatura óptimo de 25-30° C para su crecimiento (Saeki *et al.* 1997; Ndoye *et al.* 2006).

La temperatura empleada para la producción de vinagre usualmente es de a 30° C, controlando de manera estricta dicha temperatura. Un aumento de la temperatura entre 2 y 3 ° C puede ocasionar cambios en la velocidad del proceso y en el rendimiento final. Una afectación en el rendimiento final es procedente de la evaporación de los compuestos volátiles del mosto principalmente del etanol, el acetaldehído y por ende en el ácido acético (Romero y Cantero 1998). Ciertos estudios han demostrado que se puede producir ácido acético a temperaturas que comprendidas entre los 38 y 40 ° C (Ndoye *et al.* 2006)

#### **2.2.3.2 La concentración de etanol.**

El etanol contenido en el mosto empleado para la obtención de vinagre puede ocasionar diferentes efectos desfavorables. Una concentración alta de etanol genera una inhibición del crecimiento de las bacterias ácido acéticas ocasionando daños en la velocidad de acetificación. Sin embargo, bajos porcentajes de etano etanol pueden ocasionar un efecto adverso en viabilidad celular, de acuerdo a la acidez del medio. Esto es de vital importancia al momento de utilizar el vinagre conseguido como cultivo iniciador en posteriores procesos. Si ocurre un descenso

de etanol a 0,2% del volumen, ácido acético desarrollado se oxide completamente a dióxido de carbono y agua y generando disminución del rendimiento (García-García *et al.* 2009).

### **2.2.3.3 La concentración de ácido acético**

Un factor del estrés fisiológico de las bacterias ácido acéticas es la concentración de ácido acético. El ácido acético que no se encuentra disociado puede traspasar la membrana celular, alterando los métodos de transferencia de dicha membrana y, posteriormente se disocia en el interior de la célula, originando niveles tóxicos del anión y un aumento del porcentaje de acidez (Adams, 1998).

### **2.2.4 Caracterización socio-económica sobre el cultivo del coco.**

La creación de productos derivados del coco tiene una gran importancia a nivel mundial. Los países asiáticos son los que lideran la producción mundial de coco, seguido por Indonesia, Filipinas y la India. Su presencia y demanda es evidente en el mercado internacional, debido a la industrialización de los subproductos y por satisfacer diferentes necesidades del ser humano, ya sea desde el ámbito alimenticio, como no alimenticio, además los principales países importadores son en primer lugar Malasia, seguida de China y los Estados Unidos de América, mientras que los países que más exportan son Indonesia, República Dominicana y Malasia. Los principales productores poseen una escasa o nula tecnificación agrícola donde el tamaño de propiedad está limitado a pequeños lotes con presencia de pobreza en más del 80% de los productores.

En el Ecuador, las tierras con mayor producción de coco se encuentran ubicadas en la planicie costera del país y en algunas de sus islas, principalmente en las provincias de Manabí, Esmeraldas, Guayas, Santa Elena y Santo Domingo de los Tsáchilas, donde se encuentra el 85% del total cultivado (Infoagro, 2017).

### **2.2.5 Taxonomía del coco.**

Según Infoagro (2017) el coco es perteneciente a la familia Arecaceae. *Cocos nucifera* es su nombre científico y se lo conoce usualmente como palma de coco

#### **2.2.5.1 Características**

Dan frutos a partir de los 5 a 6 años de edad, en buenas tierras, pero más probable de 7 a 9 años, y alcanzan la plena producción de 12 a 13 años. Las frutas llegan a la madurez en 8 a 12 meses, a partir de la floración. Los cocos se recolectan totalmente maduros para producir copra o coco desecado. Para la producción de fibra se recoge aproximadamente un mes antes de la madurez, de manera que las cáscaras se hallen verdes.

#### **2.2.5.2 Propiedades y beneficios**

Las propiedades del coco están definidas por sus principales componentes químicos. El alto contenido de ácido permite su uso en la industria cosmética y en la fabricación de jabones. Además, sus propiedades antivirales, antibacteriales y antiprotozales, lo hace apropiado para su uso en productos alimenticios. Últimamente, el ácido cáprico también es reconocido por su propiedad antimicrobiana. Varias investigaciones mencionan que la grasa natural del coco normaliza los lípidos del cuerpo humano, protege contra el daño del alcohol en el hígado y mejora la respuesta antiinflamatoria del sistema inmunológico (Enig, 1999)

Generalmente el coco se clasifica como un “alimento funcional” altamente nutritivo ya que es rico en fibra dietética, vitaminas y minerales; sin embargo, en particular, la evidencia se está ampliando para apoyar el concepto que, el coco puede ser beneficioso en el tratamiento de la obesidad, dislipidaemia, elevado Ldl, resistencia a la insulina y la hipertensión, entre otros beneficios) (Comité Nacional, 2012).

Se lo considera también como un antimicrobial, antiinflamatorio, antioxidante natural, antidiabético, antiparasitario, y su uso para el tratamiento de enfermedades importantes, tales como leishmaniasis y malaria debido a sus maravillosas características botánicas y fisiológicas (Roopan, 2016).

#### **2.2.5.3 Fibra de coco**

Los compuestos principales son la celulosa y lignina. Esta última, provee la resistencia y rigidez a la fibra. Se encuentra dentro de la categoría de fibras fuertes igual que el henequén, pita, agave y abacá. Otra de sus características es ser bajo conductor de calor, así como, ser resistente al impacto de las bacterias y el agua (Rajan, Senan y Pavithran, 2005).

Estas particularidades, hacen que la fibra de coco sea un material versátil para producir cuerdas, colchones, alfombras, cepillos, entre otros. Un estudio técnico y económico para la instalación de una empresa dedicada a la fabricación de carteras y bolsos a base de corteza de coco es presentado por (Lopez Reto, 2014)

#### **2.2.5.4 Copra**

Conocida como la almendra seca extraída del coco maduro. Su contenido de humedad se encuentra alrededor del 6% y se clasifica en dos tipos, comestible y para molido. La principal corresponde a una calidad superior y es utilizada para diversas preparaciones comestibles, así como, para el consumo directo. La segunda, es ocupa para la extracción de aceite (Appaiah, Sunil, Prasanth y Gopala, 2014)

La producción de copra no requiere procesos técnicos extremos por lo que está al alcance de todos los cultivadores de la palma de coco. La misma cuenta con aproximadamente 63% de aceite, 31% de materia seca y 6% de agua. Las industrias con alta capacidad de procesamiento pueden extraer 62% de aceite y

35% de torta (De Taffin, 1988). También se puede llegar a obtener aceite y pasta, materia prima básica para la industria jabonera.

#### **2.2.5.5 Aceite de coco**

El aceite de coco puede ser extraído directamente del endosperma o de la copra. En el primer caso, no tiene prácticamente color y presenta un bajo nivel de acidez (0.1- 0.2%). Cuando se extrae de la copra, adquiere un color marrón- amarillo, y la calidad del aceite estará directamente relacionada con la calidad de la copra (De Taffin, 1988)

#### **2.2.5.6 Torta de coco**

Es un subproducto obtenido de la extracción de aceite de la copra y es utilizado como alimento para animales. Contiene 20 a 30% de proteínas y el contenido de aceite varía de 6 a 12%, dependiendo del procedimiento utilizado para la extracción de aceite. El contenido de humedad se encuentra alrededor del 10% (De Taffin, 1988)

### **2.2.6 Aplicaciones de la planta de coco**

Según la revista digital Infoagro (2017), en su artículo del cultivo de coco, indica que es una de las más utilizadas por el ser humano, la misma que muestra múltiples aplicaciones, entre las que están:

**Industria:** en la industria se utiliza la copra como materia prima para la obtención de aceites. También se deshidrata en conservas y ha sido empleado en la fabricación de jabones, shampoo, cosméticos, cremas, etc.

La concha o endocarpio que se encuentra cubriendo a la copra o pulpa es utilizado la producción de combustible para caldera, carbón y carbón activado. (Lopez Reto, 2014).

**Ganadería:** en la ganadería se utiliza la harina de coco obtenida luego de la producción de aceite para alimentar ganado.

Las hojas de la palma de coco son utilizadas como forraje en invierno cuando existe escasez para protección del ganado vacuno. El corte de más del 20% de las hojas, es necesario para impedir la merma en la producción de frutos. No se deben cortar más del 20 % de las hojas del árbol ya que en tiempos de sequía en cocotero podría morir (Infoagro, 2017).

**Agricultura:** se emplea el polvo de la estopa para mejorar los suelos arenosos, ya que facilitan la retención de agua y ayudan a mejorar la textura del suelo.

Todos los productos que ya no son necesarios en la industria cocotera son destinados para la elaboración de abonos orgánicos.

**Construcción:** las hojas de coco y el tallo del mismo son utilizados como materiales para la construcción de casas, chozas y granjas, y las palmas son ubicadas en los techos.

**Artesanías:** los cocoteros o palmas son utilizados para la elaboración de sombreros típicos, alfombras o canastas.

La corteza del coco o concha es utilizada para elaborar diferentes tipos de botones, cucharas, platos, vasijas, adornos, etc. (Lopez Reto, 2014).

**Alimentación:** El coco es un alimento que brinda un alto porcentaje de energía para el organismo, La pulpa de coco es utilizada para la elaboración de distintos alimentos, siendo considerado un alimento con alto valor nutricional. El agua de coco conocida como una potencial bebida refrescante.

El palmito es la yema terminal del cocotero y se consume crudo o cocido y contiene 3% de almidón y 5% de azúcar. En el sector apícola tiene un papel importante, pues las flores constituyen un excelente alimento para las abejas.

**Medicina:** tiene multitud de aplicaciones entre las que destacan: antiséptico, astringente, bactericida, diurético, etc. En muchos países tropicales se emplea como remedio popular contra el asma, la bronquitis, contusiones, quemaduras, estreñimiento, disentería, tos, fiebre, gripe, etc (Lopez Reto, 2014).

### **2.2.7 Limitaciones del sector agroindustrial en el Ecuador**

Ecuador presenta un desarrollo totalmente limitado de la agroindustria en cuanto a la fabricación de productos derivados de frutas se refiere. Dicha limitates es causada por la deficiencia de investigación científica para la obtención de productos modernos.

Según datos del Ministerio de Industrias y Productividad (2014), Ecuador es considerado un potencial exportador de materias primas. Estas exportaciones de materias primas ha ocasionado un desarrollo deficiente de la agroindustria local, ya que impide la utilización de los recursos agrícolas de una manera eficiente para su transformación, seguido de la disminución de la disponibilidad de ciertos productos agroindustriales elaborados en el país, lo genera un efecto negativo en la bolsa de empleo y favorece el incremento de importaciones de productos agroindustriales.

Nuestro país posee una alto porcentaje de materias primas de origen agrícola que no son tomados en cuenta para la utilización óptima de estos recursos como la manzana, la reina Claudia, el tomate de árbol, o la mora, pudiendo ser utilizadas en elaboración de nuevos productos innovadores y potencialmente beneficiosos para la como el vinagre de frutas proveniente de residuos de frutas, que favorezcan al consumo de estas materias primas y por ende brinden una mejoría en el nivel de calidad de vida de la población (Gobierno Provincial de Tungurahua, 2015)

La importación de vinagre y sucedáneos del vinagre obtenido a partir del ácido acético en el ecuador, durante 2011 es de 138 toneladas; en 2012 de 233

toneladas, en 2013 de 180 toneladas, en 2014 disminuye a 97 toneladas y en 2015 se incrementa a 196 toneladas. El análisis por países en 2015 indica que Italia provee del 53.1% del total importado, seguido de Chile con el 26.3%, Estados Unidos solamente el 7.4%, Perú el 6.1%, Colombia 5.1% y España el 2.0%. (ITC , 2015b).

### **2.2.8 *Acetobacter aceti***

Son bacterias productoras de ácido acético, pertenecientes a la familia *acetobacteriaceae*, son consideradas en el grupo de las  $\alpha$ -Proteobacterias. Cuentan con una forma cilíndrica, que se pueden encontrar en parejas, solitaria o formando cadenas, son Gram-negativas y se caracterizan por presentar actividad oxidasa negativa, catalasa positiva y por no formar esporas. Se cuentan con 19 géneros y 72 especies, son conocidas por la habilidad que tienen para la oxidación de azúcares y alcoholes, otorgando un producto final de ácidos orgánicos que son utilizados exclusivamente por la industria de vinagres (Gerard, 2015).

## **2.3 Marco legal**

### **NORMA TECNICA ECUATORIANA - NTE INEN 2296:2013 – VINAGRE.**

#### **REQUISITOS**

##### **1. OBJETO**

1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el vinagre.

##### **2. ALCANCE**

2.1 Esta norma se aplica a todo vinagre envasado y destinado al consumo directo.

2.2 Esta norma no se aplica al producto proveniente de dilución del ácido acético.

##### **3. DEFINICIONES**

3.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

3.1.1 Vinagre. 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.

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

3.1.3 Vinagre de fruta, baya, sidra. Son vinagres obtenidos por fermentación alcohólica y acética de las frutas o del vino de frutas, bayas o sidra.

3.1.4 Vinagre de alcohol. Es el vinagre obtenido por fermentación acética de alcohol etílico destilado de origen agrícola.

3.1.5 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.

3.1.6 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.

3.1.7 Vinagre de suero de leche. Es el vinagre obtenido sin destilación intermedia del suero de leche.

3.1.8 Vinagre de miel de abejas. Es el vinagre obtenido sin destilación intermedia de la miel de abejas.

3.1.9 Anguílula del vinagre (*Turbatrix aceti* o *Anguillula aceti*). Son pequeños nematodos dorados causantes de la fermentación acética, que se encuentran en el vinagre no pasteurizado, se lo conoce como madre del vinagre.

#### **4. DISPOSICIONES GENERALES**

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.

4.2 El vinagre debe elaborarse con materias primas libre de mohos, insectos y materias extrañas.

4.3 Se permite la adición de especias o sus extractos, oleoresinas o aceites esenciales.

4.4 Se permite la adición de aromatizantes naturales.

4.5 Durante el proceso de acetificación se permite el empleo de sustancia nutrientes, 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 rectificadas 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 anguílula del vinagre o materias y sedimentos en suspensión; además debe estar exento de la turbiedad causada por microorganismos (madre del vinagre).

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.

### 3. Materiales y métodos

#### 3.1 Enfoque de la investigación

##### 3.1.1 Tipo de investigación

- Investigación experimental

La investigación experimental en primera instancia fue realizar la formulación correspondiente, que nos permitió encontrar la mejor propuesta que le confirió al vinagre las mejores características fisicoquímicas y organolépticas, lo cual se justificó con los respectivos análisis sensoriales de cada una de las formulaciones propuestas. Todos los tratamientos obtenidos fueron sometidos a análisis fisicoquímicos y microbiológicos para determinar la eficacia del producto.

##### 3.1.2 Diseño de investigación

A partir de la característica experimental de la actual propuesta, se intentó buscar la mejor formulación de vinagre mediante dos factores, generando un total de 6 tratamientos, que le confiera una mayor aceptación sensorial, y mejores características fisicoquímicas.

#### 3.2 Metodología

##### 3.2.1 Variables

###### 3.2.1.1. *Variable independiente*

Concentración agua de coco – pulpa de coco

% de bacterias ácido acéticas

###### 3.2.1.2. *Variables dependientes*

Características sensoriales (olor, color, apariencia)

Propiedades fisicoquímicas (pH, acidez (% ácido acético), °Brix, densidad y turbidez)

Costo/Beneficio

### 3.2.2 Tratamientos

De acuerdo a la fundamentación teórica, en este experimento se evaluaron tres formulaciones de la combinación agua de coco – pulpa de coco. Estas concentraciones se indican en la tabla 1, posteriormente se realizaron tres tipos de mezclas para la obtención de vino de coco detalladas en la tabla 2. Luego de la elaboración del vino se establecieron factores para la obtención del vinagre, donde el factor A estuvo representado por las mezclas de vino y el factor B por la concentración de bacterias acéticas utilizadas. La combinación de los factores permitió obtener un total de 6 tratamientos, los que se detallan en la tabla 3.

**Tabla 1. Tratamientos a evaluarse**

FORMULACIÓN	T1	T2	T3
% Pulpa de coco	25 %	50 %	75 %
% Agua de coco	75 %	50%	25 %

Cuesta, 2020

**Tabla 2. Formulación vino de coco**

FORMULACIÓN	M1	M2	M3
% Mezcla de coco	70%	70 %	70 %
% Azúcar	10 %	10%	10 %
% Agua	19 %	19 %	19 %
% Levadura	1 %	1 %	1 %

Cuesta, 2020

**Tabla 3. Tabla de combinaciones factoriales para la elaboración de vinagre**

N°	Niveles del factor A	Niveles del factor B	Combinaciones
	(Mezcla/vino)	(bacterias acéticas)	
1	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>

2	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>
3	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>
4	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>
5	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>
6	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>

---

Cuesta, 2020.

### **3.2.3 Diseño experimental**

De acuerdo al planteamiento de este estudio, las valoraciones sensoriales de las formulaciones propuestas se realizaron mediante un diseño de bloques completos al azar, siendo la fuente de bloqueo el panel integrado por 30 catadores internos con cierto nivel de conocimiento. La unidad experimental estuvo representada por muestras de 50 ml de vinagre de cada tratamiento, a los que se le evaluaron las características organolépticas del color, olor y apariencia. En la distribución experimental se aplicaron las combinaciones generando un arreglo factorial 3x2.

### **3.2.4 Recolección de datos**

#### **3.2.4.1. Recursos**

##### **Recursos bibliográficos**

Artículos científicos

Libros

Repositorio de la Universidad Agraria del Ecuador

Informes gubernamentales

Tesis

Revistas científicas

Sitios web

##### **Recursos Humanos**

Tutor: Ing. Ahmed El Salous MS.c

Investigador: Rosa Cuesta Lara

### **Recursos institucionales**

Universidad Agraria del Ecuador

Facultad de Ciencias Agrarias

Repositorio de la Universidad Agraria del Ecuador

### **Recursos Materiales**

#### **Materias primas e insumos**

Pulpa de coco

Agua de coco

Levadura *Saccharomyces cerevisiae*

Bacterias ácido acéticas – SUPREMA

#### **Materiales de proceso**

#### **Materiales**

Recipientes de acero inoxidable

Filtro de acero inoxidable

Cocina industrial marca Andino

Cuchillos de acero inoxidable

Licadora industrial klarstein 2000 ml

Cucharas de acero inoxidable

Bureta de 500 ml

Termómetro de mercurio -10 °C a + 110 °C. Marca Numak

Botellas plásticas de 1 G

Envases vidrio de 100 ml

Hidróxido de sodio

Fenolftaleína

Vaso de precipitación de 250ml

### **Equipos**

pH-metro METTLER TOLEDO  $\pm 2\%$

Balanza Analítica METTLER TOLEDO, 0,01g de precisión

Refractómetro Ma887,  $\pm 2$  ppt,  $\pm 0.002$  S.G. (20/20)

### **Equipos de protección personal**

Cofia

Guantes

Mascarilla

Mandil

### 3.2.4.2. Métodos y técnicas

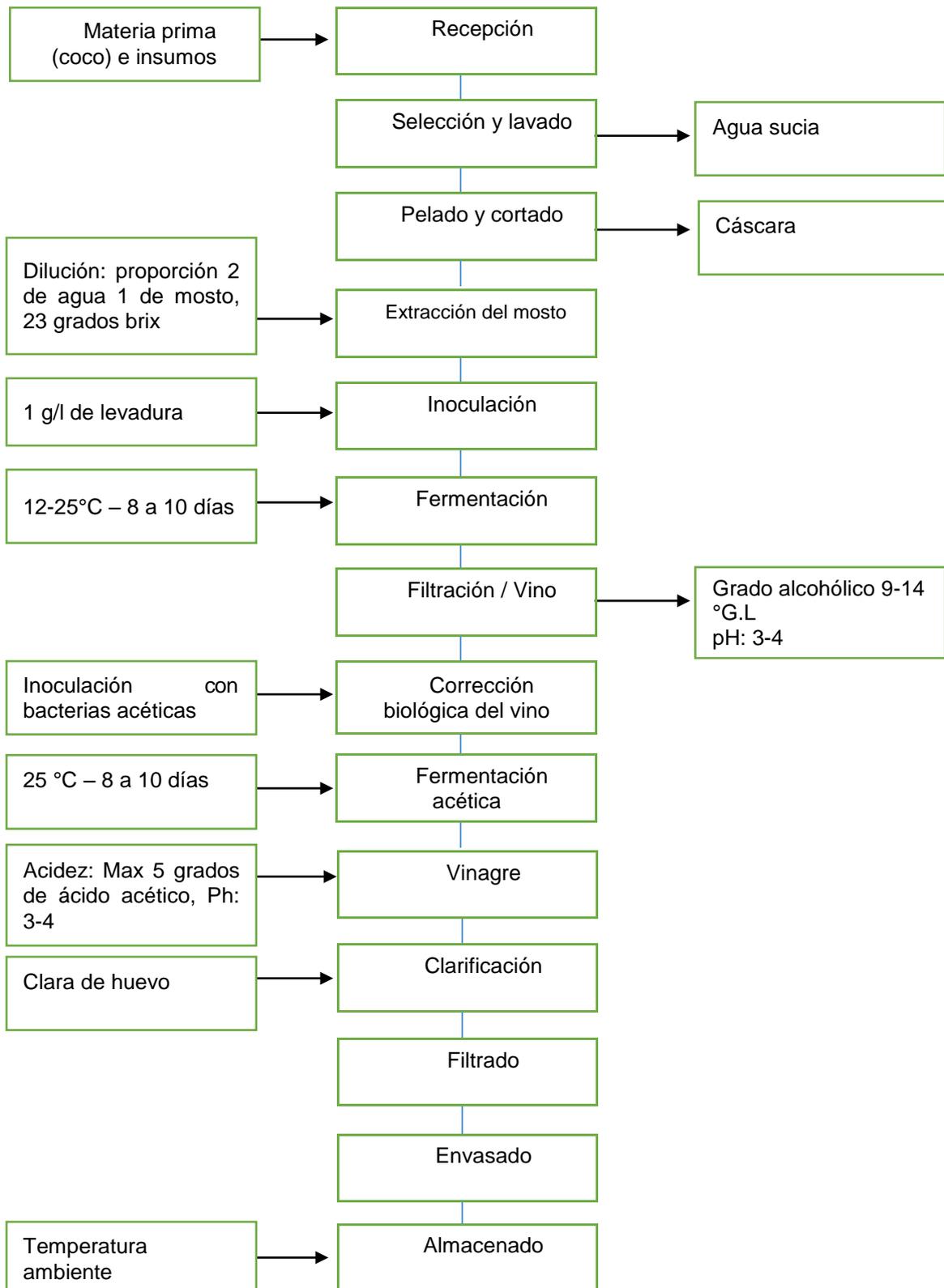


Figura 1. Diagrama de flujo de vinagre a base de pulpa y agua de coco Cuesta, 2020

## **Descripción del diagrama de flujo**

### **Recepción**

Se reciben los cocos y se les realiza un análisis físico para verificar que se encuentren en perfecto estado.

### **Selección y lavado**

Por medio de un análisis visual, se seleccionan a los cocos que se encuentren en mejor estado, es decir que no presenten cualquier alteración fisicoquímica o biológica, luego se somete a un lavado de los cocos con una solución de hipoclorito de sodio al 5 % y agua.

### **Pelado y cortado**

Con ayuda de un cuchillo de acero inoxidable, se procede a retirar la cáscara externa del coco, para facilitar el cortado, luego de esto se realiza un corte en la parte superior del coco, para retirar el agua que este contiene en su interior y proceder posteriormente a la extracción de la pulpa del coco.

### **Extracción del mosto**

Con ayuda de una licuadora industrial con capacidad de 3000 ml se procede a triturar la pulpa de coco con el agua de coco, para lograr la extracción del mosto, el cual debe contar con 23 ° Brix.

### **Inoculación**

Se agrega 1 gramo de levadura por cada litro de mosto obtenido.

### **Fermentación alcohólica**

La fermentación alcohólica debe realizarse a una temperatura de 22 a 25 °C aproximadamente.

### **Vino/Filtración**

El vino que posteriormente se filtró con ayuda de un filtro metálico debe de presentar un grado alcohólico de 9 a 12 y un pH de 3 a 4.

### **Corrección biológica del vino**

Se agregan bacterias acéticas, para proceder a realizar la fermentación acética y así obtener el vinagre de coco

### **Fermentación acética**

Esta operación unitaria debe de realizarse a una temperatura de 25 °C.

### **Vinagre**

Debe de presentar una acidez máxima de 5 grados de ácido acético y un pH de 3 a 4.

### **Clarificación**

Para la clarificación se utilizará clara de huevo.

### **Filtrado**

Se filtra el vinagre para retirar cualquier elemento extraño que pueda estar presente.

### **Envasado**

El vinagre se debe envasar en botellas de vidrio, para conservar de mejor manera las características organolépticas.

### **Almacenado**

El vinagre de coco se debe almacenar a temperatura ambiente.

### **Variables a analizar**

**Realizar el procedimiento indicado en la Norma NTE INEN 1 529-10:98**

### **Método de protocolo sensorial**

Fue necesario contar con parámetros confiables, que le brindaron al panelista la facilidad de poder conseguir los resultados de una manera más clara y precisa, con la finalidad de obtener un buen panel para la evaluación sensorial.

Hay que indicar la organización del formulario, la cantidad de muestras, etc., para lograr generar confianza y seguridad en los resultados que se consiguieron.

Las variables analizadas están enmarcadas en olor, color y apariencia las mismas que fueron evaluadas con una calificación del 1 al 5 de acuerdo a la aceptación de los panelistas, donde 1 significa me disgusta mucho y 5 me agrada mucho, como se detalla en el Anexo 1.

### **Análisis físico químico**

#### **Método de ensayo para la determinación de acidez**

##### **NTE-INEN ISO 750**

Método de rutina

Titulación con una solución volumétrica patrón de hidróxido de sodio en presencia de fenolftaleína como indicador

Reactivos

Usar solo reactivos de grado analítico reconocido y agua destilada o desmineralizada o agua de pureza equivalente.

Hidróxido de sodio, solución volumétrica patrón,  $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/l}$ . 1)

Soluciones de buffer, de pH conocido.

Fenolftaleína, 10g de una solución en etanol al 95% (volumen)

Equipos

Homogeneizador o mortero

Pipeta, para repartir 25ml, 50ml o 100ml.

Matraz erlenmeyer, capaz de ser equipado con el condensador de reflujo (4,7).

Matraz aforado de capacidad de 250ml.

Vaso de precipitación, de capacidad de 250ml junto a un agitador mecánico o magnético.

### **Método de ensayo para la determinación de pH**

#### **Norma INEN ISO 1842:2013**

##### **Equipos**

pH-metro, con una escala graduada en 0.05 unidades de pH o preferentemente menor.

##### **Electrodos**

Electrodos de vidrio: electrodos de diferentes formas geométricas pueden ser usados. Se deberán almacenar en agua.

### **Determinación de densidad**

Se calculó como la relación entre el peso y volumen a una temperatura de 23° C, en las muestras con diferentes formulaciones. El peso se obtuvo con ayuda de las balanzas presentes en el laboratorio de ciencias agrarias (Navia-Porras, 2014)

### **3.2.5 Análisis estadístico**

Todas las variables sensoriales que se evaluaron fueron sometidas al análisis de varianza y los promedios se compararon mediante la prueba de Tukey. Estos dos análisis se realizaron al 5% de probabilidad de error tipo I utilizando el software Infostat (versión estudiantil) y Microsoft Excel. El modelo de análisis de varianza se indica en la tabla 4.

**Tabla 4. Esquema de análisis de varianza**

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	179
Factor A (Mezcla/vino)	2
Factor B (Bacterias acéticas)	1
Interaccion AxB	2
Repeticiones (Panel sensorial)	29
Error experimental	145

---

Cuesta, 2020

## 4. Resultados

### 4.1. Identificación mediante un análisis sensorial (olor, color y apariencia) el vinagre de agua y pulpa de coco mejor evaluado.

**Tabla 5. Resultados - Análisis de Varianza**

Tratamientos	Color	Olor	Apariencia	Media de atributos
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	3.33 a	3.43 a	3.90 a	3.55
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	3.40 a	3.67 a	3.90 a	3.66
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	3.40 a	3.57 a	3.93 a	3.63
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	3.83 a	3.73 a	3.87 a	3.81
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	3.77 a	3.87 a	4.20 a	3.95
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	3.90 a	3.90 a	4.17 a	3.99
CV	25.97 %	26.16 %	19.49 %	

*Letras iguales, indican que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.*  
Cuesta, 2021

En virtud del análisis de varianza aplicado para la determinación del tratamiento mejor evaluado mediante un análisis sensorial, se obtuvo que no existen diferencias significativas, indicando que estadísticamente todos los tratamientos son iguales, sin embargo, haciendo un análisis de las medias obtenidas se puede identificar al tratamiento a<sub>3</sub>b<sub>2</sub> como el tratamiento que cuenta con las medias más altas en todos los atributos con valores de 3.90 para el atributo color, 3.90 para el atributo olor y 4.17 para el atributo apariencia, con una media de los atributos de 3.99.

El coeficiente de variación (CV) para el atributo color fue de 25.97 %, olor 26.16 % y apariencia 19.49 %.

**4.2. Evaluación de las características fisicoquímicas (pH, % de ácido acético, grados Brix, densidad y turbidez) del vinagre elaborado con agua y pulpa de coco mejor evaluado sensorialmente.**

**Tabla 6. Análisis fisicoquímicos del mosto**

Análisis	Unidad	Mezcla 1	Mezcla 2	Mezcla 3
Densidad	kg/l	1.0383	1.04498	1.05941
° Brix	-	10.34	11.92	15.28
pH	-	4.88	4.57	4.37
Grado alcohólico	°GL	7.40	6.0	7.50
Conductividad	mS/cm	4.46	3.68	3.39

Cuesta, 2021

Los valores obtenidos en los análisis fisicoquímicos indican que la densidad del mosto de la mezcla 1 es de 1.0383 kg/l, de la mezcla 2 es de 1.04498 y de la mezcla 3 es de 1.05941 kg/l. El ° Brix de la mezcla 1, mezcla 2 y mezcla 3 fue de 10.34, 11.92 y 15.28 respectivamente. La mezcla 1 presentó un pH de 4.88, mientras que la mezcla 2 contó con un pH de 4.57 y la mezcla 3 con un pH de 4.37. El grado alcohólico de la mezcla 1, 2 y 3 fue de 7.40, 6.0 y 7.50 respectivamente. Cabe destacar que los valores obtenidos varían de acuerdo al tipo de mezcla agua/pulpa de coco, sin embargo, dichos valores se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2296:2013 para la elaboración de vinagres.

**Tabla 7. Análisis fisicoquímicos del vinagre**

Análisis	Unidad	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>
Densidad	kg/l	1.03666	1.03707	1.08029	1.04414	1.05598	1.05684
° Brix	-	9.90	9.95	21.15	11.66	14.51	14.72
pH	-	3.94	3.86	4.05	3.90	3.69	3.69
Conductividad	mS/cm	4.27	4.05	2.53	3.49	3.43	3.43
Turbidez	NTU	0.0294	0.0260	0.0239	0.0314	0.0529	0.0391
Acidez (% ac. Acético)	%	4.00	4.25	4.25	5.00	5.25	5.25

Cuesta, 2021

Los análisis fisicoquímicos realizados a los 6 tratamientos resultantes de la combinación factorial axb, indican que los mismos cumplen con los valores establecidos por la normativa ecuatoriana NTE INEN 2296:2013, los que se encuentran en el Anexo 7.

### 4.3. Determinación del beneficio/costo de la elaboración del vinagre con agua y pulpa de coco.

**Tabla 8. Costo de elaboración de vino - Mezcla 1**

Materia Prima	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Cocos	17	\$ 1.00	\$ 17.00
Azúcar	2	\$ 1.00	\$ 2.00
Levadura	10	\$ 2.50	\$ 0.10
Botellas plásticas	2	\$ 0.50	\$ 1.00
Equipo de venoclisis	2	\$ 1.00	\$ 2.00
<b>Total</b>			<b>\$ 22.10</b>

Cuesta, 2021

**Tabla 9. Costo de elaboración de vino - Mezcla 2**

Materia Prima	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Cocos	18	\$ 1.00	\$ 18.00
Azúcar	2	\$ 1.00	\$ 2.00
Levadura	10	\$ 2.50	\$ 0.10
Botellas plásticas	2	\$ 0.50	\$ 1.00
Equipo de venoclisis	2	\$ 1.00	\$ 2.00
<b>Total</b>			<b>\$ 23.10</b>

Cuesta, 2021

**Tabla 10. Costo de elaboración de vino - Mezcla 3**

Materia Prima	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Cocos	20	\$ 1.00	\$ 20.00
Azúcar	2	\$ 1.00	\$ 2.00
Levadura	10	\$ 2.50	\$ 0.10
Botellas plásticas	2	\$ 0.50	\$ 1.00
Equipo de venoclisis	2	\$ 1.00	\$ 2.00
<b>Total</b>			<b>\$ 25.10</b>

Cuesta, 2021

Se realizó el análisis del costo de producción para la elaboración del vino de coco de la mezcla 1 fue de \$ 22.10, mezcla 2 \$23.10 y el de la mezcla 3 \$ 25.10, obteniéndose 6 litros de vino de coco.

**Tabla 11. Costo producción vinagre de coco**

Tratamientos	Costo vino/3L	Costo insumos	Valor total
a1b1	11.05	8.78	19.83
a1b2	11.05	11.56	22.61
a2b1	11.55	8.78	20.33
a2b2	11.55	11.56	23.11
a3b1	12.55	8.78	21.33
a3b2	12.55	11.56	24.11

Cuesta, 2021

El análisis del costo de producción de vinagre de coco indico valores del tratamiento a<sub>1b1</sub> \$ 19.83, a<sub>1b2</sub> \$ 22.61, a<sub>2b1</sub> \$ 20.33, a<sub>2b2</sub> \$ 23.11, a<sub>3b1</sub> \$ 21.33 y a<sub>3b2</sub> \$ 24.11, los valores obtenidos se refieren a la elaboración de 3 litros de vinagre de coco.

**Tabla 12. Costo/Beneficio de los tratamientos**

Tratamientos	Rendimiento	Costo	Costo energía	Costo mano de obra	Otros gastos	Beneficio	Valor probable de venta (Valor unitario)
Tratamiento a <sub>1b1</sub>	3000 ml	\$19.83	\$0.98	\$1.95	\$0.98	\$15.83	\$39.60
Tratamiento a <sub>1b2</sub>	3000 ml	\$22.61	\$1.13	\$2.25	\$1.13	\$18.08	\$45.15
Tratamiento a <sub>2b1</sub>	3000 ml	\$20.33	\$1.05	\$2.10	\$1.05	\$16.28	\$40.65
Tratamiento a <sub>2b2</sub>	3000 ml	\$23.11	\$1.13	\$2.25	\$1.13	\$18.45	\$46.20
Tratamiento a <sub>3b1</sub>	3000 ml	\$21.33	\$1.05	\$2.10	\$1.05	\$17.03	\$42.60
Tratamiento a <sub>3b2</sub>	3000 ml	\$24.11	\$1.20	\$2.40	\$1.20	\$19.28	\$48.15

Cuesta, 2021

En la tablas 17 de beneficio/costo, se puede observar los gastos generados en la producción de vinagre de 3000 ml, así como también el costo final y el beneficio que se obtendría al ser comercializado, siendo el tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> más económico en comparación con los demás tratamientos. El costo de energía y otros gastos representan el 2.5 %, mientras que la mano de obra representa el 5 % del valor final. Se han considerado estos rubros con la finalidad de obtener una referencia real del valor final.

## 5. Discusión

Mediante el análisis sensorial realizado a los diferentes tratamientos derivados de la combinación factorial, se determinó que el tratamiento con mayor aceptación es el a<sub>3</sub>b<sub>2</sub> (75 % pulpa de coco + 25 % agua de coco / 4 % bacterias ácido acéticas). Cedeño y Gómez (2017) obtuvieron y caracterizaron un vinagre a partir de piña de ratón; en el análisis sensorial al tratamiento realizado con azúcar blanca, evaluaron 5 características, entre ellas color, olor, sabor, acidez y aceptabilidad general. En el tratamiento al 50 % de las personas les agradó el olor del vinagre, al 80 % de los panelistas indicaron que les gusta el sabor del vinagre, para el 60 % de los panelistas les pareció que el producto es ligeramente oscuro, el 70 % indicó que les agrada la acidez y la aceptabilidad general del vinagre fue de bueno para el 50 % y muy bueno para el 40 % de los panelistas, los valores presentados en su investigación son más bajos a los obtenidos en el análisis sensorial del vinagre de coco, esto se da por el tipo de materia prima empleada. Galán, Ruíz, Uclés y De la Haba (2011), indican que la calidad sensorial del vinagre está influenciada principalmente por el tipo de materia prima empleado y el tipo de proceso al que es sometida, mejorando notablemente la calidad aromática y de apariencia. De acuerdo a dichos estudios realizados por Galán *et al* (2011) y los resultados obtenidos por Cedeño y Gómez (2017), podemos mencionar que la aceptación obtenida por todos los tratamientos en el análisis sensorial es proporcional al tipo de materia prima empleada y el proceso de elaboración, lo que favoreció a obtener una buena valoración en las características organolépticas que fueron evaluadas en general.

Los análisis fisicoquímicos elaborados a los 6 tratamientos obtenidos, indicaron porcentajes de acidez comprendidos entre 4 y 5.25, lo cual se encuentra dentro de

los valores establecidos por la Norma NTE INEN 2296:2013 de vinagres, que indican que la acidez debe de ser mínimo 4 % y máximo 6 % para poder ser considerado vinagre. Según lo expuesto por Herrera y Chamorro (2012), quienes obtuvieron vinagre de ovo mediante la fermentación acética de la bebida alcohólica, utilizando como inóculo el *acetobacter aceti* presentaron resultados que muestran descenso de pH en cada tratamiento, siendo de 1.4, para T1, T2. De 1.35 para T3; 1.33 para T4: 1.45 para T5: 1.37 para T6; 1.43 para T7 y finalmente de 1.50 para T8. Esto resultados indican que la disminución de pH fue para los últimos tratamientos y en especial para T3. La mayor cantidad de sólidos solubles se obtuvo en los tratamientos T4, T3 y T7, seguidos de los tratamientos T2, T5, T6 y T8 y menor cantidad en el tratamiento T1. La acidez en el vinagre en todos los tratamientos presentados fue de 2.8 a 3.91. Valores menores se presentan en los primeros tratamientos, mientras que valores muy cercanos a 4 se presentan en los tratamientos a partir del tratamiento T5 al T8. Soria (2019), utilizó diferentes niveles de jengibre para elaborar vinagre como un mejorador de su calidad, obteniendo valores de T1: 4,27 % de ácido acético, T2: 4,28 %, T3: 4,28 %, T4: 4,30 % y T5: testigo 5,21 % de ácido acético, El pH de los tratamientos fue de T1: 2.38, T2: 2.43, T3: 2.48, T4: 2.53, T5: 2.60, Los valores obtenidos por Herrera y Chamorro (2012) y Soria (2019), son completamente diferentes a los obtenidos en la presente investigación. Las diferencias presentadas entre las diversas investigaciones están relacionadas al empleo de materias primas con diferentes características fisicoquímicas y nutricionales.

El beneficio/costo de la elaboración de vinagre de coco indico que los valores del Tratamiento  $a_1b_1$  \$ 5.28, Tratamiento  $a_1b_2$  \$ 6.02, Tratamiento  $a_2b_1$  \$ 5.42, Tratamiento  $a_2b_2$  \$ 6.16, Tratamiento  $a_3b_1$  \$ 5.68 y el Tratamiento  $a_3b_2$  \$ 6.42,

obteniendo una ganancia del 40 %. Al hacer un estudio de los valores de los vinagres orgánicos comercializados en los supermercados locales la marca A tiene un valor de \$4.45, la marca B \$ 8 y la marca C \$8.95. La tendencia de valores está relacionada intrínsecamente con el tipo y la calidad de materia prima empleada así como también al proceso al que la misma fue sometida.

## 6. Conclusiones

Los resultados obtenidos del análisis sensorial realizado a los 6 tratamientos resultantes de la combinación factorial axb, fueron sometidos al análisis de varianza y los promedios resultantes fueron comparados con el test de Tukey al 5 % de probabilidad, indicándose que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, es decir, que todos cuentan con características organolépticas similares, sin embargo, el tratamiento que presentó el promedio más alto en todos los atributos fue el a<sub>3</sub>b<sub>2</sub> con medias de 3.90 para el atributo color, 3.90 para el atributo olor y para la apariencia 4.23.

De acuerdo a los resultados de los análisis fisicoquímicos ejecutados al mosto de las mezclas 1, 2 y 3, se indica que el pH de las muestras es de 4.88, 4.57, y 4.37 respectivamente. El grado alcohólico de las mezclas 1, 2 y 3 fue 7.40, 6.0, 7.50 respectivamente. Dicha diferencia entre los valores es debido a las distintas formulaciones empleadas. En virtud a los resultados obtenidos es posible establecer que estos valores se encuentran dentro de los parámetros otorgados por la normativa ecuatoriana vigente. Los pH de los tratamientos fue del a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> 3.94, a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> 3.86, a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> 4.05, a<sub>2</sub>b<sub>2</sub> 3.90, a<sub>3</sub>b<sub>1</sub> 3.69, a<sub>3</sub>b<sub>2</sub> 3.69, mientras que la acidez (% ac. Acético) fue de 4 %, 4.25 %, 4.25 %, 5 %, 5.25 % y 5.25 % respectivamente. Es necesario indicar que los valores obtenidos de acidez, se encuentran dentro de lo indicado en la norma.

Se determinó el costo final de 400 ml de vinagre de coco el cual fue de \$ 5.28 para el tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>1</sub>, el a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> \$ 6.02, a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> \$ 5.42, a<sub>2</sub>b<sub>2</sub> \$ 6.16, a<sub>3</sub>b<sub>1</sub> \$ 5.68, a<sub>3</sub>b<sub>2</sub> \$ 6.42. El beneficio obtenido representa el 40 % del valor final.

## **7. Recomendaciones**

Utilizar en la elaboración de vinagre diferentes concentraciones de bacterias ácido acéticas a las utilizadas en la presente investigación, para verificar el comportamiento de las mismas, la cantidad y tiempo de producción de ácido acético.

Realizar una investigación futura con el mismo procedimiento empleado con otro tipo de frutas como naranja, tomate de árbol, taxo, etc. Con la finalidad de determinar cuáles serían las propiedades fisicoquímicas y características que estos presentarían.

Elaborar un análisis beneficio/costo de la elaboración de vinagre de coco a mayor escala, con la finalidad de reducir los costos de producción.

## 8. Bibliografía

Adams, M. (1998). *Microbiología de comidas fermentadas*. (E. B. (Ed.), Ed.) Italia: Springer nosotros.

Adams, M. R., & Moss, M. O. (1997). *Microbiología de los Alimentos*. Acribia,. Zaragoza-, España: Escribia Editorial.

Alemán, A. y Velásquez, L. (2014). “*Elaboración de vinagre a partir de chirimoya (Annona cherimola mill) que se produce en la zona de urcuquí*”. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2686/1/03%20EIA%20350%20TESIS.pdf>

Almudena, A., Galán, H. y Moreno, R. (2011). *El libro del Samorejo Cordobés*.

Recuperado de

[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55399213/Libro\\_Salmorejo\\_Cordobes\\_digital.pdf?1514542490=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLibro\\_Salmorejo\\_Cordobes\\_digital\\_pdf.pdf&Expires=1615949424&Signature=US1VMAieuyDMtGvWULhn6jhcX9wZ0jPnfuBCzBev9ehiirdrzEY0sNPtOo59yS3Ayxw6v4CF2Nc9tUAg2e~zHrMyt8l7WwhiNHoc1nonOY-60HF9D~FQH98UoVgCyw0y5Uog5JGlpYC76vJCoX8dru0MQeGk~2KRNjpHd0wdmWliFM~gehBNeah7EW9JV-9Cg-ySBZWrD~uP5MKWwV8ZRk9IFG3Enl1PD-9sU2R9PUUTwfNjl9PF002dXF6~jGoR3P2MU~Ty0XCkg-DRXxswaCoVOSfzFwxIL6rnb4~CSf~4Gt~svlIP-xoNUNZgxXJzfbjJYgaEDanB33so1Rhw\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=146](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55399213/Libro_Salmorejo_Cordobes_digital.pdf?1514542490=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLibro_Salmorejo_Cordobes_digital_pdf.pdf&Expires=1615949424&Signature=US1VMAieuyDMtGvWULhn6jhcX9wZ0jPnfuBCzBev9ehiirdrzEY0sNPtOo59yS3Ayxw6v4CF2Nc9tUAg2e~zHrMyt8l7WwhiNHoc1nonOY-60HF9D~FQH98UoVgCyw0y5Uog5JGlpYC76vJCoX8dru0MQeGk~2KRNjpHd0wdmWliFM~gehBNeah7EW9JV-9Cg-ySBZWrD~uP5MKWwV8ZRk9IFG3Enl1PD-9sU2R9PUUTwfNjl9PF002dXF6~jGoR3P2MU~Ty0XCkg-DRXxswaCoVOSfzFwxIL6rnb4~CSf~4Gt~svlIP-xoNUNZgxXJzfbjJYgaEDanB33so1Rhw_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=146)

- Appaiah, P., Sunil, L., Prasanth, P., & Gopala, A. (2014). Composición de la testa de coco, el grano de coco y su aceite. . *Revista de la American Oil Chemists Society*, 91 (6), 917-924.
- Casale, M., Saiz, M., González, J., Pizarro, C., & Forina, M. (2006). Estudio de los procesos de envejecimiento y oxidación de muestras de vinagre de diferentes orígenes durante el almacenamiento mediante espectroscopía de infrarrojo cercano. *Acta de Química Analítica*, (págs. 360-366). Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/222327147\\_Study\\_of\\_the\\_aging\\_and\\_oxidation\\_processes\\_of\\_vinegar\\_samples\\_from\\_different\\_origins\\_during\\_storage\\_by\\_near-infrared\\_spectroscopy](https://www.researchgate.net/publication/222327147_Study_of_the_aging_and_oxidation_processes_of_vinegar_samples_from_different_origins_during_storage_by_near-infrared_spectroscopy)
- Cedeño, A. y Gómez, K. (2017). *Obtención y caracterización de vinagre a partir del fruto de la piña de ratón (Bromelia pinguin L.)*. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18207/1/401-1222%20-%20Obtenci%C3%B3n%20y%20caracterizaci%C3%B3n%20de%20vinagre%20a%20partir%20de%20la%20pi%C3%B1a.pdf>
- Comité nacional sistema producto. (2012). Plan rector sistema de producto nacional de palma de coco. *Palma de coco a.c.*
- De Taffin, G. (1988). El agricultor tropical: coco. *ICTA*, 1.
- Enig, M. (1999). *Coco: en apoyo de la buena salud en el siglo XXI*. 36ª Sesión de la Comunidad Asiática del Coco del Pacífico (APCC), Singapur.
- Ferreyra, M., Schvab, M., Davies, C., Gerard, L. y Solda, C. (2014). Obtención de vinagre de naranja en proceso semicontinuo a escala laboratorio. *Ciencia, Docencia y Tecnología*. (25)49. 154-165.

- García-García, I., Santos-Dueñas, I. M., Jiménez-Ot, C., Jiménez-Hornero, J. E., & Bonilla-Venceslaba, J. L. (2009). Ingeniería de Vinagres. (E. L. (Eds.), Ed.) *Vinagres del mundo*.
- Garrido, A. (2016). *Levadura Saccharomyces cerevisiae y la producción de alcohol*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223148420004.pdf>
- Gerard, L. (2015). *Caracterización de bacterias del ácido acético destinadas a la producción de vinagres de frutas*. (Tesis doctoral). Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/59401/GERARD%20-%20Caracterizaci%C3%B3n%20de%20bacterias%20del%20%C3%A1cido%20ac%C3%A9tico%20destinadas%20a%20la%20producci%C3%B3n%20de%20vinagres%20de...pdf?sequence=1>
- Gobierno Provincial de Tungurahua. (2015). Agenda Tungurahua 2015- 2017. *Agenda Tungurahua 2015- 2017 (3ª. ed.)*. Obtenido de Recuperado de: [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/portal\\_sni/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/1860000130001\\_pdf%20agenda%20tungurahua%202015%20-%202017%20baja\\_30-09-2015\\_09-15-46.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/portal_sni/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1860000130001_pdf%20agenda%20tungurahua%202015%20-%202017%20baja_30-09-2015_09-15-46.pdf)
- Hernández, E. (2005). Evaluación Sensorial. Curso Tecnología de Cereales y Oleaginosas, Guía Didáctica. Recuperado de <http://www.inocua.org/site/Archivos/libros/m%20evaluacion%20sensorial.pdf>
- Herrea, M. y Chamorro, M. *Obtención de vinagre a partir del fruto de ovo (Spondias purpurea L), producido en Ambuquí, provincia de Imbabura*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
- Infoagro. (23 de Abril de 2017). *El cultivo del coco*. Obtenido de Infoagro.com: [https://www.infoagro.com/frutas/frutas\\_tropicales/coco2.htm](https://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/coco2.htm)

- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). Norma Técnica Ecuatoriana ISO 750:2013 Productos vegetales y de frutas - Determinación de la acidez titulable, 1-2. Recuperado de [http://181.112.149.204/buzon/normas/nte\\_inen\\_iso\\_750\\_extracto.pdf](http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_iso_750_extracto.pdf)
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 1842:2013 EXTRACTO Productos vegetales y de frutas determinación de pH (IDT). Recuperado de <https://docplayer.es/49005374-Quito-ecuador-norma-tecnica-ecuatoriana-nte-inen-iso-1842-2013-extracto-productos-vegetales-y-de-frutas-determinacion-de-ph-idt.html>
- ITC . (2015b). *Trade Map. Lista de los mercados proveedores para un producto importado por Ecuador en toneladas. Producto: 2209 vinagres y sucedáneos. International Trade Centre.* Obtenido de [http://www.trademap.org/Country\\_SelProductCountry\\_TS.aspx?n-vpm=3|218|||2209||4|1|1|1|2|1|2|1|1](http://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx?n-vpm=3|218|||2209||4|1|1|1|2|1|2|1|1)
- Labbe M. (2008). *Tratamientos pos fermentativos del vinagre: conservación en botella, envejecimiento acelerado y eliminación.* Recuperado de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8665/TesisDoctoral.pdf?sequence=1&isAllo wed=y>
- Leroux, S. (2011). *Obtención de vinagre a partir de la biofermentación de residuos de banano y otras frutas para su industrialización.* Recuperado de <http://dspace.udla.edu.ec/jspui/bitstream/33000/2153/1/UDLA-EC-TIAG-2011-19.pdf>.
- Lopez Reto, C. G. (2014). *Estudio técnico y económico para la instalación de una empresa dedicada a la fabricación de carteras y bolsos a base de corteza de coco.* Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Industrial.

Machín, C. (2016). *Levadura Saccharomyces cerevisiae y la producción de alcohol*.

Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223148420004.pdf>.

Ministerio de Industrias y Productividad. (2014). *Proyecto Nacional para el Desarrollo Integral de Cadenas Agroindustriales*. Obtenido de <http://www.industrias.gob.ec/wp-content/uploads/2015/09/proyecto-nacional-para-el-desarrollo-integral-de-cadenas-agroindustriales.pdf>

Monreal, A. (2018). *Vinagre: propiedades, beneficios y valor nutricional*.

Recuperado de <https://www.lavanguardia.com/comer/materiaprima/20181018/452405040322/alimentos-vinagre-beneficios-propiedades-valornutricional.html>.

Navía-Porras, D. y Bejarano-Arana, N. (2014). Evaluación de propiedades físicas de bioplásticos termo-comprimidos elaborados con harina de yuca. *Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*. 12(2). 40-48.

Ndoye, B., Lebecque, S., Dubois-Dauphin, R., Tounkara, L., Guiro, A., & Kere, C. (2006). Propiedades termorresistentes del acético. Bacterias ácidas aisladas de productos tropicales del África subsahariana y destinado al vinagre industrial. En *Enzima y tecnología microbiana*. (págs. 916-923).

Norma Técnica Ecuatoriana (2013). NTE INEN 2296:2013 Vinagre-Requisitos.

Recuperado de [https://181.112.149.204/buzon/normas/nte\\_inen2296-1.pdf](https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen2296-1.pdf)

Noscue, C. (2015). *La elaboración y usos del vinagre*. Recuperado de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/9355/1/3467-0510718.pdf>.

Ormaechea Landa, A. (1992). *Proceso industrial de elaboración de vinagre*.

Consejo Superior de Investigaciones Científicas., Madrid.

- Raffino, M. (2018). *Concepto de Levadura*. Recuperado de <https://concepto.de/levadura/>.
- Rajan, A., Senan, R. C., & Pavithran, C. A. (2005). Biosofender de fibra de coco utilizando microorganismos seleccionados. *Ingeniería de bioprocesos y biosistemas*, 165-173.
- Raspor, P., & Garanovic, D. (2008). *Aplicaciones biotecnológicas de las bacterias del ácido acético*. Universidad de Ljubljana, Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Ljubljana, Eslovenia. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18568850>
- Romo, S. (2011). *Obtención de vinagre a partir de la biofermentación de residuos de banano y otras fuentes para su industrialización*. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/2153/1/UDLA-EC-TIAG-2011-19.pdf>
- Roopan, S. (2016). Una descripción general de los fitoconstituyentes, las aplicaciones biotecnológicas y los aspectos nutritivos del coco (*Cocos nucifera*). *Bioquímica aplicada y biotecnología*, 1-16.
- Saeki, A., Theeragool, G., Matsushita, K., Toyama, H., Lotong, N., & Adachi, O. (1997). *Desarrollo de bacterias termotolerantes de ácido acético útiles para fermentación de vinagre a temperaturas más altas*. Biociencia, Biotecnología. Biochemistry.
- Solieri, L., & Giudicci, P. (2009). *Vinagres del mundo*. Milán, Italia: Springer-Verlag Italia: (L. Solieri y P. Giudici, Eds.). Obtenido de <https://www.springer.com/gp/book/9788847008656#aboutBook>

- Soria, M. (2019). Niveles de jengibre (*Zingiber officinale*) en la elaboración de vinagre para mejorar su calidad. Quevedo, 2019. Recuperado de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3800/1/T-UTEQ-0061.pdf>
- Suarez, J. A. e Iñigo, B. (1992). Microbiología enológica. *Mundi-prensa*. (2). 391-392
- Tesfaye , W., Morales, M., García, Parrilla, M., & Troncoso, A. (2002). Vinagre de vino: tecnología, autenticidad y evaluación de calidad. *Tendencias en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 12-21. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/222839872\\_Wine\\_vinegar\\_Technology\\_authenticity\\_and\\_quality\\_evaluation](https://www.researchgate.net/publication/222839872_Wine_vinegar_Technology_authenticity_and_quality_evaluation)
- Tesfaye, W., Garcia, Parrilla, M., & Troncoso, A. (1 de Abril de 2009). Mejora de la elaboración de vinagre de vino y análisis de calidad: evaluación sensorial instrumental y humana. *Food Reviews International*, 25, 142-156. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/240546660\\_Improvement\\_of\\_Wine\\_Vinegar\\_Elaboration\\_and\\_Quality\\_Analysis\\_Instrumental\\_and\\_Human\\_Sensory\\_Evaluation](https://www.researchgate.net/publication/240546660_Improvement_of_Wine_Vinegar_Elaboration_and_Quality_Analysis_Instrumental_and_Human_Sensory_Evaluation)
- Ucha, F. (2011). *Definición de Azúcar*. Recuperado de <https://www.definicionabc.com/?s=Az%C3%BAcar>.
- Velasco, B. (2017). Esmeraldas concentra la palma de coco. *Revista Líderes*. Recuperado de <https://www.revistalideres.ec/lideres/esmeraldas-concentra-palma-coco-negocios.html>
- Talaga, E. (2015). *La elaboracion y usos del vinagre*. Recuperado de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/9355/1/3467-0510718.pdf>.

- Rosero, A. (2016). *Parametros para la obtencion de vinagre de piña ananas comosusen un biorreactor tipo batch*. Recuperado de <https://docplayer.es/80312041-Universidad-tecnica-del-norte.html>.
- Regalado, L. (2016) *Establecimiento de parámetros para la obtención de vinagre de piña ananas Comosus en un biorreactor tipo batch*. [Recuperado de <https://docplayer.es/80312041-Universidad-tecnica-del-norte.html>. 60
- Bobadilla, E. (2013). *Vinagre elaborado a base de fruta*. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/eduardobobadillaatao35/vinagre-elaborado-a-base-de-fruta29002422>.
- López, B. (2018). *Fermentación acética: características, aplicaciones, ejemplos*. Recuperado de <https://www.lifeder.com/fermentacion-acetica/>.
- Rodríguez, C. (2012). *Efecto del método de fermentación acética en las características fisicoquímicas y sensoriales y vinagre de naranja agria (Citrus x aurantium) y piña ( Ananas comosus)*. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1252/1/AGI-2012-T040.pdf>.

## 9. Anexos

### 9.1. Anexo 1 – Hoja de análisis sensorial

Fecha:.....

#### INSTRUCCIONES

Se presentan 3 muestras de vinagre a base de pulpa y agua de coco. Indicar con una calificación del 1 al 5 según sea su apreciación los atributos a analizar. Guiarse con la siguiente tabla de puntajes de acuerdo a la categoría determinada.

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

CODIGO	Calificación por cada atributo		
	OLOR	COLOR	APARIENCIA
T 1			
T 2			
T 3			
T 4			
T 5			
T 6			

## 9.2. Anexo 2 – Datos de análisis Estadístico

**Tabla 13. Datos de análisis estadístico**

Nº	Niveles del factor A (Mezcla/vino)	Niveles del factor B (Bacterias acidoacéticas)	Combinaciones	Repeticiones	Color	Olor	Apariencia
1	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	1	4	4	5
2	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	1	4	4	4
3	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	1	4	3	4
4	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	1	5	3	5
5	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	1	3	3	5
6	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	1	5	3	3
1	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	2	3	3	4
2	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	2	5	5	4
3	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	2	5	2	5
4	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	2	4	4	4
5	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	2	4	5	4
6	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	2	5	3	5
1	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	3	4	3	4
2	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	3	2	3	4
3	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	3	4	4	4
4	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	3	3	5	3
5	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	3	5	3	5
6	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	3	4	5	4
1	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	4	3	5	4
2	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	4	3	4	5
3	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	4	2	3	5
4	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	4	4	4	3
5	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	4	4	4	4
6	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	4	4	3	3
1	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	5	5	4	3
2	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	5	4	5	5
3	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	5	3	4	3
4	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	5	5	3	4
5	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	5	3	5	4

6	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	5	4	5	5
1	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	6	2	3	3
2	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	6	2	3	4
3	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	6	5	2	3
4	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	6	3	5	3
5	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	6	5	4	5
6	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	6	4	4	4
1	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	7	2	2	3
2	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	7	5	4	4
3	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	7	4	4	5
4	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	7	2	4	5
5	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	7	3	4	3
6	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	7	5	3	3
1	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	8	5	3	4
2	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	8	3	3	4
3	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	8	3	3	3
4	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	8	4	3	4
5	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	8	4	5	4
6	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	8	4	4	3
1	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	9	4	5	4
2	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	9	4	3	5
3	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	9	4	5	3
4	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	9	4	4	4
5	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	9	3	5	4
6	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	9	3	3	5
1	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	10	3	4	4
2	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	10	3	4	3
3	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	10	2	4	5
4	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	10	2	3	5
5	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	10	5	3	5
6	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	10	3	5	5
1	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	11	5	4	5
2	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	11	2	5	4

3	a2: Mezcla 2	b1: Bacterias acéticas 2 %	a2b1	11	2	3	3
4	a2: Mezcla 2	b2: Bacterias acéticas 4 %	a2b2	11	5	5	4
5	a3: Mezcla 3	b1: Bacterias acéticas 2 %	a3b1	11	4	3	3
6	a3: Mezcla 3	b2: Bacterias acéticas 4 %	a3b2	11	5	3	4
1	a1: Mezcla 1	b1: Bacterias acéticas 2 %	a1b1	12	3	5	5
2	a1: Mezcla 1	b2: Bacterias acéticas 4 %	a1b2	12	5	4	4
3	a2: Mezcla 2	b1: Bacterias acéticas 2 %	a2b1	12	4	4	3
4	a2: Mezcla 2	b2: Bacterias acéticas 4 %	a2b2	12	3	2	3
5	a3: Mezcla 3	b1: Bacterias acéticas 2 %	a3b1	12	3	4	4
6	a3: Mezcla 3	b2: Bacterias acéticas 4 %	a3b2	12	4	5	5
1	a1: Mezcla 1	b1: Bacterias acéticas 2 %	a1b1	13	3	5	3
2	a1: Mezcla 1	b2: Bacterias acéticas 4 %	a1b2	13	4	3	3
3	a2: Mezcla 2	b1: Bacterias acéticas 2 %	a2b1	13	3	5	4
4	a2: Mezcla 2	b2: Bacterias acéticas 4 %	a2b2	13	4	3	3
5	a3: Mezcla 3	b1: Bacterias acéticas 2 %	a3b1	13	4	5	4
6	a3: Mezcla 3	b2: Bacterias acéticas 4 %	a3b2	13	5	3	5
1	a1: Mezcla 1	b1: Bacterias acéticas 2 %	a1b1	14	3	3	4
2	a1: Mezcla 1	b2: Bacterias acéticas 4 %	a1b2	14	3	3	5
3	a2: Mezcla 2	b1: Bacterias acéticas 2 %	a2b1	14	2	3	3
4	a2: Mezcla 2	b2: Bacterias acéticas 4 %	a2b2	14	4	5	3
5	a3: Mezcla 3	b1: Bacterias acéticas 2 %	a3b1	14	4	3	5
6	a3: Mezcla 3	b2: Bacterias acéticas 4 %	a3b2	14	4	5	5
1	a1: Mezcla 1	b1: Bacterias acéticas 2 %	a1b1	15	2	4	4
2	a1: Mezcla 1	b2: Bacterias acéticas 4 %	a1b2	15	5	3	3
3	a2: Mezcla 2	b1: Bacterias acéticas 2 %	a2b1	15	4	4	5
4	a2: Mezcla 2	b2: Bacterias acéticas 4 %	a2b2	15	5	3	3
5	a3: Mezcla 3	b1: Bacterias acéticas 2 %	a3b1	15	5	5	4
6	a3: Mezcla 3	b2: Bacterias acéticas 4 %	a3b2	15	5	4	5
1	a1: Mezcla 1	b1: Bacterias acéticas 2 %	a1b1	16	4	3	5
2	a1: Mezcla 1	b2: Bacterias acéticas 4 %	a1b2	16	3	5	4
3	a2: Mezcla 2	b1: Bacterias acéticas 2 %	a2b1	16	3	5	5
4	a2: Mezcla 2	b2: Bacterias acéticas 4 %	a2b2	16	4	4	5
5	a3: Mezcla 3	b1: Bacterias acéticas 2 %	a3b1	16	4	3	4

6	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	16	4	3	4
1	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	17	3	4	4
2	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	17	4	4	4
3	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	17	5	4	4
4	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	17	3	3	4
5	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	17	3	2	3
6	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	17	3	3	4
1	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	18	5	2	3
2	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	18	3	2	3
3	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	18	2	5	5
4	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	18	4	5	3
5	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	18	5	5	5
6	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	18	3	5	4
1	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	19	3	4	3
2	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	19	4	4	3
3	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	19	4	4	3
4	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	19	5	3	3
5	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	19	4	2	3
6	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	19	4	4	4
1	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	20	3	3	5
2	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	20	5	4	3
3	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	20	3	3	4
4	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	20	4	4	4
5	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	20	4	3	3
6	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	20	5	4	4
1	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	21	2	5	5
2	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	21	3	3	3
3	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	21	2	2	3
4	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	21	3	3	5
5	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	21	4	5	5
6	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	21	4	3	4
1	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	22	4	3	5
2	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	22	4	5	4

3	a2: Mezcla 2	b1: Bacterias acéticas 2 %	a2b1	22	5	4	4
4	a2: Mezcla 2	b2: Bacterias acéticas 4 %	a2b2	22	5	4	3
5	a3: Mezcla 3	b1: Bacterias acéticas 2 %	a3b1	22	3	3	4
6	a3: Mezcla 3	b2: Bacterias acéticas 4 %	a3b2	22	4	4	3
1	a1: Mezcla 1	b1: Bacterias acéticas 2 %	a1b1	23	2	4	5
2	a1: Mezcla 1	b2: Bacterias acéticas 4 %	a1b2	23	3	5	4
3	a2: Mezcla 2	b1: Bacterias acéticas 2 %	a2b1	23	3	2	4
4	a2: Mezcla 2	b2: Bacterias acéticas 4 %	a2b2	23	4	3	4
5	a3: Mezcla 3	b1: Bacterias acéticas 2 %	a3b1	23	4	3	4
6	a3: Mezcla 3	b2: Bacterias acéticas 4 %	a3b2	23	4	5	3
1	a1: Mezcla 1	b1: Bacterias acéticas 2 %	a1b1	24	4	2	4
2	a1: Mezcla 1	b2: Bacterias acéticas 4 %	a1b2	24	5	4	4
3	a2: Mezcla 2	b1: Bacterias acéticas 2 %	a2b1	24	4	4	4
4	a2: Mezcla 2	b2: Bacterias acéticas 4 %	a2b2	24	4	5	4
5	a3: Mezcla 3	b1: Bacterias acéticas 2 %	a3b1	24	5	5	4
6	a3: Mezcla 3	b2: Bacterias acéticas 4 %	a3b2	24	3	3	5
1	a1: Mezcla 1	b1: Bacterias acéticas 2 %	a1b1	25	5	3	4
2	a1: Mezcla 1	b2: Bacterias acéticas 4 %	a1b2	25	4	3	3
3	a2: Mezcla 2	b1: Bacterias acéticas 2 %	a2b1	25	3	2	4
4	a2: Mezcla 2	b2: Bacterias acéticas 4 %	a2b2	25	3	3	5
5	a3: Mezcla 3	b1: Bacterias acéticas 2 %	a3b1	25	3	3	5
6	a3: Mezcla 3	b2: Bacterias acéticas 4 %	a3b2	25	3	4	4
1	a1: Mezcla 1	b1: Bacterias acéticas 2 %	a1b1	26	2	4	4
2	a1: Mezcla 1	b2: Bacterias acéticas 4 %	a1b2	26	2	3	5
3	a2: Mezcla 2	b1: Bacterias acéticas 2 %	a2b1	26	5	5	4
4	a2: Mezcla 2	b2: Bacterias acéticas 4 %	a2b2	26	4	4	5
5	a3: Mezcla 3	b1: Bacterias acéticas 2 %	a3b1	26	3	5	4
6	a3: Mezcla 3	b2: Bacterias acéticas 4 %	a3b2	26	3	5	4
1	a1: Mezcla 1	b1: Bacterias acéticas 2 %	a1b1	27	4	3	3
2	a1: Mezcla 1	b2: Bacterias acéticas 4 %	a1b2	27	2	2	5
3	a2: Mezcla 2	b1: Bacterias acéticas 2 %	a2b1	27	3	4	3
4	a2: Mezcla 2	b2: Bacterias acéticas 4 %	a2b2	27	3	4	5
5	a3: Mezcla 3	b1: Bacterias acéticas 2 %	a3b1	27	3	4	5

6	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	27	3	5	5
1	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	28	2	2	3
2	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	28	2	4	5
3	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	28	4	2	4
4	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	28	5	2	4
5	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	28	3	4	4
6	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	28	3	4	4
1	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	29	4	2	3
2	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	29	2	3	3
3	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	29	3	4	4
4	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	29	4	4	3
5	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	29	3	4	5
6	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	29	2	4	4
1	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	30	2	2	2
2	a <sub>1</sub> : Mezcla 1	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	30	2	3	3
3	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	30	2	4	5
4	a <sub>2</sub> : Mezcla 2	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	30	3	5	3
5	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>1</sub> : Bacterias acéticas 2 %	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	30	3	4	5
6	a <sub>3</sub> : Mezcla 3	b <sub>2</sub> : Bacterias acéticas 4 %	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	30	5	3	5

---

Cuesta, 2021

### 9.3. Anexo 3 – Análisis de Varianza

**Tabla 14. Análisis de la varianza - Atributo color**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Color	180	0.25	0.07	25.97

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	41.86	34	1.23	1.40	0.0879
Factor A (Mezcla/vino)	6.54	2	3.27	3.73	0.0263
Factor B (Bacterias acidoa..	2.01	1	2.01	2.29	0.1326
Repeticiones	32.16	29	1.11	1.26	0.1844
Factor A (Mezcla/vino)*Fac..	1.14	2	0.57	0.65	0.5222
Error	127.14	145	0.88		
Total	168.99	179			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.69033**

Error: 0.8768 gl: 145

Factor A (Mezcla/vino)	Factor B (Bacterias acidoa..	Medias	n	E.E.
a1: Mezcla 1	b1: Bacterias acéticas 2 %..	3.33	30	0.17 A
a2: Mezcla 2	b1: Bacterias acéticas 2 %..	3.40	30	0.17 A
a1: Mezcla 1	b2: Bacterias acéticas 4 %..	3.40	30	0.17 A
a3: Mezcla 3	b1: Bacterias acéticas 2 %..	3.77	30	0.17 A
a2: Mezcla 2	b2: Bacterias acéticas 4 %..	3.83	30	0.17 A
a3: Mezcla 3	b2: Bacterias acéticas 4 %..	3.90	30	0.17 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Cuesta, 2021

**Tabla 15. Análisis de la varianza - Atributo olor**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Olor	180	0.14	0.00	26.16

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	22.79	34	0.67	0.72	0.8704
Factor A (Mezcla/vino)	3.51	2	1.76	1.88	0.1563
Factor B (Bacterias acidoa..	0.94	1	0.94	1.01	0.3177
Repeticiones	18.03	29	0.62	0.67	0.9000
Factor A (Mezcla/vino)*Fac..	0.31	2	0.16	0.17	0.8467
Error	135.41	145	0.93		
Total	158.19	179			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.71241**

Error: 0.9338 gl: 145

Factor A (Mezcla/vino)	Factor B (Bacterias acidoa..	Medias	n	E.E.
a1: Mezcla 1	b1: Bacterias acéticas 2 %..	3.43	30	0.18 A
a2: Mezcla 2	b1: Bacterias acéticas 2 %..	3.57	30	0.18 A
a1: Mezcla 1	b2: Bacterias acéticas 4 %..	3.67	30	0.18 A
a2: Mezcla 2	b2: Bacterias acéticas 4 %..	3.73	30	0.18 A
a3: Mezcla 3	b1: Bacterias acéticas 2 %..	3.87	30	0.18 A
a3: Mezcla 3	b2: Bacterias acéticas 4 %..	3.90	30	0.18 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Cuesta, 2021

**Tabla 16. Análisis de la varianza - Atributo apariencia**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Apariencia	180	0.19	0.00	19.49

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20.59	34	0.61	0.99	0.4878
Factor A (Mezcla/vino)	4.01	2	2.01	3.29	0.0401
Factor B (Bacterias acidoa..)	0.01	1	0.01	0.01	0.9241
Repeticiones	16.49	29	0.57	0.93	0.5693
Factor A (Mezcla/vino)*Fac..	0.08	2	0.04	0.06	0.9382
Error	88.41	145	0.61		
Total	108.99	179			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.57564**

Error: 0.6097 gl: 145

Factor A (Mezcla/vino)	Factor B (Bacterias acidoa..)	Medias	n	E.E.
a2: Mezcla 2	b2: Bacterias acéticas 4 %..	3.87	30	0.14 A
a1: Mezcla 1	b2: Bacterias acéticas 4 %..	3.90	30	0.14 A
a1: Mezcla 1	b1: Bacterias acéticas 2 %..	3.90	30	0.14 A
a2: Mezcla 2	b1: Bacterias acéticas 2 %..	3.93	30	0.14 A
a3: Mezcla 3	b1: Bacterias acéticas 2 %..	4.20	30	0.14 A
a3: Mezcla 3	b2: Bacterias acéticas 4 %..	4.23	30	0.14 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Cuesta, 2021**

#### 9.4. Anexo 4 – Gráficos estadísticos

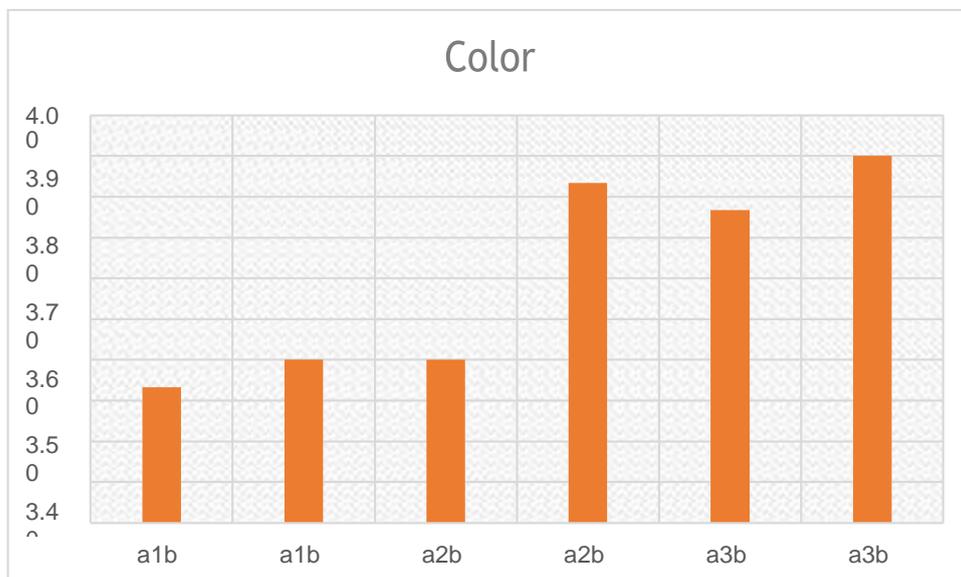


Figura 2. Gráfico atributo color  
Cuesta, 2021

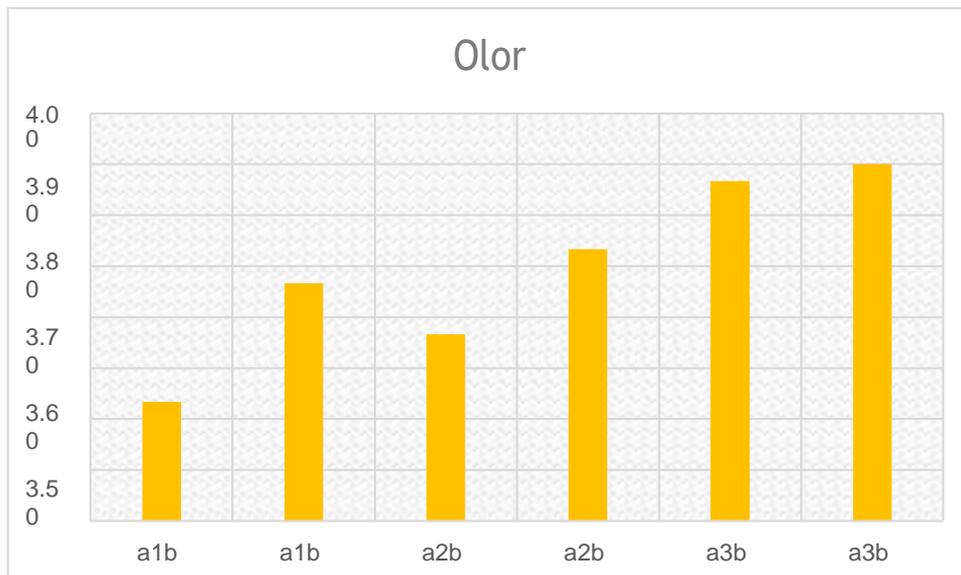


Figura 3. Gráfico atributo olor  
Cuesta, 2021

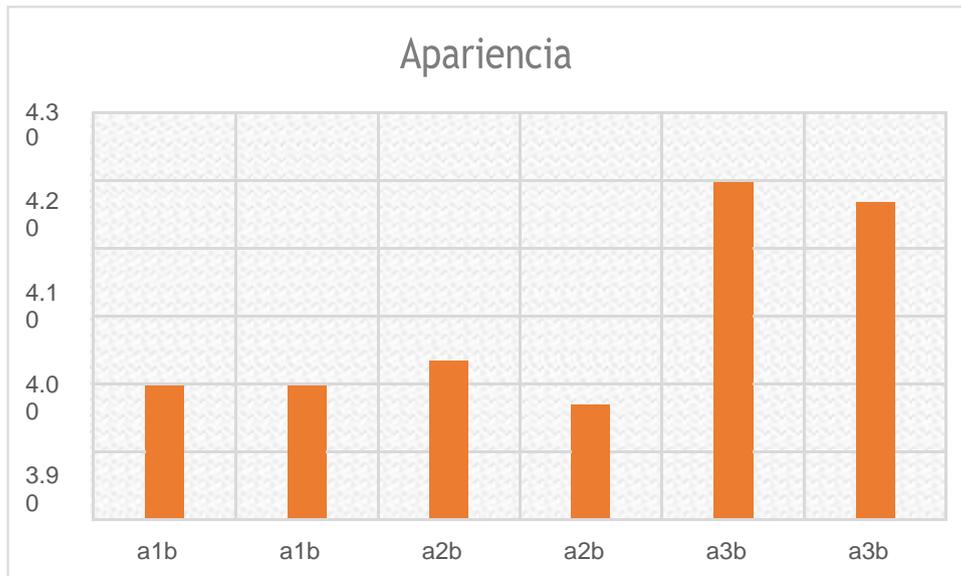


Figura 4. Gráfico atributo apariencia  
Cuesta, 2021

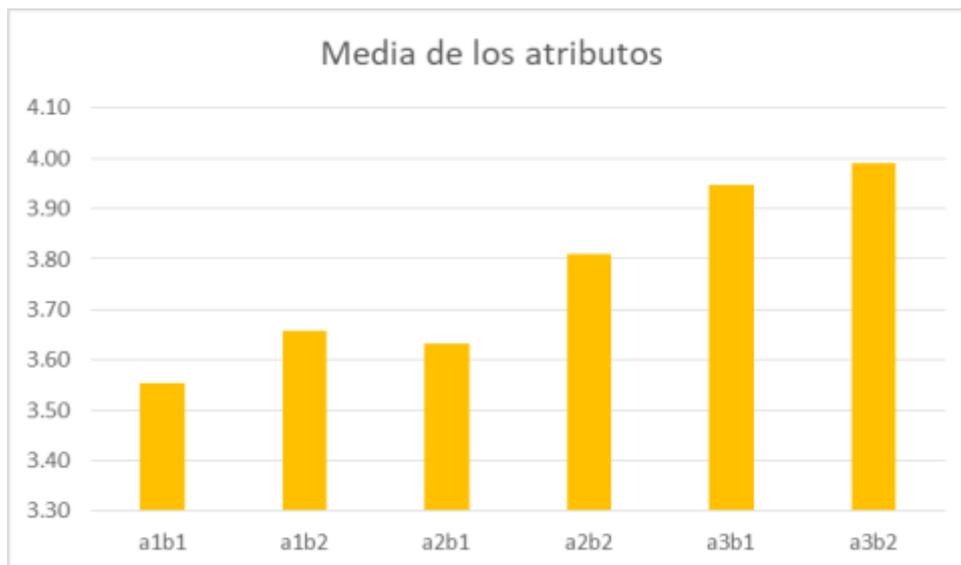


Figura 5. Gráfico de las medias de los atributos  
Cuesta, 2021

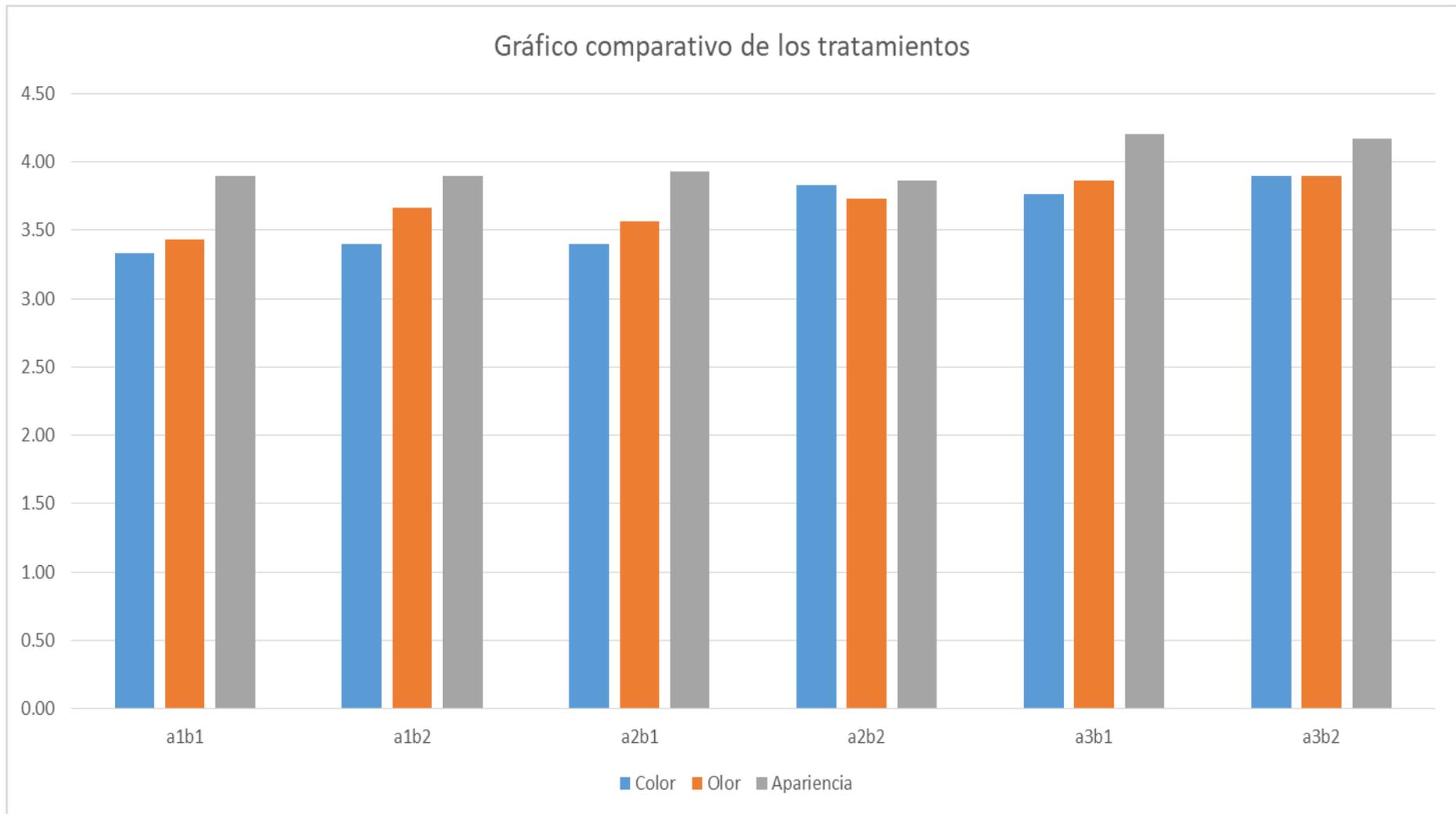


Figura 6. Gráfico comparativo de los atributos y tratamientos  
Cuesta, 2021

## 9.5. Anexo 5 – Resultados de los análisis fisicoquímicos realizados a los tratamientos

 SODERAL

FECHA: 26-nov-20

**CERTIFICADO DE CALIDAD**

**MOSTO DE COCO**

**TRATAMIENTO 1**

	RESULTADOS
DENSIDAD kg/l	1,03831
° BRIX	10,34
PH	4,88
GRADOS ALCOHOLICOS	7,40
CONDUCTIVIDAD mS/cm	4,46

 SODERAL S.A.  
SOCIETY OF DISTILLERS OF GUAYACIL  
Ing. Gladis Estrella García  
Jefe de Control de Calidad

**JEFE CONTROL DE CALIDAD**

**¡SODERAL SOLO DESTILA CALIDAD!  
INDUSTRIA ECUATORIANA**

GUAYAQUIL: AV PEDRO MENENDEZ GILBERT SIN Y MARCOS AGUIRRE TELEFONOS +59304206414, +593042196493  
PLANTA INDUSTRIAL: MARCELINO MARQUEÑA JUNTO AL INGENIO SAN CARLOS



Figura 7. Análisis del mosto - Tratamiento 1  
Cuesta, 2021

 SODERAL

FECHA: 26-nov-20

**CERTIFICADO DE CALIDAD**

**MOSTO DE COCO**

**TRATAMIENTO 2**

	<b>RESULTADOS</b>
DENSIDAD kg/l	1,04498
° BRIX	11,92
PH	4,57
GRADOS ALCOHOLICOS	6,00
CONDUCTIVIDAD mS/cm	3,68

  
SODERAL S.A.  
SOCIETAT DE DESTILACION DE ALCOHOLS  
Ing. Gladis Espinoza Garcia  
Jefe de control de calidad  
JEFE CONTROL DE CALIDAD

**¡SODERAL SOLO DESTILA CALIDAD!**  
**INDUSTRIA ECUATORIANA**

QUAYADUL AV. PEDRO MENEZDEZ GILBERT S/N Y MARCOS AGUIRRE TELEFONOS: +59304288414; +593042196489  
PLANTA INDUSTRIAL MARCELINO MARIQUEÑA JUNTO AL INGENIO SAN CARLOS



Figura 8. Análisis del mostro - Tratamiento 2  
Cuesta, 2021

 SODERAL

FECHA: 26-nov-20

**CERTIFICADO DE CALIDAD**

**MOSTO DE COCO**

**TRATAMIENO 3**

	RESULTADOS
DENSIDAD kg/l	1,05941
° BRIX	15,28
PH	4,37
GRADOS ALCOHOLICOS	7,50
CONDUCTIVIDAD mS/cm	3,39

  
Ing. Gladys Espinoza Garcia  
JEFE CONTROL DE CALIDAD

**¡SODERAL SOLO DESTILA CALIDAD!  
INDUSTRIA ECUATORIANA**

GUAYAGUIR: AV. PEDRO MENENDEZ GILBERT SIN Y MARCOS AGUIRRE TELÉFONOS: +59304296414 +593042196499  
PLANTA INDUSTRIAL MARCELINO MARIQUEÑA JUNTO AL INGENIO SAN CARLOS

Figura 9. Análisis del mosto - Tratamiento 3  
Cuesta, 2021



FECHA: 14/12/2020

**CERTIFICADO DE CALIDAD  
VINAGRE DE COCO**

**PROPIEDADES FISICO QUIMICO  
PH, ACIDEZ, (% ACIDO) GRADOS BRIX DENSIDAD, TURBIDEZ,  
CONDUCTIVIDAD**

**T1 40 ML BACTERIA ACIDO ACETICA**

	RESULTADOS
DENSIDAD kg/l	1,03666
° BRIX	9.90
PH	3.94
CONDUCTIVIDAD Ms/cm	4.37
TURBIDEZ	0.0984
ACIDEZ(% ACIDO ACETICO)	4.00

**SODERAL S.A.**  
JEFE CONTROL DE CALIDAD  
Miguel Ángel Espinoza García  
M. C. CONTROL DE CALIDAD

**¡SODERAL SOLO DESTILA CALIDAD!  
INDUSTRIA ECUATORIANA**

GLAYADEL AV. PEDRO MESSIOZ GUBERT SA Y MARCOS EDUARDO TELEFONO: 051226414-051221849  
PLANTA INDUSTRIAL-MARCELINO MARQUEÑA JUVU AL ORDENO SAN CARLOS

Figura 10. Análisis de vinagre - Tratamiento a1b1  
Cuesta, 2021



FECHA: 14/12/2020

**CERTIFICADO DE CALIDAD  
VINAGRE DE COCO**

**PROPIEDADES FISICO QUIMICO  
PH, ACIDEZ, (% ACIDO) GRADOS BRIX DENSIDAD, TURBIDEZ,  
CONDUCTIVIDAD**

**T1 80 ML BACTERIA ACIDO ACETICA**

	RESULTADOS
DENSIDAD kg/l	1,03707
° BRIX	9,98
PH	3,86
CONDUCTIVIDAD Ms/cm	4,06
TURBIDEZ	0,0260
ACIDEZ (% ACIDO ACETICO)	4,25

**SODERAL S.A.**  
SOCIETAT D'INDUSTRIAS ALCOHOLICAS  
C/ Pedro Estanillo Carola  
10000  
Jefe Control de Calidad

**¡SODERAL SOLO DESTILA CALIDAD!  
INDUSTRIA ECUATORIANA**

QUEVEDO, AV. PEDRO MENENDEZ QUEVEDO 58 Y MARCOS AGUIRRE TELÉFONOS: +59304218674 - 58304218648  
PLANTA INDUSTRIAL MARCELINO MARIDUEÑA JUNTO AL INGENIO SAN CARLOS

Figura 11. Análisis de vinagre - Tratamiento a1b2  
Cuesta, 2021



FECHA: 14/12/2020

**CERTIFICADO DE CALIDAD  
VINAGRE DE COCO**

**PROPIEDADES FISICO QUIMICO  
PH, ACIDEZ, (% ACIDO) GRADOS BRIX DENSIDAD, TURBIDEZ,  
CONDUCTIVIDAD**

**T2 40 ML BACTERIA ACIDO ACETICA**

	RESULTADOS
DENSIDAD kg/l	1,08029
* BRIX	21,15
PH	4,05
CONDUCTIVIDAD Ms/cm	2,53
TURBIDEZ	0,0239
ACIDEZ(% ACIDO ACETICO)	4,25



**¡SODERAL SOLO DESTILA CALIDAD!  
INDUSTRIA ECUATORIANA**

SURTOCAL AV. PEDRO MENDOZA GILBERT 5017 Y BARCOB AGLINNE TELÉFONOS +593(0)11-43021011-43021010  
PLANTA INDUSTRIAL MARCELINO MARIQUEA JUNTO AL ENGENO SAN CARLOS

Figura 12. Análisis de vinagre - Tratamiento a2b1  
Cuesta, 2021



FECHA: 14/12/2020

**CERTIFICADO DE CALIDAD  
VINAGRE DE COCO**

**PROPIEDADES FISICO QUIMICO  
PH, ACIDEZ, (% ACIDO) GRADOS BRIX DENSIDAD, TURBIDEZ,  
CONDUCTIVIDAD**

**T2 80 ML BACTERIA ACIDO ACETICA**

	RESULTADOS
DENSIDAD kg/l	1,04414
* BRIX	1.66
PH	3.9
CONDUCTIVIDAD Ms/cm	3.49
TURBIDEZ	0.0314
ACIDEZ (% ACIDO ACETICO)	5.00

  
**SODERAL S.A.**  
 SOCIEDAD DE DESTILACION DE ALCOHOL  
 Jefe Control de Calidad

**¡SODERAL SOLO DESTILA CALIDAD!  
INDUSTRIA ECUATORIANA**

QUAYAUL AV PEDRO BENENDEZ GILBERT S/N Y MARCOS AGUIRRE TELEFONOS: +5934262414 +5934219449  
PLANTA INDUSTRIAL MARCELO MARIDUEÑA JUNTO AL EPORSTO SAN CARLOS

Figura 13. Análisis de vinagre - Tratamiento a2b2  
Cuesta, 2021



FECHA: 14/12/2020

**CERTIFICADO DE CALIDAD  
VINAGRE DE COCO**

**PROPIEDADES FISICO QUIMICO  
PH, ACIDEZ, (% ACIDO) GRADOS BRUX DENSIDAD, TURBIDEZ,  
CONDUCTIVIDAD**

**T3 40 ML BACTERIA ACIDO ACETICA**

	RESULTADOS
DENSIDAD kg/l	1,05598
° BRUX	14,51
PH	3,69
CONDUCTIVIDAD Ms/cm	3,43
TURBIDEZ	0,0529
ACIDEZ (% ACIDO ACETICO)	5,28

**SODERAL S.A.**  
SOCIEDAD DESTILADORA DE ALCOHOL  
Calle 10 de Agosto, Esmeraldas, Ecuador  
TEL: 06 251 1111

*[Firma]*  
**JEFE CONTROL DE CALIDAD**

**¡SODERAL SOLO DESTILA CALIDAD!  
INDUSTRIA ECUATORIANA**

QUAYAZULAN PEDRO BENEDEZ GILBERT SIN Y MARCOS ALDUNE TELEFONOS: 4888428414-4888421888  
PLANTA INDUSTRIAL MARCELINO MARQUEÑA JERTU AL INDIERO SAN CARLOS

Figura 14. Análisis de vinagre - Tratamiento a3b1  
Cuesta, 2021



FECHA: 14/12/2020

**CERTIFICADO DE CALIDAD  
VINAGRE DE COCO**

**PROPIEDADES FISICO QUIMICO  
PH, ACIDEZ, (% ACIDO) GRADOS BRUX DENSIDAD, TURBIDEZ,  
CONDUCTIVIDAD**

**T3 80 ML BACTERIA ACIDO ACETICA**

	RESULTADOS
DENSIDAD kg/l	1,05684
° BRUX	14.72
PH	3.69
CONDUCTIVIDAD Ms/cm	3.43
TURBIDEZ	0.0391
ACIDEZ (% ACIDO ACETICO)	5.28

  
**SODERAL S.A.**  
INDUSTRIA DE BEBIDAS ALCOHOLICAS ECUATORIANAS  
**JEFE CONTROL DE CALIDAD**  
AREA DE CONTROL DE CALIDAD

**¡SODERAL SOLO DESTILA CALIDAD!  
INDUSTRIA ECUATORIANA**

DR. YAGUEL DE PEDRO REYES DEZ CALBERT B. Y MARCOS AGUIRRE TELEFONOS: +593425414-502421948  
 PLANTA INDUSTRIAL MARCELINO MANRIQUERA JUNTO AL INGENIO SAN CARLOS

F  
C

## 9.6. Anexo 6 - Fotografías



Figura 16. Recepción de la materia prima  
Cuesta, 2021



Figura 17. Filtrado de las muestras  
Cuesta, 2021



Figura 18. Mezclas de las diferentes proporciones de pulpa y agua de coco  
Cuesta, 2021



Figura 19. Fermentación alcohólica del mosto  
Cuesta, 2021



Figura 21. Bacterias ácido acéticas  
Cuesta, 2021



Figura 20. Inicio de la fermentación ácido acética  
Cuesta, 2021



Figura 23. Vinagre de coco  
Cuesta, 2021



Figura 22. Envasado de vinagre de coco  
Cuesta, 2021



Figura 25. Análisis Fisicoquímicos del vinagre Cuesta, 2021



Figura 24. Socialización de la escala hedónica a los panelistas Cuesta, 2021



Figura 27. Evaluación sensorial de los tratamientos Cuesta, 2021



Figura 26. Recepción de las evaluaciones sensoriales. Cuesta, 2021

## 9.7. Anexo 7 – Valores referenciales de norma técnica ecuatoriana

**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			

Figura 28. Valores referenciales del vinagre  
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN, 2013