



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

**CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE AGUARDIENTE DE  
CAÑA ARTESANAL ELABORADO EN EL CANTÓN  
CUMANDÁ**

**TRABAJO DESCRIPTIVO**

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

**AUTOR  
ZAMBRANO ROSADO NEL ALFREDO**

**TUTOR  
AHMED EL SALOUS M.Sc.**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2021**



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

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, EL KOTB KHAIRAT EL SALOUS AHMED, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE AGUARDIENTE DE CAÑA ARTESANAL ELABORADO EN EL CANTÓN CUMANDÁ**, realizado por el estudiante ZAMBRANO ROSADO NEL ALFREDO; con cédula de identidad Nº 092911045-0 de la carrera **INGENIERÍA AGRÍCOLA MENCIÓN AGROINDUSTRIAL**, Unidad Académica Guayaquil, 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,

AHMED EL SALOUS AHMED M.Sc.

Guayaquil, 31 de agosto del 2020



**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: “CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE AGUARDIENTE DE CAÑA ARTESANAL ELABORADO EN EL CANTÓN CUMANDÁ”, realizado por el estudiante ZAMBRANO ROSADO NEL ALFREDO, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

---

**Dra. EMMA JÁCOME MURILLO  
PRESIDENTE**

---

**Ing. ANA MARÍA CAMPUZANO, M.Sc.  
EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

**Ing. EL SALOUS AHMED, M.Sc.  
EXAMINADOR PRINCIPAL**

Guayaquil, 18 de noviembre del 2020

### **Dedicatoria**

Primeramente, quiero dedicar este trabajo a Dios por permitirme vivir cada día, a mi madre Griselda Rosado que ha sido uno de mis mayores apoyos, a mis hermanos, Jesús Antonio Zambrano y Dennys Magdalena Zambrano, los cuales han estado en todo momento de mi vida.

**Agradecimiento**

Agradezco a la Universidad Agraria del Ecuador por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios de tercer nivel, al Dr. Cesar Augusto Araque Molina, por estar pendiente siempre de mi trabajo de titulación, a cada uno de mis docentes; también, a mi amigo incondicional Ing. Amb. Leyber Segura Otero, por brindarme su apoyo siempre.

### **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo ZAMBRANO ROSADO NEL ALFREDO, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre “CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE AGUARDIENTE DE CAÑA ARTESANAL ELABORADO EN EL CANTÓN CUMANDÁ” para optar el título INGENIERO 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 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.

Guayaquil, marzo 17 del 2021

---

ZAMBRANO ROSADO NEL ALFREDO  
C.I. 0929110450

## Índice general

<b>PORADA.....</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 tabla .....</b>	<b>12</b>
<b>Índice de figuras.....</b>	<b>13</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 Planteamiento y formulación del problema .....</b>	<b>17</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>20</b>
<b>    1.6 Objetivos específicos.....</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>23</b>
<b>        2.2.1 Licores y bebidas alcohólicas.....</b>	<b>23</b>

<b>2.2.2 Características de las bebidas alcohólicas.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.3 Clasificación .....</b>	<b>24</b>
<b>    2.2.3.1. Bebidas alcohólicas fermentadas.....</b>	<b>24</b>
<b>    2.2.3.2. Bebidas alcohólicas destiladas.....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.4 Elaboración de licores .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.5 Aguardiente artesanal de caña de azúcar .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.6 Producción y consumo en Ecuador .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.7 Materia prima y proceso de elaboración de aguardiente artesanal.....</b>	<b>25</b>
<b>    2.2.7.1. Caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) .....</b>	<b>25</b>
<b>    2.2.8 Proceso de producción del aguardiente .....</b>	<b>26</b>
<b>        2.2.8.1. Fermentación .....</b>	<b>26</b>
<b>        2.2.8.2. Filtración .....</b>	<b>27</b>
<b>        2.2.8.3. Destilación .....</b>	<b>27</b>
<b>    2.2.9 Componentes del aguardiente artesanal .....</b>	<b>28</b>
<b>        2.2.9.1. Etanol.....</b>	<b>28</b>
<b>        2.2.9.2. Metano.....</b>	<b>28</b>
<b>        2.2.9.3. Otros componentes de las bebidas alcohólicas.....</b>	<b>29</b>
<b>            2.2.9.3.1. Propanol.....</b>	<b>29</b>
<b>            2.2.9.3.2. Butanol.....</b>	<b>29</b>
<b>    2.2.10 Límites de los compuestos en los aguardientes de caña.....</b>	<b>29</b>
<b>    2.2.11 Metales presentes en el aguardiente artesanal .....</b>	<b>30</b>
<b>        2.2.11.1. Cobre en aguardiente.....</b>	<b>30</b>
<b>        2.2.11.2. Hierro en aguardiente .....</b>	<b>30</b>
<b>    2.2.12 Metodologías para la caracterización del aguardiente artesanal.....</b>	<b>31</b>
<b>        2.2.12.1. Cromatografía de gases.....</b>	<b>31</b>

<b>2.2.12.2. Absorción atómica .....</b>	<b>31</b>
<b>2.2.13 Layout para una planta .....</b>	<b>32</b>
<b>2.2.14 Diagrama de flujo del proceso de extracción de alcohol.....</b>	<b>33</b>
<b>2.2.15 Buenas prácticas de higiene (BPH) y manufactura.....</b>	<b>35</b>
<b>2.3 Marco legal.....</b>	<b>36</b>
<b>2.3.1 Constitución del Ecuador, capítulo segundo, sección primera .....</b>	<b>36</b>
<b>2.3.2 Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 .....</b>	<b>36</b>
<b>2.3.3 Norma Técnica Ecuatoriana 362:2014. ....</b>	<b>36</b>
<b>2.3.4 Norma Técnica Ecuatoriana 347:2014 .....</b>	<b>37</b>
<b>2.3.5 Norma Técnica Ecuatoriana 339 .....</b>	<b>37</b>
<b>2.3.6 Norma Técnica Ecuatoriana 375:2015 .....</b>	<b>37</b>
<b>2.3.7 Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense .....</b>	<b>38</b>
<b>3. Materiales y métodos .....</b>	<b>39</b>
<b>3.1 Enfoque de la investigación .....</b>	<b>39</b>
<b>    3.1.1 Tipo de investigación .....</b>	<b>39</b>
<b>    3.1.2 Diseño de investigación.....</b>	<b>39</b>
<b>3.2 Metodología .....</b>	<b>39</b>
<b>    3.2.1 Variables .....</b>	<b>39</b>
<b>        3.2.1.1. Variable independiente .....</b>	<b>39</b>
<b>        3.2.1.2 Variable dependiente .....</b>	<b>40</b>
<b>    3.2.2 Tratamientos .....</b>	<b>40</b>
<b>    3.2.3 Diseño experimental .....</b>	<b>40</b>
<b>    3.2.4 Recolección de datos .....</b>	<b>40</b>
<b>        3.2.4.1 Recursos .....</b>	<b>40</b>
<b>        3.2.4.2 Métodos y técnicas .....</b>	<b>41</b>

<b>3.2.5 Análisis estadístico .....</b>	<b>44</b>
<b>    3.2.5.1 Prueba de Hipótesis.....</b>	<b>44</b>
<b>4. Resultados .....</b>	<b>45</b>
<b>    4.1 Condiciones productivas de la destiladora “La Molienda” del cantón Cumandá durante la elaboración del aguardiente. ....</b>	<b>45</b>
<b>    4.2 Concentración de metales (cobre y hierro) en el aguardiente artesanal.</b>	<b>46</b>
<b>    4.3 Presencia de alcoholes no deseados (metanol, propanol y butanol y alcoholes superiores) en el aguardiente artesanal .....</b>	<b>47</b>
<b>    4.4 Layout para una planta de procesamiento de licor artesanal. ....</b>	<b>49</b>
<b>5. Discusión .....</b>	<b>54</b>
<b>6. Conclusiones.....</b>	<b>56</b>
<b>7. Recomendaciones.....</b>	<b>58</b>
<b>8. Bibliografía.....</b>	<b>59</b>
<b>9. Anexos .....</b>	<b>71</b>
<b>    9.1 Anexo 1. Área de estudio (destiladora la “Molienda”).....</b>	<b>71</b>
<b>    9.2 Anexo 2. Función de un cromatógrafo de gases .....</b>	<b>71</b>
<b>    9.3 Anexo 3. Destiladora “La Molienda” .....</b>	<b>72</b>
<b>    9.4 Anexo 4. Toma de muestras de aguardiente de caña.....</b>	<b>72</b>
<b>    9.5 Anexo 5. Proceso de molienda .....</b>	<b>73</b>
<b>    9.6 Anexo 6. Proceso de molienda .....</b>	<b>73</b>
<b>    9.7 Anexo 7. Proceso de destilación artesanal .....</b>	<b>74</b>
<b>    9.8 Anexo 8. Toma de temperatura al mosto .....</b>	<b>74</b>
<b>    9.9 Anexo 9. Destilación final del aguardiente de caña.....</b>	<b>75</b>
<b>    9.10 Anexo 10. Determinación organoléptica del aguardiente de caña.....</b>	<b>75</b>
<b>    9.11 Anexo 11. Análisis para hierro y cobre en aguardiente de caña .....</b>	<b>76</b>

<b>9.12 Anexo 12. Análisis para alcoholes no deseados .....</b>	<b>78</b>
<b>9.13 Anexo 13. Muestra enviada al laboratorio .....</b>	<b>80</b>

**Índice de tabla**

Tabla 1. Requisito de aguardiente de caña.....	37
Tabla 2. Requisitos físicos y químicos de alcohol etílico.....	38
Tabla 3. Límites máximos permisibles de cobre y hierro en aguardiente.....	38
Tabla 4. Resultados de los análisis de laboratorio para hierro y cobre .....	46
Tabla 5 . Resultados de la prueba T para el cobre y hierro .....	47
Tabla 6. Resultados de los análisis para alcoholes no deseados .....	48
Tabla 7. Resultados de la prueba T, para alcoholes no deseados.....	48
Tabla 8. Producción total de aguardiente de caña.....	51
Tabla 9. Requerimientos que debe cumplir el agua utilizada en la destiladora	52

## Índice de figuras

Figura 1. Layout para una planta .....	32
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de extracción de alcohol.....	33
Figura 3. Diagrama de flujo para el seguimiento del proceso. ....	41
Figura 4. Comparación de los resultados.....	47
Figura 5. <i>Layout</i> diseñado para la destiladora “La Molienda”.....	50
Figura 6. Área de estudio (destiladora “La Molienda”) .....	71
Figura 7. Función de un cromatógrafo de gases.....	71
Figura 8. Destiladora “La Molienda” .....	72
Figura 9. Toma de muestras de aguardiente de caña.....	72
Figura 10. Proceso de molienda .....	73
Figura 11. Proceso de molienda .....	73
Figura 12. Proceso de destilación artesanal .....	74
Figura 13. Toma de temperatura al mosto .....	74
Figura 14. Destilación final del aguardiente de caña.....	75
Figura 15. Determinación organoléptica del aguardiente de caña .....	75
Figura 16. Análisis para hierro y cobre en aguardiente de caña .....	76
Figura 17. Análisis para hierro y cobre en aguardiente de caña .....	77
Figura 18. Análisis para alcoholes no deseados .....	78
Figura 19. Análisis para alcoholes no deseados .....	79
Figura 20. Muestra enviada al laboratorio.....	80

## Resumen

La presente investigación se realizó con el fin de dar a conocer sobre los requerimientos que debe cumplir el aguardiente de caña de la destiladora “La Molienda”, ubicada en el cantón Cumandá, esta bebida alcohólica tiene gran demanda y comercialización, por ello debe cumplir con requerimientos necesarios tanto de calidad como de sanidad. Por estas razones se realizó un análisis de laboratorio a muestras tomadas de la destiladora para la detección de metales pesados y alcoholes no deseados, esto con el fin de dar a conocer si la destiladora “La Molienda” cumple con los límites máximos permisibles de la NTE INEN 362:2014 y NTON 03 036 – 00; el hierro y cobre se encontraron por debajo de los límites máximos permisibles, igualmente el metanol, propanol, butanol y alcoholes superiores. Mediante la visita de campo de observó que la destiladora no cumple con varios requisitos de infraestructura y maquinaria para el proceso de destilación de aguardiente, por ello se realizó un *layout* para obtener una mejor distribución de la planta destiladora y así, en un futuro pueda cumplir con los requerimientos técnicos necesarios.

Palabras claves: Aguardiente, alcoholes no deseados, destiladora, metales pesados, *layout*.

### **Abstract**

This research was carried out in order to publicize the requirements that the cane liquor from the “La Molienda” distiller must meet, located in the Cumandá canton, this alcoholic beverage is in great demand and commercialization, and therefore it must comply with necessary requirements for both quality and health. consequently laboratory analysis was carried out on samples taken from the distiller for the detection of heavy metals and unwanted alcohols, in order to reveal if the “La Molienda” distiller complies with the maximum permissible limits of the NTE INEN 362: 2014 and NTON 03 036-00; iron and copper were below the maximum permissible limits, likewise methanol, propanol, butanol, and higher alcohols. Through the field visit, it was observed that the distiller does not meet various infrastructure and machinery requirements for the liquor distillation process, therefore a layout was made to obtain a better distribution of the distiller plant and thus, in the future, it can comply with the necessary technical requirements.

Keywords: schnapps, unwanted alcohols, still, heavy metals, layout.

## 1. Introducción

### 1.1 Antecedentes del problema

El cultivo de caña de azúcar es una de las actividades agrícolas más importantes para la economía mundial; de esta actividad agrícola se extraen varios subproductos como los alcoholes de uso industrial y el agua ardiente para consumo humano (Espinoza, 2014).

El agua ardiente de caña es un subproducto de gran demanda en las actividades de la agroindustria, debido a que genera grandes beneficios económicos por su requerimiento en un sin número de actividades y procesos productivos (Oliveira, Ferreira, Medeiros y Almeida, 2016).

Este producto se encuentra distribuido en diversos países a nivel mundial, siendo los países con mayor demanda y consumo: Colombia y México. Dentro de la cultura general de estos países, sus gustos están enfocados a sabores fuertes, determinándose más por tendencias sociales y por estilos de vida (Rivas, 2010).

El aguardiente es una bebida alcohólica proveniente de la fermentación del jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), cuyos sabores y aromas son originados por el proceso de la destilación. Sin embargo, puede presentar un riesgo para la salud si no se realizan los procesos adecuados en cada una de las etapas para la obtención del agua ardiente (Tirado, Acevedo y Montero, 2017).

El consumo de alcohol es un hábito muy común en los últimos años a nivel mundial, teniendo en cuenta que el consumo de bebidas alcohólicas adulteradas o mal procesadas han causado muertes. Según la Organización Mundial de la Salud (2018), una cuarta parte de las bebidas alcohólicas vendidas y consumidas en todo el mundo, sin un control previo, son de origen artesanal. En el año 2012, unos 3,3

millones personas fallecieron a causa del consumo de alcohol que no cumple con requisitos y normas de calidad, representando el 5.9 % del total mundial.

En Ecuador el aguardiente derivado de caña de azúcar es una bebida muy consumida, siendo también conocida como licor artesanal o puntas. La elaboración de esta bebida fue impuesta por los españoles para hacer más fácil la colonización y la explotación laboral, ya que le daban de tomar esta bebida a los afros e indígenas para que trabajen largas jornadas (Pereira, 2013).

El alcohol procesado de manera incorrecta tiene grandes consecuencias en la salud e, incluso, puede llevar a la muerte, debido a que al destilarlos se extraen otros tipos de alcoholes que no son aptos para el consumo humano. La toxicidad por ingesta de metanol se debe a que es metabolizado por oxidación y afecta a las células retinianas, cardíacas, hepáticas y encefálicas, siendo su excreción más lenta que la del etanol, presentando un efecto más nocivo para el ser humano (López N. F., Godínez, Flores, y Altagracia, 2013).

El consumo de bebidas alcohólicas de manera artesanal representa un riesgo para la salud, existe la probabilidad de encontrarse con bebidas contaminadas por la presencia de otros alcoholes en su proceso de destilación como el metanol, debido a que son elaboradas sin un control sanitario y técnico el cual certifique que se encuentran libres de alcoholes no deseados, así como de metales pesados (Tirado, Acevedo, y Montero, 2015).

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

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

La elaboración de agua ardiente de caña de azúcar es una actividad que requiere de un gran conocimiento, donde se realizan varios procesos como la

extracción (donde se obtiene el jugo de la caña), fermentación del jugo y, por último, la destilación (donde se obtiene un alcohol de 60 % de contenido alcohólico).

La toxicidad por la presencia de metales pesados como el cobre en el aguardiente puede afectar a la salud y causar serios problemas como irritación de la nariz, la boca y los ojos, además de causar dolor de cabeza, de estómago, mareos, vómitos y diarreas, siendo este proveniente de los equipos e implementos utilizados en la elaboración del aguardiente. Por otro lado, las intoxicaciones con el metanol pueden ocasionar cirrosis, vértigo, cefalea, vómitos, dolores de cabeza, problemas cardíacos y hasta la pérdida de la visión debido al daño del nervio óptico, problemas respiratorios y cardíacos a elevados niveles, siendo la dosis tóxica mínima en una persona aproximadamente de 100 mg/l (Tirado., *et all*, 2017).

La elaboración de aguardiente de caña de manera artesanal tiene un alto riesgo si no se realiza de manera correcta, debido a la falta de conocimiento y requerimiento de maquinaria. Los artesanos elaboran esta bebida mediante un inadecuado proceso sanitario, a veces es de manera ilegal, y puede ser perjudicial para la salud. Latinoamérica es la segunda región del mundo donde el consumo de alcohol tiene un alto índice, con 8.4 litros de alcohol puro per cápita al año, de los que 7.2 litros son efectivamente comprobados y 1.2 litros son de manera artesanal (Pardo y Santamaría, 2015).

### **1.2.2 Formulación del problema**

¿El aguardiente artesanal producido en la destiladora “La Molienda” cumplirá con los requisitos de calidad de las normativas vigentes?

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

La elaboración del aguardiente artesanal, es un trabajo tradicional que se ha desarrollado de generación en generación, brindando un beneficio económico a

quienes lo elaboran. El jugo de la caña se fermenta durante 48 horas para que pierda completamente el azúcar y luego pasa a la etapa de destilación en la que es sometido a un proceso de evaporación para obtener el etanol, sin embargo, para la producción de bebidas alcohólicas es necesario tener en cuenta la calidad, asepsia y fiabilidad del producto (Calle, 2017).

El cantón Cumandá está ubicado a 90 km de la ciudad de Guayaquil y a 130km de Riobamba, la cual es una zona altamente agrícola y sus tierras fértiles son aptas para el cultivo de caña de azúcar, lo que le permite a los agricultores y productores de la zona realizar prácticas artesanales de elaboración de miel, melcochas, panela y aguardiente, derivados de la caña de azúcar (Flores y Hurtado, 2016).

Según Parreño (2016), el licor artesanal es el producto de mayor elaboración y expendio en el cantón Cumandá, por lo tanto, la calidad del producto implica un interés social por parte de varias familias del cantón Cumandá que se dedican a esta actividad, siendo de gran importancia mantener un control de su calidad y composición.

Es por esto que el presente proyecto tuvo como objetivo realizar la caracterización química del aguardiente de caña artesanal de la destiladora “La Molienda” del cantón Cumandá y dar a conocer si existe la presencia de alcoholes no deseados como el metanol, propanol y butanol, también metales como el cobre y el hierro, lo cual permitiría de esta manera evaluar si cumplen con las buenas prácticas de manufactura para el expendio de agua ardiente de caña.

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

- **Espacio:** El presente proyecto se realizó en el cantón Cumandá.
- **Tiempo:** Tuvo un periodo de duración de 6 meses.

- **Población:** Este proyecto estuvo dirigido a la destiladora “La Molienda” del cantón Cumandá y fue de gran beneficio para los habitantes de las zonas rurales.

### **1.5 Objetivo general**

Realizar la caracterización química de aguardiente de caña artesanal elaborado en el cantón Cumandá, mediante un estudio de los metales pesados y alcoholes no deseados, además la revisión de la planta de procesamiento, que permita certificar el cumplimiento de las normas vigentes de calidad.

### **1.6 Objetivos específicos**

- Identificar las condiciones productivas de la destiladora “La Molienda” del cantón Cumandá durante la elaboración del aguardiente.
- Determinar la concentración de metales (cobre y hierro) en el aguardiente artesanal.
- Identificar la presencia de alcoholes no deseados (metanol, propanol y butanol) en el aguardiente artesanal.
- Desarrollar un *layout* para una planta de procesamiento de licor artesanal.

### **1.7 Hipótesis**

Las muestras de licor artesanal de caña producido por la destiladora artesanal “La Molienda” del cantón Cumandá tendrán una alta concentración (ppm) de cobre y hierro, además de la presencia de metanol, propanol y butanol de acuerdo con la normativa vigente.

## 2. Marco teórico

### 2.1 Estado del arte

Un estudio realizado por Mujica (2015), tuvo como objetivo la determinación espectrofotométrica de metanol en aguardiente de caña proveniente del distrito de Magdalena provincia de Cajamarca, para lo cual tomó un total de 20 muestras de aguardiente de caña que fueron recolectadas aleatoriamente, en donde 10 fueron tomadas de una casa comercial y 10 muestras fueron tomadas de una producción artesanal. Mediante el empleo de un método químico espectrofotométrico se evaluaron los niveles de metanol, el cual dio como resultado 4 mg/100 mL en las 10 muestras tomadas de fábricas y 7.76 mg/100 mL en las 10 muestras de tiendas comerciales, concluyendo que el metanol se encuentra por debajo del límite permitido, según el Código Internacional Recomendado de Prácticas de Principios Generales de Higiene de los Alimentos (< 30 mg/100 mL).

Jara (2013), realizó un estudio acerca de la determinación de metanol en aguardiente de producción artesanal en la provincia del Azuay por el método de cromatografía de gases. El autor seleccionó muestras de diferentes lugares de la provincia, evidenciando que, en los cantones de Santa Isabel y Girón, los valores, estuvieron fuera de los límites permitidos, tomando en cuenta que la NTE INEN 362:2014 solo permite un máximo de 10 mg de metanol por cada 100 ml de alcohol anhidro.

Un estudio realizado por Chijcheapaza (2018), permitió validar una técnica para cuantificar grados de metanol mediante el uso de columna Restek Stabilwax DA y un cromatógrafo de gases Shimadzu GC/MS-QP2010, en distintas variedades de alcohol (acholado, mosto verde, puro no aromático y puro aromático). Como

resultado se obtuvo que los compuestos más comunes son el acetato de etilo, metanol, propanol, isopropanol, isobutanol y alcohol isoamílico.

Tirado (2015), realizó una investigación para determinar el contenido de etanol, metanol y metales pesados en el ñeque, una bebida alcohólica a base de caña de azúcar producida artesanalmente en la Costa Caribe colombiana. Sus resultados dan a conocer que todas las muestras analizadas poseen un contenido de etanol y metanol por debajo de lo permisible, pero en el caso, de los metales pesados como cobre y plomo se encontraron por arriba de lo establecido, incluso por normas vigentes en Europa y en Estados Unidos de América. Según el autor este alto contenido de metales, se debe a que el material del cual se construyen los calderines de destilación, son aleaciones de cobre y, en el calentamiento del líquido algo de este elemento logra ser arrastrado por los vapores.

Según Rodas (2015), la cromatografía de gases es un método muy eficiente para la identificación de metanol en bebidas alcohólicas. La autora realizó un análisis cromatográfico a 38 muestras las cuales estaban comprendidas entre whiskies, rones, tequilas y chaparros. Estas presentaron un 21 % de alcohol metílico, además, de que el 79 % de los alcoholes evaluados estaban dentro de los límites permisibles. Estos resultados indicaron que no existe un control de los componentes tóxicos, en este caso el metanol, que puede presentarse en las diferentes bebidas alcohólicas que se comercializa a pesar de existir leyes que restringen la venta de alcohol metílico.

López (2013), realizó un estudio acerca de la calidad de varias bebidas alcohólicas comercializadas en México. Las muestras fueron analizadas por métodos fisicoquímicos establecidos para la determinación de etanol y metanol, también se practicó la espectroscopia de absorción atómica que se utilizó para

detectar la presencia de cantidades en trazas de cobre, plomo y cadmio, la cual, es una técnica analítica muy selectiva y sensible, permite analizar metales pesados en el alcohol y se pueden llegar a identificar hasta 70 elementos en el orden de ppm, siendo sus resultados precisos y exactos; como resultados se obtuvo que las concentraciones de las muestras analizadas no rebasaron los límites permitidos en las normas oficiales mexicanas.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Licores y bebidas alcohólicas**

Las bebidas alcohólicas son definidas como las bebidas cuya composición se basa en el alcohol etílico o, también, conocido como etanol. Estas se diferencian por su proceso de elaboración, pudiendo ser por destilación, de la maceración de sustancias comúnmente fermentadas o por fermentación alcohólica (Gutiérrez, 2014).

El licor es considerado una bebida hidroalcohólica, resultado de la maceración de ciertas especies vegetales con alcoholes aromáticos, o por la incorporación de los mismos extractos aromáticos, también, se puede dar la combinación de ambos procesos; los licores son elaborados en base a la legislación de su procedencia, aunque como norma general pueden ser edulcorados, coloreados, además de tener, una graduación alcohólica mínima a 30 % (Chávez, Delgado, y Montenegro, 2017).

### **2.2.2 Características de las bebidas alcohólicas**

Las bebidas alcohólicas se caracterizan por contener etanol o alcohol etílico, y de acuerdo a su elaboración se diferencian por su producción, desde fermentación alcohólica como la cerveza y el vino, donde la concentración de alcohol no debería sobrepasar los 15 grados, y los elaborados mediante destilación normalmente a

partir de la fermentación como son los licores y aguardientes (Molina y Aguilera, 2011).

### **2.2.3 Clasificación**

#### ***2.2.3.1. Bebidas alcohólicas fermentadas***

Las bebidas alcohólicas fermentadas se producen por la fermentación de azúcares, posterior al hidrolisis de los productos amiláceos típico de los frutos. Además, se caracterizan por su grado de alcohol en un rango de 5 a 15 grados, dentro de estas bebidas se encuentra el vino y la sidra (Rodriguez S. R., 2014).

#### ***2.2.3.2. Bebidas alcohólicas destiladas***

El aguardiente y licores son consideradas bebidas alcohólicas destiladas, conocidas por su grado de alcohol que supera los 20 grados G.L. Son el resultado de un proceso de destilación que intensifica la concentración de alcohol etílico después de un periodo de fermentación (Jara, 2012).

### **2.2.4 Elaboración de licores**

La elaboración de licores se realiza de varias formas, de acuerdo a el tipo de licor que se desea obtener. Un proceso de elaboración de licores clásicos consiste en los procesos de destilación, digestión, maceración, pre colación, infusión, clarificación, filtración y estabilización (Pincay y Macias, 2017).

### **2.2.5 Aguardiente artesanal de caña de azúcar**

El aguardiente es considerado como una bebida de gran concentración alcohólica, elaborado mediante la destilación del mosto fermentado de melaza de caña. Dentro de este proceso de fermentación se producen alcoholes de diferentes longitudes siendo los más comunes el etanol y metanol (Cussianovich, 2016).

Se considera al aguardiente como una de las bebidas alcohólicas con una alta concentración, seca o aromática, que es el resultado de la destilación de mostos o

pastas fermentadas, pudiendo ser estos granos, cañas, entre otros; posee diversos nombres a partir del lugar de procedencia como cañazo, llonque, punta, etc. (Viteri, 2012).

### **2.2.6 Producción y consumo en Ecuador**

El aguardiente de origen nacional se ha elaborado de forma artesanal y semi-artesanal con materia prima producida desde fincas de 15 hectáreas de caña de azúcar, siendo esta una actividad ancestral donde la mayoría de los agricultores ecuatorianos que cultivan caña de azúcar realizan esta actividad a mano llegando a producir 125.000 litros/día todo esto por medio de métodos tradicionales (Cartay, García, Meza, Intriago, y Romero, 2019).

El consumo de bebidas alcohólicas en Ecuador describe una sociedad fuertemente relacionada a una cultura, incluyéndose en todos los niveles sociales desde las clases bajas hasta las clases altas; dentro de los hogares de clases baja pueden gastar más de 545 mil dólares al mes en bebidas alcohólicas y las clases altas superan estas cifras con 2 millones 130 mil dólares (Cuascota y Taipe, 2016).

### **2.2.7 Materia prima y proceso de elaboración de aguardiente artesanal**

#### **2.2.7.1. Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)**

La caña azucarera (*S. officinarum*) es un cultivo fundamental en la línea alimenticia y es utilizada como insumo para la industria azucarera por su eficiencia para generar insumos y recursos. Su proceso agroindustrial resulta en productos con valor agregado, como la azúcar no centrifugada que es un producto sólido, obtenido del jugo de la caña mediante deshidratación por métodos tradicionales de evaporación con el fin de obtener una humedad menor o igual a 3 % (Gómez, y otros, 2017).

La caña de azúcar conocida como especie herbácea, tradicionalmente se usa como fuente de sacarosa, mejor conocida como azúcar de mesa. Cultivada en muchos países de climas tropicales y subtropicales alrededor de todo el mundo por su contenido de sacarosa, se le conoce además por tener propiedades que inciden positivamente en la salud de los consumidores, ya que es una fuente de ingredientes fisiológicos activos (Jiménez, González, Hernández, y Ojeda, 2014).

## **2.2.8 Proceso de producción del aguardiente**

### **2.2.8.1. Fermentación**

La base fundamental de la fermentación alcohólica es dar como resultado el alcohol etílico y los productos secundarios. La fermentación es el proceso donde los azúcares que se encuentran en el mosto se convierten en alcohol etílico en este proceso interviene la presencia de levaduras. Este proceso está relacionado estrechamente a la actividad vital de las levaduras del mosto y reguladas por la carga enzimática de lo cual los azúcares presentes dan como resultado el alcohol, anhídrido carbónico y otros productos (Campués y Tarupí, 2011).

La fermentación que da como resultado el aguardiente puede encontrar problemas por la presencia de bacterias contaminantes del género *Lactobacillus* que se pueden encontrar presentes en el mosto desde el inicio de su proceso, lo cual causaría una disminución en el rendimiento del proceso, causado por la competencia de las bacterias contaminantes con la levadura por el consumo de los azúcares. Es importante resaltar que las bacterias contaminantes sintetizan productos secundarios en la fermentación lo que afecta negativamente la calidad sensorial del aguardiente (Oliveira, Ferreira, Medeiros, y Almeida, 2016).

### **2.2.8.2. Filtración**

La filtración del aguardiente cumple dos funciones esenciales. La principal es la recuperación de la mayor cantidad de jugo filtrado arrastrado con los lodos del clarificador, de manera de conservar el contenido de la sacarosa; otra función es la remoción del mayor porcentaje de sólidos insolubles hacia el aguardiente, de tal manera que su contenido en el jugo sea mínimo (Vega y López, 2016).

La filtración consiste en tomar los lodos (los lodos son las impurezas líquidas), que previamente se incorpora con el bagacillo (bagacillo son las partículas finas separadas por el cribado del bagazo de la caña) para darle consistencia y se pasan por filtros rotatorios que trabajan al vacío; se adiciona agua caliente de manera superficial para obtener la sacarosa que contienen los lodos (Goyes, 2014).

Para filtrar se pasa a través de la cama de bagacillo en la tela del filtro, y quedan los sólidos suspendidos en los espacios vacíos entre las partículas de bagacillo, luego el filtrado pasa a través de las telas terminando por la válvula del filtro hasta los tanques recolectores. Esta parte del ciclo debe ser realizada con un bajo vacío (5-7" hg) para evitar la inclusión de gran cantidad de sólidos suspendidos al filtrado. Al trascurso que el tambor gira, la sección que estaba sumergida en la batea del filtro surge y la válvula del cabezote del filtro aumenta el vacío en esta sección (16-18" hg) y comienza el ciclo de lavado (Goyes, 2014).

### **2.2.8.3. Destilación**

La destilación es un proceso físico que permite la separación y purificación en mayor o menor grado de los componentes de una mezcla líquida en base a sus diferentes puntos de ebullición, o presión de vapor. La fase de condensación permite que los vapores se transformen en líquido, siendo este proceso realizado en un instrumento llamado alambique (Iñiguez, 2010).

La destilación es un proceso muy común que consiste en variar la temperatura para separar de un líquido uno o más componentes que se encuentren vinculados este proceso y se utiliza en la obtención de licores, refinar petróleo, para desalinizar agua y producir químicos (Rodríguez, 2015).

### **2.2.9 Componentes del aguardiente artesanal**

#### **2.2.9.1. Etanol**

El etanol o también conocido como alcohol etílico se encuentra presente en la mayoría de las bebidas alcohólicas siendo un líquido incoloro, volátil e inflamable obtenible por dos métodos, siendo uno la fermentación de azúcares que además es un método muy común para la obtención de licores, y el otro un método sintético desde el etileno (Moya, 2013).

La caña de azúcar genera grandes cantidades de etanol y en un bajo costo de producción obteniéndose de la fermentación de la melaza. Tiene un alto rendimiento en la relación litros de etanol por tonelada de caña, siendo aproximadamente 1.560 litros por hectárea; en la concentración del etanol se conoce el porcentaje de grado alcohólico o volumen de alcohol etílico (Guerra, 2015).

El etanol contiene solo un átomo de oxígeno y se consume alrededor del mundo, siendo también conocido como alcohol de grano, el cual es el alcohol de las bebidas como la cerveza y el vino (Brown, Lemay, Bursten, Murphy, y Woodwadr, 2014).

#### **2.2.9.2. Metanol**

El metanol es un líquido incoloro a temperatura ambiente con un ligero olor común a alcohol. Principalmente fue conocido como alcohol de madera pues se elaboraba de la destilación destructiva de la madera. Actualmente el alcohol comercial se le conoce como metanol sintético porque es obtenido del gas de

síntesis, una mezcla de hidrógeno y óxidos de carbono, que genera una variedad de fuentes (Guillén, 2013).

El metanol tiene varias aplicaciones industriales, siendo su uso más frecuente como materia prima, como solvente o anticongelante en pinturas, combustible y biodiesel. Además, se puede producir metanol de tres maneras a través de la destilación destructiva de madera, del gas de síntesis y de residuos orgánicos. De las formas antes mencionadas la de mayor producción es a base de gas de síntesis por su mejor rendimiento (Ibarra, 2010).

#### **2.2.9.3. Otros componentes de las bebidas alcohólicas**

##### *2.2.9.3.1. Propanol*

El propanol forma parte de los alcoholes superiores en el proceso de destilación del aguardiente artesanal; la intoxicación por propanol se da cuando este sobrepasa el 0,5mg/100cm<sup>3</sup>; este alcohol es más tóxico que el alcohol etílico ocasionando daños cerebrales, hepáticos y el corazón (Guerrero y Yépez, 2018).

##### *2.2.9.3.2. Butanol*

El butanol se caracteriza por poseer más de dos átomos de carbono y causa un efecto narcótico muy superior al alcohol etílico. En bebidas alcohólicas artesanales se presentan en proporciones muy bajas formándose durante la fermentación alcohólica (Casco, 2015).

#### **2.2.10 Límites de los compuestos en los aguardientes de caña**

El aguardiente de caña debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Debe ser transparente, incoloro, con olor y sabor característicos del aguardiente de caña.

- Se permite la adición de sustancias edulcorantes, ingredientes y aditivos alimentarios de acuerdo con la NTE INEN 2074 vigente, de tal manera que no altere la naturaleza del producto.
- Se permite la mezcla entre materias primas proveniente de caña con diferentes concentraciones de congéneres, siempre que el producto resultante conserve las características propias.
- No se permite contaminaciones con sustancias distintas a los productos propios de la fermentación y cumplir con los requisitos establecidos en la NTE INEN 362:2014 (ver tabla 1).

### **2.2.11 Metales presentes en el aguardiente artesanal**

Las bebidas alcohólicas elaboradas de manera artesanal conllevan varios riesgos para la salud, como lo es la presencia de metales pesados como el plomo, arsénico, mercurio, cadmio, y su nivel de toxicidad siempre dependerá de la cantidad y la capacidad del organismo para metabolizarlo pues casi todos los metales son tóxicos en concentraciones altas (López N. F., Godínez, Flores, Altagracia, y Córdova, 2013).

#### **2.2.11.1. Cobre en aguardiente**

La toxicidad por cobre es poco frecuente a nivel mundial, aunque se pueden dar por contaminación de bebidas que se almacenaron en contenedores de cobre. En estos casos el envenenamiento crónico puede provocar dolor abdominal, calambres estomacales, náuseas vómitos, diarreas, daño hepático severo y fallos renales (Feoktistova y Clark, 2018).

#### **2.2.11.2. Hierro en aguardiente**

Cuando el hierro se presenta en bebidas alcohólicas en cantidades excesivas o en bajas concentraciones, pero se consume consecutivamente hasta llegar a los

niveles de toxicidad genera hemocromatosis, la cual se trata de la sobrecarga progresiva y potencialmente grave como cirrosis hepática, diabetes mellitas e hipogonadismo (Abad, 2013).

### **2.2.12 Metodologías para la caracterización del aguardiente artesanal**

#### **2.2.12.1. Cromatografía de gases**

El cromatógrafo de gases consiste en varios módulos básicos conectados para proporcionar un flujo constante del gas transportador que permite la inserción de vapores de la muestra en la corriente de gas que fluye a través de una columna de longitud adecuada (Parrales, Reyes y Pine, 2012).

La cromatografía de gases es la inyección de una mínima cantidad de la muestra conformada por una mezcla de sustancias volátiles y que en el inyector son vaporizadas y transportadas por un gas inerte por una columna capilar, causando su separación (Ruben, 2013).

La elución se produce por el flujo de una fase móvil de gas inerte, se debe tener en cuenta que la fase móvil no interactúa con las moléculas del analito y solo cumple con la función de transportarlo a través de la columna. Es sumamente útil para gases o para compuestos relativamente volátiles, que incluye a numerosos compuestos orgánicos (Vásquez, 2013).

#### **2.2.12.2. Absorción atómica**

La espectrofotometría de absorción atómica es la técnica instrumental donde los átomos presentes en la llama absorben parte de la radiación, por lo que la señal disminuye, siendo ese dato medido por el detector que lo transforma en una concentración, y, de acuerdo con la medida de luz absorbida, se determina cuantitativamente la cantidad del metal, siendo el resultado del uso de lámparas de

luz especiales y una minuciosa selección de longitudes de onda, lo que permite el análisis de elementos específicos (Quero, Zorrilla, Morales, y Rodríguez, 2017).

En las bebidas alcohólicas se emplea con frecuencia la técnica de absorción atómica para la detección de metales pesados. Debido a su amplia sensibilidad, se ha definido por estudios recientes como el método para determinar cobre, hierro y zinc (Pérez y Alvarado, 2018).

### **2.2.13 Layout para una planta**

El *layout* es un esquema utilizado para conocer como están distribuidos los elementos u estructura dentro de una planta o industria. También sirven para explicar el croquis, esquema o el bosquejo de distribución de un diseño específico, con la finalidad de que las personas puedan observar de manera más clara como se distribuirán cada elemento dentro del área a construir (Cernitz, 2015).

En la figura 1 se observa la representación gráfica de un *layout* para una planta procesadora de agua ardiente de caña.

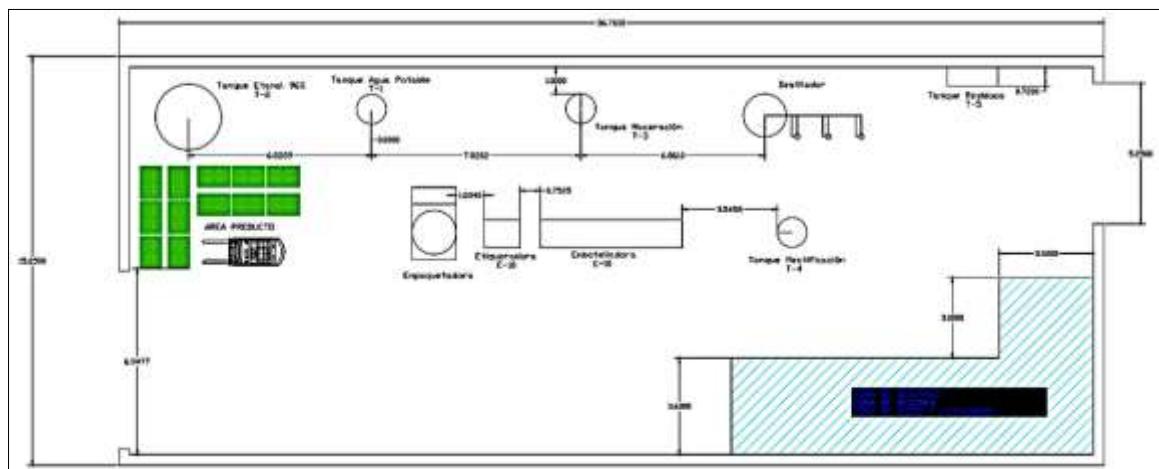


Figura 1. Layout para una planta  
Cernitz, 2015

#### 2.2.14 Diagrama de flujo del proceso de extracción de alcohol

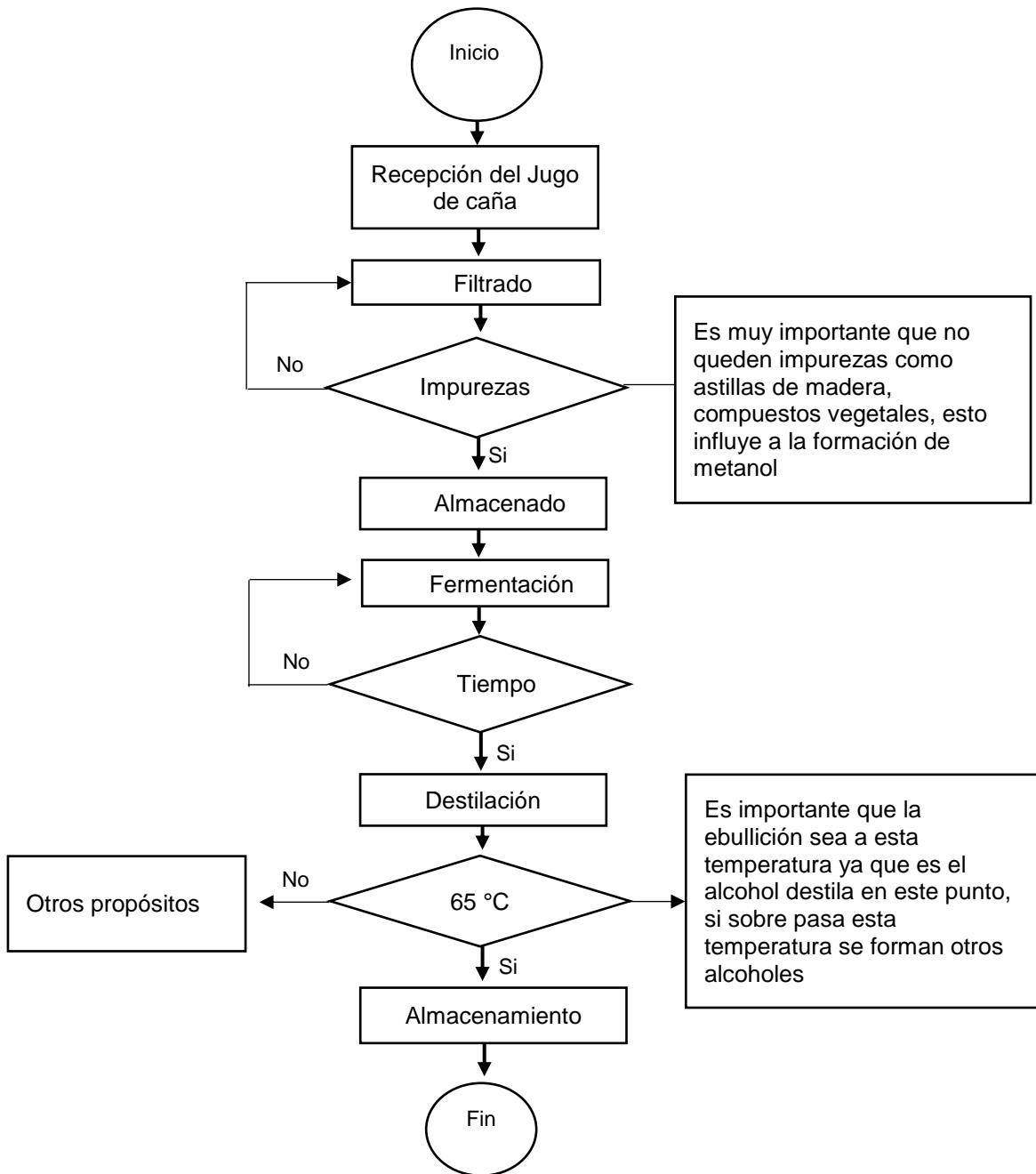


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de extracción de alcohol.  
Zambrano, 2019

- **Recepción del jugo de la caña:** Para la obtención del jugo la caña, se inicia con la recepción de la materia prima, después debe pasar por el proceso de lavado, secado finalmente se introduce en una maquina llamada trapiche, la

cual es una máquina que mediante la presión de dos ruedas extrae el jugo de la caña y posteriormente se guarda.

- **Filtrado:** en este proceso se cierne el jugo de la caña con el fin de extraer cualquier estilla o residuos de la caña lo que podría alterar las condiciones naturales del jugo, en caso de encontrar impurezas en el proceso este debe volver al proceso de colado, una vez realizado esto pasa al siguiente proceso.
- **Almacenado:** Una vez obtenido el jugo de la caña se almacena en tanques fermentadores de acero inoxidable donde permanece durante 24 horas a una temperatura de 20 a 25 °C para el siguiente proceso.
- **Fermentación:** Una vez obtenido el jugo de caña fermentado se lo vuelve almacenar durante dos o tres días hasta producir la maduración necesaria para el proceso de destilado.
- **Destilación:** Una vez el Jugo de caña ha alcanzado la maduración correcta se procede al destilado el cual consiste en calentar el jugo fermentado hasta que sus componentes volátiles pasan a su fase de evaporación y se condensan, se debe mantener una temperatura de 65 °C ya que si no se controla la temperatura se podría formar alcoholes no deseados.
- **Almacenamiento:** Finalmente se obtiene el agua ardiente de caña el cual es recolectado y almacenado para su posterior venta.

La obtención de aguardiente de caña se realiza a partir del jugo de caña. Una vez obtenido el líquido fermentado se debe separarse la biomasa, es importante filtrar bien el jugo fermentado ya que no quedar residuos de caña, esto podría causar la formación de otros componentes del alcohol, luego de esto se da paso a

la destilación. Es muy importante mantener la temperatura no mayor a 65 °C debido que si se sobrepasa esta temperatura podría formar metanol u otros compuestos (Carriel, Sánchez, y Montoya, 2015).

### **2.2.15 Buenas prácticas de higiene (BPH) y manufactura**

Las buenas prácticas de manufactura se definen como las medidas o normas para prevenir contaminación de los productos elaborados y establece prácticas de inocuidad en los procesos de manipulación, preparación, elaboración, envasado y almacenamiento de los productos de consumo (Vera y Baque, 2015).

La implementación de la BPM se desarrolla de la siguiente manera para la conservación de la inocuidad de los alimentos (Pla, 2015):

- Capacitaciones para el personal de la planta.
- Realizar controles de calidad en el proceso de fabricación valiéndose de formatos de registro y control.
- Innovar constantemente los procesos para desarrollar mejores resultados.
- Complementar los procesos con una infraestructura apropiada para el manejo de los productos.
- Calificar el personal técnico que interviene en las labores de procesamiento.
- Cerciorarse que los productos elaborados se encuentren dentro de los estándares de calidad.
- Distribuciones adecuadas de las operaciones dentro de la planta de procesamiento.
- Usar los equipos y maquinarias especializadas para las actividades.

- Establecer un procedimiento de limpieza y sanitización dentro de los estándares para asegurar que se optimice los recursos y tiempo para las operaciones.
- Controles constantes de los riesgos laborales, proveedores y materias primas.

### **2.3 Marco legal**

#### **2.3.1 Constitución del Ecuador, capítulo segundo, sección primera**

##### **Agua y Alimentación**

Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales.

##### **Sección séptima**

##### **Salud**

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

#### **2.3.2 Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021**

**Art. 280.-** El Plan Nacional de Desarrollo es el instrumento al que se sujetarán las políticas, programas y proyectos públicos; la programación y ejecución del presupuesto del Estado; y la inversión y la asignación de los recursos públicos; y coordinar las competencias exclusivas entre el Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados. Su observancia será de carácter obligatorio para el sector público e indicativo para los demás sectores (Plan Nacional de Desarrollo, 2017).

#### **2.3.3 Norma Técnica Ecuatoriana 362:2014.**

##### **Bebidas alcohólicas. Aguardiente de caña. Requisitos**

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el aguardiente de caña, para ser considerado apto para el consumo humano.

El aguardiente de caña debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Debe ser transparente, incoloro, con olor y sabor característicos del aguardiente de caña.

- Se permite la adición de sustancias edulcorantes, ingredientes y aditivos alimentarios de acuerdo con la NTE INEN 2074 vigente, de tal manera que no altere la naturaleza del producto.
- Se permite la mezcla entre materias primas proveniente de caña con diferentes concentraciones de congéneres, siempre que el producto resultante conserve las características propias.
- No se permite contaminaciones con sustancias distintas a los productos propios de la fermentación como se indica en la tabla 1.

**Tabla 1. Requisito de aguardiente de caña**

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo
Grado alcohólico a 20 °C	%v/v	28	50
Furfural	mg/100 cm <sup>3</sup> (*)	-	1,5
Alcoholes superiores	mg/100 cm <sup>3</sup> (*)	-	150
Metanol	mg/100 cm <sup>3</sup> (*)	-	10

La siguiente tabla muestra los niveles máximos permisibles de grado alcohólico, furfural, alcoholes superiores y metanol permisibles por la NTE INEN 362:2014. \*El volumen de 100 cm<sup>3</sup> corresponde al alcohol absoluto. Los alcoholes superiores comprenden: isopropanol, propanol, isoamílico, amílico.  
INEN, 2014

### **2.3.4 Norma Técnica Ecuatoriana 347:2014**

#### **Bebidas alcohólicas. Determinación de metanol**

Esta norma describe el método para determinar el contenido de metanol por espectrofotometría ultravioleta/visible (UV/VIS) en bebidas alcohólicas destiladas.

### **2.3.5 Norma Técnica Ecuatoriana 339**

#### **Bebidas Alcohólicas Muestreo**

- Esta norma establece el método de muestreo de bebidas-alcohólicas, para determinar la calidad de un lote.
- Esta norma se aplica a bebidas alcohólicas fermentadas y/o destiladas, que forman un lote homogéneo y que está destinado al consumo final.

### **2.3.6 Norma Técnica Ecuatoriana 375:2015**

#### **Bebidas alcohólicas. Alcohol etílico ratificado. Requisitos**

Esta norma establece los requisitos para el alcohol etílico rectificado a utilizarse en la elaboración de bebidas alcohólicas.

El alcohol etílico rectificado debe cumplir con los siguientes requisitos:

- **Requisitos organolépticos**
- El alcohol etílico rectificado debe ser transparente e incoloro, de sabor y olor característico.
- **Requisitos físicos y químicos**
- El alcohol etílico rectificado debe cumplir con los requisitos físicos y químicos establecidos en la Tabla.

**Tabla 2. Requisitos físicos y químicos de alcohol etílico**

<b>Requisitos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Alcohol, fracción volumétrica	%	95	--
Acidez total, como ácido acético	mg/100 cm <sup>3</sup> (*)	-	3,0
Ésteres, como acetato de etilo	mg/100 cm <sup>3</sup> (*)	-	10,0
Aldehídos, como etanol	mg/100 cm <sup>3</sup> (*)	-	2,0
Furfural	mg/100 cm <sup>3</sup> (*)	-	0,0
Metanol	mg/100 cm <sup>3</sup> (*)	-	30,0
Alcoholes superiores	mg/100 cm <sup>3</sup> (*)	-	5,0
Congéneres	mg/100 cm <sup>3</sup> (*)	-	75,0
Tiempo de permanganato	minutos	20	-

\*El volumen de 100 cm<sup>3</sup> corresponde al alcohol absoluto

\*\* los alcoholes superiores corresponden: isopropanol, propanol, Isobutanol, isoamilico, amilico.

NTE INEN, 375:2015

### 2.3.7 Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense

Norma técnica de especificaciones de bebidas alcohólicas – Aguardiente

La Norma Técnica Obligatoria denominada NTON 03 036 - 00 Norma de Especificaciones de Bebidas Alcohólicas - Aguardiente que ha sido preparada por el Comité Técnico de Ron y Aguardiente y en su elaboración participaron las siguientes personas:

El aguardiente debe tener como límites máximos en sus especificaciones los siguientes niveles de contaminación por metales pesados y metaloides.

**Tabla 3. Límites máximos permisibles de cobre y hierro en aguardiente**

<b>Especificaciones</b>	<b>Límite máximo</b>
<b>Cobre expresado como Cu en mg/100 ml</b>	<b>1.0</b>
<b>Hierro expresado como Fe en mg/100 ml</b>	<b>2.0</b>

La siguiente tabla muestra los niveles máximos permisibles de metales pesados por la NTON, 2009

### 3. Materiales y métodos

#### 3.1 Enfoque de la investigación

##### 3.1.1 Tipo de investigación

La presente investigación tuvo carácter no experimental, debido a que se realizó una identificación de las condiciones productivas del procesamiento de aguardiente de manera artesanal en la destiladora “La Molienda” del cantón Cumandá. También se realizó una caracterización química de muestras de aguardiente de caña para la determinación de metales pesados como el cobre y el hierro, y la identificación de alcoholes no deseados como el metanol, el propanol y el butanol en el aguardiente artesanal elaborado. Finalmente se realizó un *layout* para una planta de procesamiento de licor artesanal como una mejora para el proceso productivo de la destiladora.

##### 3.1.2 Diseño de investigación

El diseño de la investigación es de carácter no experimental y de campo, ya que se tomaron muestras de aguardiente de caña de azúcar artesanal producido en la destiladora “La Molienda”, con el fin de realizar análisis del contenido de cobre y hierro, y la presencia de alcoholes no deseados. También se realizó una inspección de campo para conocer los procesos productivos de la destiladora, y de esta manera poder realizar un *layout* para una planta procesadora de aguardiente como una mejora al proceso productivo.

#### 3.2 Metodología

##### 3.2.1 Variables

###### 3.2.1.1. Variable independiente

- Muestras de aguardiente artesanal.

### **3.2.1.2 Variable dependiente**

- Concentración de hierro y cobre en ppm.
- Presencia de metanol, propanol, butanol y alcoholes superiores en el aguardiente.

### **3.2.2 Tratamientos**

Debido a que la presente investigación es de carácter no experimental no se utilizaron tratamientos. Sin embargo, se realizó un muestreo para analizar las respectivas muestras del proceso productivo del aguardiente.

### **3.2.3 Diseño experimental**

La presente investigación es de tipo descriptivo ya que se detallan las características de las muestras de aguardiente de la destiladora “La Molienda”, por lo cual no lleva diseño experimental.

### **3.2.4 Recolección de datos**

#### **3.2.4.1 Recursos**

##### **3.2.4.1.1 Materiales y equipos**

- Botellas de vidrio para muestras.
- Tablero de campo.
- Cámara fotográfica.
- Hielera.
- Marcadores para la rotulación.
- Muestras de aguardiente de caña.
- Termómetro.

### 3.2.4.1.2 Recursos bibliográficos

- Libros.
- Artículos científicos.
- Documentos web.
- Bibliotecas.
- Tesis y proyectos.

### 3.2.4.2 Métodos y técnicas

#### 3.2.4.2.1 Esquema para el seguimiento del proceso de producción de aguardiente de la destiladora.

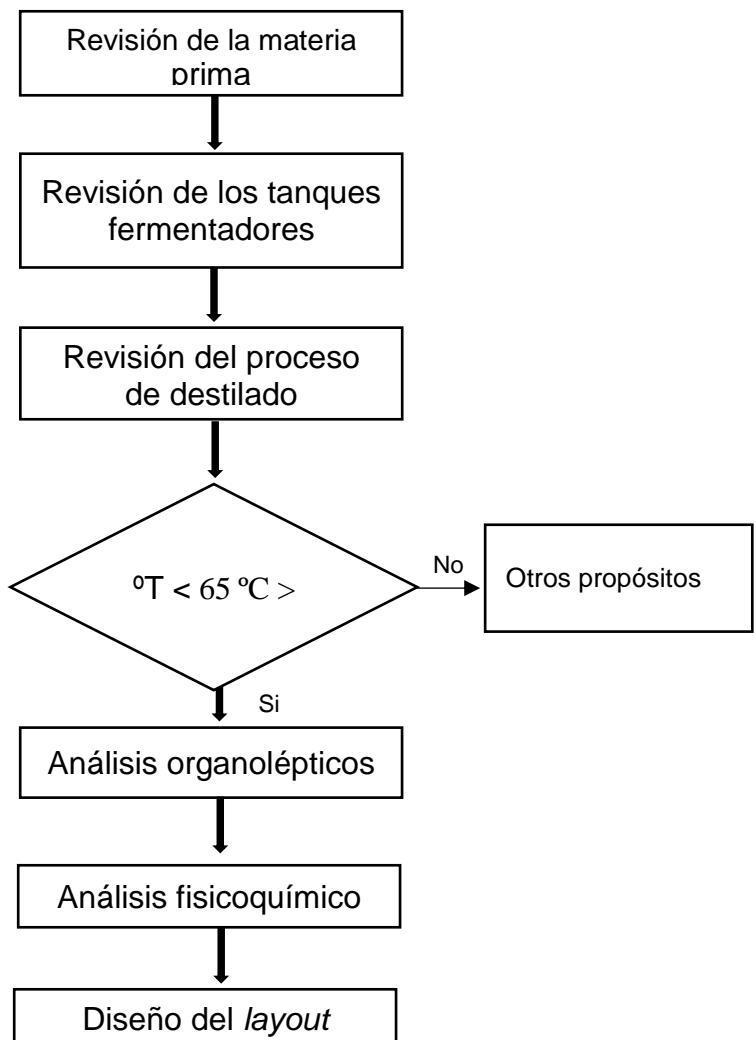


Figura 3. Diagrama de flujo para el seguimiento del proceso.  
Zambrano, 2020

### 3.2.4.2.2 Descripción del diagrama de flujo.

- **Revisión de la materia prima:** antes del proceso de extracción del jugo de la caña de azúcar es importante que la materia prima cumpla con ciertos controles como lo es el pesado y lavado esto con el fin de que no contenga impurezas que puedan cambiar las características del jugo.
- **Revisión de los tanques de fermentación:** una vez obtenido el jugo de la caña de azúcar es importante verificar que los tanques de fermentación cumplan con la temperatura y el área adecuada para el reposo, igualmente verificar si el jugo no contiene estillas de la caña lo cual podría ser el causante de la formación de metanol.
- **Revisión del proceso de destilado:** en este proceso es importante verificar que se controle la temperatura a 65 °C ya que la alteración de esta podría generar que se formen gases y alcoholes no deseados.
- **Análisis organolépticos:** este análisis permite conocer de manera directa que el producto contenga el color, olor y sabor que lo caracterizan.
- **Análisis fisicoquímico:** este análisis permite conocer si el producto final es apto para el consumo, el análisis fisicoquímico permite la detección de alcoholes no deseados que pudieran tener efecto en la salud.
- **Diseño del layout:** Este diseño permitirá una mejor distribución y organización de la planta procesadora de agua ardiente de caña.

### 3.2.4.2.3 Técnica de muestreo.

Para la recolección de las muestras se tomó como referencia la NTE INEN CPE INEN-CODEX CAC/GL 50 2004, la cual contiene las directrices generales sobre el muestreo. Se procedió a tomar 4 muestras de la destiladora de diferentes lotes,

teniendo en cuenta que las muestras se conservaran en envases de vidrio a una temperatura no mayor de 10 °C hasta su llegada al laboratorio.

#### *3.2.4.2.4 Determinación de alcoholes por cromatografía de gases*

Para el análisis del metanol en el aguardiente de caña se tomaron un total de 8 muestras de la destiladora “La Molienda” del cantón Cumandá. Se utilizó el método de cromatografía de gases, el cual permitió identificar los niveles de metanol y otros alcoholes no deseados. La cromatografía de gases consiste en la inyección de una pequeña cantidad de la muestra (constituida por una mezcla de sustancias volátiles) en el inyector de un cromatógrafo, la cual es vaporizada y transportada por un gas inerte a través de una columna o capilar con un líquido de partición que presenta una solubilidad selectiva con los componentes de la muestra ocasionando su separación. Los componentes que eluyen de la columna pasan uno a uno por el “detector” el cual genera una señal eléctrica proporcional a su concentración, que es transformada por el registrador (o integrador) en una gráfica de concentración contra tiempo llamada cromatograma (Jara, 2013). Se utiliza una columna cromatográfica de tipo capilar de sílice de 25 m de longitud y de diámetro inferior de 0.32 mm, con esos espesores de la película de 0.2 – 0.25 µm y de fase estacionaria OV17.

#### *3.2.4.2.5. Espectroscopía de Absorción Atómica (EAA).*

#### *3.2.4.2.6. Espectrofotometría de absorción atómica para metales pesados.*

Para realizar un análisis de espectrofotometría de absorción atómica se colocan las muestras de aguardientes de caña en estado crudo en un espectrofotómetro de emisión acoplado con plasma inducido, pudiendo también utilizar gas de Argón de alta pureza.

En este procedimiento se debe utilizar reactivos sin hierro, además de enjuagar la cristalería con HCl y H<sub>2</sub>O antes de usar. Se utilizan soluciones de un estándar de hierro de concentración 10 mg/ml de sulfato de etilendiamonio ferroso ((CH<sub>2</sub>NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.FeSO<sub>4</sub>.4H<sub>2</sub>O) en agua con 2,5 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> diluida en 1 litro.

Se prepara una curva de calibración con unas soluciones de trabajo de 0, 0.1, 0.2, 0.3 y 0.4 mg/ml en un matraz volumétrico 100 ml que contiene 50 ml de alcohol al 43 % para luego proceder a realizar las medidas en el equipo (AOAC, 2000).

### **3.2.5 Análisis estadístico**

El análisis estadístico propuesto para esta investigación es un análisis estadístico descriptivo, con prueba de hipótesis con T- Student para una media para la comparación de los resultados.

#### **3.2.5.1 Prueba de Hipótesis**

Para esta investigación se realizó una prueba de hipótesis unilateral izquierda al 5 % de significancia, expresados de la siguiente manera.

$$H_0: \mu_1 \leq \text{Límite permisible}$$

**H<sub>0</sub>:** Los resultados obtenidos de las medias de las variables están por debajo o iguales al límite permisible

$$H_1: \mu_1 > \text{Límite permisible}$$

**H<sub>1</sub>:** Los resultados obtenidos de las medias de las variables están por encima del límite permisible.

#### 4. Resultados

##### **4.1 Condiciones productivas de la destiladora “La Molienda” del cantón Cumandá durante la elaboración del aguardiente.**

El aguardiente de caña procedente de la destiladora “La Molienda” es reconocida en el cantón Cumandá y a nivel nacional, el proceso productivo de esta bebida alcohólica comienza desde la obtención de la caña de azúcar (*S. officinarum*) la cual es la materia principal para la elaboración del aguardiente, una vez obtenidos la materia prima ocurren los procesos de lavado, secado, molienda, extracción del jugo, fermentación y la destilación.

Para la obtención del aguardiente de caña se inicia con el cultivo de la caña el cual se realiza en los terrenos propiedad de la destiladora “La Molienda” donde se produce durante todo el año, debido a que los terrenos se encuentran en un área ideal para el cultivo de la caña de azúcar, donde es cortada y trasladada hasta las instalaciones de la destiladora para su proceso de lavado el cual se realiza para quitar los residuos presentes en la caña.

Una vez terminado el proceso de lavado las cañas pasa al secado, en este proceso se revisa minuciosamente que las cañas no contengan impurezas en caso de a ver impurezas pasan a el proceso de lavado otra vez, una vez que todas las cañas estén limpias pasan al proceso de molienda, donde se pasa por el trapiche, el cual mediante la unión de dos piezas metálicas extrae todo el jugo de las cañas, después se lleva al proceso del colado para quitar alguna impureza en el jugo que podría alterar las condiciones naturales del aguardiente.

Una vez realizado esto pasa al proceso de fermentación durante 24 horas a una temperatura de 20 a 25 °C para al proceso de destilación el cual consiste en

calentar el jugo fermentado hasta que sus componentes volátiles pasan a su fase de evaporación y se condensan manteniendo una temperatura no mayor a los 65 °C.

Cabe mencionar que en la destiladora “La Molienda” el alcohol de caña se destila de manera artesanal de 150 a 180 litros a la semana, finalmente se obtiene el agua ardiente de caña el cual es recolectado y almacenado para su posterior venta.

#### **4.2 Concentración de metales (cobre y hierro) en el aguardiente artesanal.**

Mediante la caracterización inicial de las muestras del aguardiente de caña tomadas en la destiladora “La Molienda” para la detección de metales pesados (hierro y cobre) se obtuvieron los siguientes valores los cuales están representados en la tabla 4, cabe mencionar que los valores iniciales dieron en mg/kg sin embargo se realizó una conversión de para pasarlos a mg/ml, ya que de esta manera se encuentran establecidos en la NTON 03 036 – 00.

**Tabla 4. Resultados de los análisis de laboratorio para hierro y cobre**

<b>Parámetro</b>	<b>Resultados mg/kg</b>		
	<b>Repetición 1</b>	<b>Repetición 2</b>	<b>Repetición 3</b>
Hierro	0,1	0,1	0,1
Cobre	10,59	11,42	11,02

Resultados de los análisis de laboratorios realizados en el laboratorio de alimentos y ambiente PROTAL (ESPOL) fecha 17/07/200 en muestras de aguardiente de caña. Zambrano, 2020

De acuerdo con los resultados del análisis estadístico de la prueba T-Student de la tabla 5 se demostró que nivel de significancia con respecto al p-valor es menor a 0,05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la alternativa ( $H_1$ ), quedando demostrado que la destiladora “La Molienda” cumple con los límites máximos permisibles de la NTON 03 036 - 00, la cual indica que nivel de cobre y hierro no debe exceder los valores de 1,0 mg/ml y 2,0 mg/ml respectivamente.

**Tabla 5 . Resultados de la prueba T para el cobre y hierro**

Párametro	N	Medias	D.E	T	p-valor
Cobre	3	0,11	0,01	17,00	0,0034
Hierro	3	0,01	0,00	-977	<0,0001

Resultados de los análisis de laboratorios realizados en el laboratorio de alimentos y ambiente PROTAL (ESPOL) fecha 17/07/200 en muestras de aguardiente de caña. Zambrano, 2020

En la figura 4 se muestra la comparación de los límites máximos permisibles con la NTON 03 036 - 00, donde se puede observar que las muestras de laboratorio analizadas de la destiladora “La Molienda” se encuentran dentro de los límites máximos permitidos.

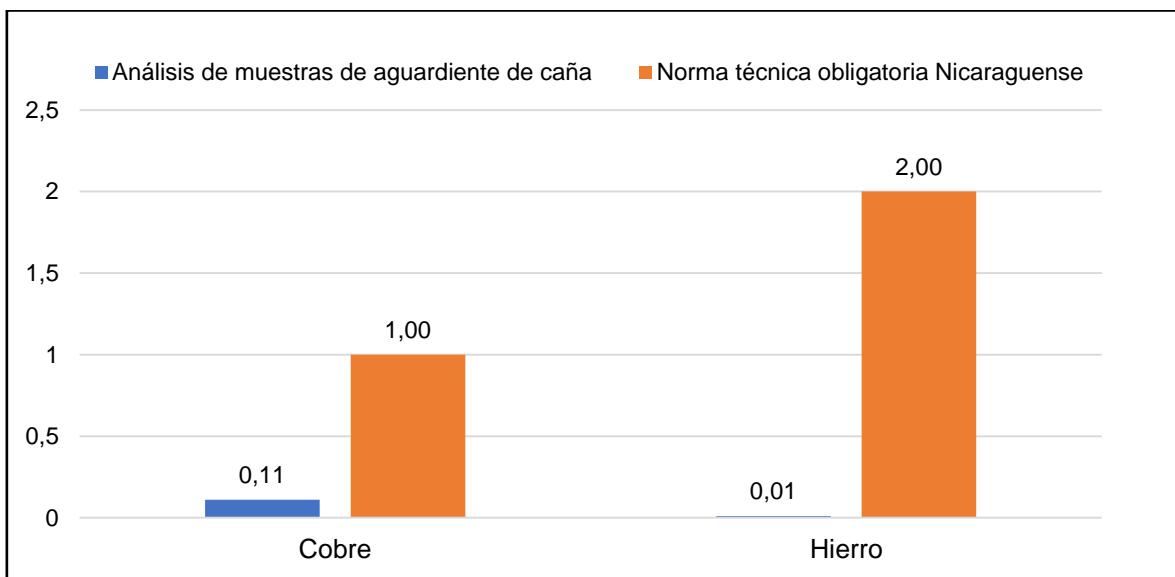


Figura 4. Comparación de los resultados  
Zambrano, 2020

#### 4.3 Presencia de alcoholes no deseados (metanol, propanol y butanol y alcoholes superiores) en el aguardiente artesanal

De la misma manera se realizó una caracterización inicial de las muestras del aguardiente de caña tomadas en la destiladora “La Molienda” para la detección de alcoholes no deseados (metanol, propanol, butanol, alcoholes superiores) donde se obtuvieron los siguientes valores los cuales están representados en la tabla 6.

**Tabla 6. Resultados de los análisis para alcoholes no deseados**

Parámetro	Resultados mg/ml		
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
Metanol	0,014	0,02	0,016
Propanol	0,236	0,336	0,344
Butanol	0,006	0,0085	0,025
Alcoholes superiores	2,46	2,28	2,37

Resultados de los análisis de laboratorios realizados en el laboratorio de Eurofins Global Control GmbH fecha 11/08/200 en muestras de aguardiente de caña.

Zambrano, 2020

De acuerdo con los resultados del análisis estadístico de la prueba T-Student de la tabla 7 se demostró que nivel de significancia con respecto al p-valor es menor a 0,05 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la alternativa ( $H_1$ ), quedando demostrado que la destiladora “La Molienda” cumple con los límites máximos permisibles de la NTE INEN 375:2015 para bebidas.

**Tabla 7. Resultados de la prueba T, para alcoholes no deseados**

Parámetro	n	Media	DE	T	p-valor
Alcoholes superiores	3	2,37	0,09	44,65	0,0005
Butanol	3	0,01	0,01	-6,18	0,0252
Metanol	3	0,02	0,003	-18,90	0,0028
Propanol	3	0,30	0,06	7,64	0,0167

Resultados de los análisis de laboratorios realizados en el laboratorio de Eurofins Global Control GmbH fecha 11/08/200 en muestras de aguardiente de caña.

Zambrano, 2020

Cabe mencionar que esta normativa no aplica para el butanol debido que existe poca información sobre normativas que evalúen este parámetro. Con respecto al análisis del grado alcohólico de las muestras analizadas de la destiladora “La Molienda” estos dieron como resultado un 63.6 %. Sin embargo, la NTE INEN 362:2014 para bebidas alcohólicas indica que para el aguardiente de caña los grados de alcohol no deben exceder el 50 % por lo que el producto no cumple con este requisito.

#### **4.4 Layout para una planta de procesamiento de licor artesanal.**

Una vez realizado el trabajo de campo en la destiladora “La Molienda” se observó que la destiladora no cuenta con los requerimientos técnicos ni los equipos adecuados para el almacenamiento de la materia prima, el almacenamiento del jugo de la caña ni para el proceso de destilación.

Es por esto que se realizó un *layout* con el fin de que esta destiladora cuente con un área adecuada para sus procesos productivos y que de igual manera haya un cumplimiento técnico de su proceso productivo, lo cual puede observarse en la figura 5, a continuación:

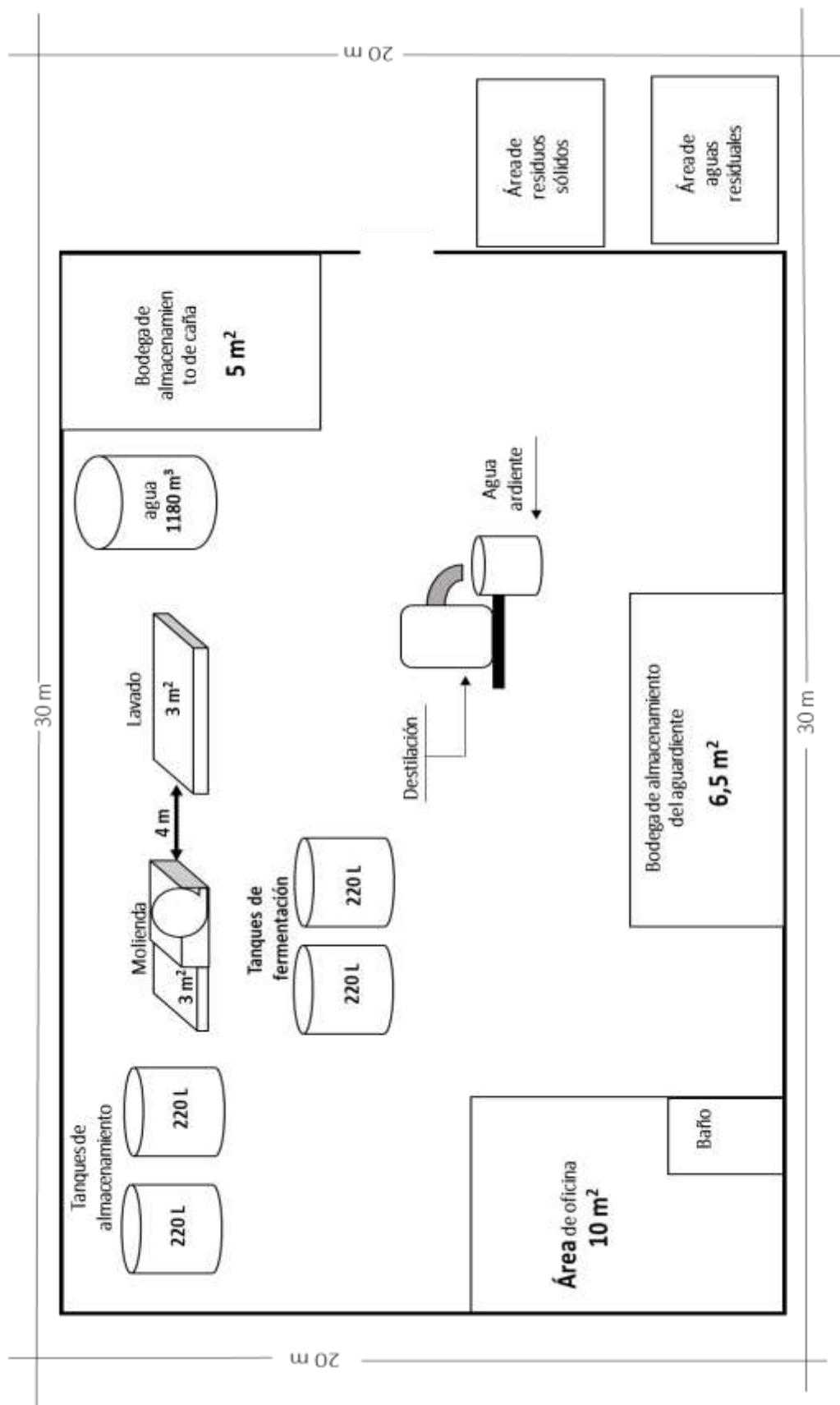


Figura 5. Layout diseñado para la destiladora “la Molienda”  
Zambrano, 2020

Debido a que la destiladora “La Molienda” no tiene mayor demanda de producción de aguardiente de caña y no cuenta con una infraestructura tecnificada para sus procesos productivos se realizó un *layout* como propuesta para su destiladora; el área total debe ser de 30 x 20 m. y los requerimientos de producción semanal, mensual y anual requerida se detallan en las siguientes formulas.

### **Producción anual requerida= 3000 L**

$$\text{Producción diaria requerida} = \frac{\frac{L}{\text{año}}}{\frac{\text{Días laborables}}{\text{año}}}$$

$$\text{Producción diaria requerida} = \frac{3,000}{192} = 15 \text{ L/día laborables}$$

### **Días de inventario = 30 día**

$$\text{Inventario anual requerida} = \text{dias} \frac{L}{\text{día}} =$$

$$\text{Inventario anual requerida} = 30 (\text{dias}) \times (15) = 450 \text{ L}$$

### **Producción requerida mensual**

$$\text{Producción mensual requerida} = \frac{\text{Producción anual} - \text{inventario anual}}{12 \text{ meses}}$$

$$\text{Producción mensual requerida} = \frac{3000 \text{ L} - 450 \text{ L}}{12 \text{ meses}} = 212,5 \text{ L/mes}$$

**Tabla 8. Producción total de aguardiente de caña**

Programación	Producción
Diario	15 L
Semanal	53 L
Mensual	212,5 L /mensual

Producción que debe mantener la destiladora de manera mensual.  
Zambrano, 2020

A continuación, se detallan las características de infraestructuras y equipos necesarios empleados en la destiladora.

**Bodega de almacenamiento de la caña:** Esta área será destinada para el almacenamiento de la caña de azúcar una vez realizado la zafra, cual constará con cámaras de ventilación.

**Almacenamiento del agua:** Para toda el área productiva y para uso personal el agua es un recurso indispensable, por ello la planta debe contar con su propio reservorio de agua para uso y consumo.

**Tabla 9. Requerimientos que debe cumplir el agua utilizada en la destiladora**

Requerimientos	Capacidad/frecuencia
Volumen del agua	1180 L
Frecuencia para el suministro de agua	Cada semana
Cantidad de tanques de almacenamiento de agua	1
Superficie necesaria para el almacenamiento	4 m <sup>2</sup>
Material del tanque	Acero inoxidable
Orientación del tanque	Vertical
Entrada y salida	Alimentación y descarga

Requerimientos de agua que debe cumplir para la destilación de la bebida alcohólica.

Zambrano, 2020

**Área de lavado:** Esta área es importante debido a que la caña de azúcar está en constante exposición al suelo, insectos y polvo, por ello se debe lavar para quitar todas estas impurezas, esta área también cuenta con el secado de la caña antes de pasar al proceso de molienda el área total es de 4 x 5 m.

**Área de molienda:** Esta área debe contar con los equipos necesarios para la extracción del jugo de la caña, un trapiche de acero inoxidable industrial con capacidad de 198 kg por día, igualmente recipiente de acero inoxidables para la recolección del jugo de la caña.

**Tanques de almacenamiento:** los tanques para la fermentación del jugo de la caña deben ser de acero inoxidables esto con el fin de no alterar las condiciones naturales del mosto, cada tanque contendrá un lote diferente de agua ardiente.

**Área de destilación:** En el área de destilación el alambique debe ser de bronce o acero inoxidable de 250 litros, también debe contar con una estufa donde se pueda controlar el fuego, los recipientes deben ser de acero inoxidables y deben tener una capacidad de 20 litros para la recolección del aguardiente de caña.

**Área de residuos sólidos:** Esta área debe contar con sistemas de ventilación para que no ocurra ninguna generación de malos olores, los residuos de la caña pueden ser utilizados como materia prima para la elaboración de otros productos, como compostaje, alimentos para animales e incluso para la elaboración de papel.

**Área de aguas residuales:** Esta área debe contar con un tratamiento primario que permita la recolección de los materiales en suspensión y los lodos activados, también con un tratamiento secundario para la depuración de aguas residuales y finalmente puedan ser enviadas a alcantarillado público.

**Baño:** En toda área laborable se debe contar con un baño para uso del personal, esta área debe ser dividida para hombres y mujeres, de la misma manera esta área debe contar con un vestidor para el cambio de uniformes de trabajo y closet para guardar las pertenencias.

**Bodega de almacenamiento:** En esta área servirá para el almacenamiento de agua ardiente de caña, el área debe contar con ventilación permanente.

**Área de oficinas:** Esta área servirá el personal de oficina que se encarga de manejar la parte financiera de la destiladora, igualmente esta área debe contar con un departamento de primeros auxilios en caso de emergencia.

## 5. Discusión

La NTON 03 036 – 00 (2009), indica los requisitos y parámetros máximos permisibles que deben cumplir las bebidas alcohólicas denominadas aguardiente de caña, el cobre no debe exceder el 1.0 mg/ml, el hierro 2.0 mg/ml, lo cual concuerda con la investigación realizada ya que se demostró que el cobre y el hierro se encuentra dentro de los límites permisibles.

Mujica (2015), realizó una determinación de metanol en aguardiente de caña mediante espectrofotométrica lo cual dio como resultado 4 mg/100mL en las 10 muestras tomadas de manera artesanal, mientras que en la presente investigación se analizaron 3 muestras para la detección del metanol mediante el método de espectrofotométrica lo cual dio como resultado 0.02 mg/100ml.

Chijcheapaza (2018), realizó una caracterización para la detección de metanol en muestras de acholado, mosto verde, puro no aromático y puro aromático. Como resultado se obtuvo que los compuestos más comunes de encontrar son el acetato de etilo, metanol, propanol, isopropanol, isobutanol y alcohol isoamílico, lo cual concuerda con la investigación realizada ya que se encontró presencia de metanol, propanol en baja proporción.

En la presente investigación se realizó una determinación de los grados alcohólicos en las muestras de aguardiente de caña, lo cual dio como resultado que la destiladora “La Molienda” no cumple con los requerimientos de la NTE INEN 362:2014 para bebidas alcohólicas, aguardiente de caña, ya que según el análisis de laboratorio dio como resultados 63,60 % vol. Mientras que la normativa indica no deben exceder el 50 % de vol.

Tirado (2015), realizó una investigación para determinar el contenido de etanol, metanol y metales pesados en el ñeque, los resultados dan a conocer que todas

las muestras analizadas poseen un contenido de etanol por debajo de lo que la norma colombiana y un contenido de metanol por debajo de lo permisible, estos resultados concuerdan con los resultados obtenidos ya que el etanol, propanol, butanol y los metales pesados se encontraban por debajo de los límites máximos permisibles de la NTE INEN 362:2014 y la NTON 03 036 – 00.

López (2013) realizó un estudio acerca de la calidad de varias bebidas alcohólicas comercializadas en México. Las muestras fueron analizadas por métodos fisicoquímicos para la determinación de etanol y metanol, y la espectroscopía de absorción atómica se utilizó para detectar la presencia en cantidades trazas de cobre, plomo y cadmio. Las muestras analizadas contenían cantidades de cobre, plomo y cadmio en cantidades traza, aunque sus concentraciones no rebasaron los límites permitidos en las normas oficiales mexicanas. Estos resultados concuerdan con la presente investigación ya que se encontró presencia de ciertos metales pesados y otros alcoholes son deseados, en donde todos se encontraban dentro de los límites máximos permisibles de la NTE INEN 362:2014 y NTON 03 036 – 00.

Según Cernitz (2015), las estructuras para la actividades productivas deben cumplir con los requisitos necesarios como infraestructura, higiene, control de calidad, disposiciones ambientales, seguridad y salud, mientras que Chalco, Pinto y Trujillo (2018), mencionan que la infraestructura es fundamental para el correcto funcionamiento de una planta destiladora de aguardiente de caña, por estas razones se diseñó un *layout* con el fin de mejorar la distribución de su áreas de trabajos, la implementación de nuevos equipos, la disposición final de las aguas residuales y los residuos sólidos debido a que la destiladora “La Molienda” no cumple con los requisitos para una planta de destilación.

## 6. Conclusiones

Mediante la visita de campo a la destiladora “La Molienda” se evidenció que tiene algunas falencias con respecto a sus procesos productivos, debido a que no cuentan con un área tecnificada para la elaboración del agua ardiente, igualmente se evidenció que la demanda de producción no es mayor ya que producen 150/180 litros de aguardiente a la semana el cual es distribuido en dentro y fuera del cantón Cumandá.

Mediante los análisis de laboratorio realizados a las muestras de aguardiente artesanal para la determinación de hierro y cobre se demostró estadísticamente que los niveles de estos metales se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de la NTON 03 036 – 00, todo esto debido a que en Ecuador no existe una normativa para evaluar estos parámetros.

Los resultados de los análisis de laboratorio mediante cromatografía de gases para la determinación de alcoholes no deseados (metanol, propanol, butanol) demostraron que los parámetros analizados se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de la NTE INEN 362:2014 para bebidas alcohólicas. Sin embargo, para los grados de alcohol se observó que este parámetro se encuentra fuera de los límites permitidos (63,6 %), mientras que la normativa indica que no debe exceder el 50 %.

La destiladora “La Molienda” al no contar con la infraestructura, ni los equipos necesarios para la producción del aguardiente representa un problema tanto interno como externo, debido a que si no se lleva un control de los procesos de producción, esto podría causar una alteración de la calidad del aguardiente, también representan un riesgo para sus trabajadores ya que no cuentan con equipos de protección personal, con respecto al manejo de los residuos sólidos y

aguas residuales, no se realiza ninguna gestión lo cual también tiene una afectación al medio ambiente es por estas razones que se realizó el diseño de un *layout* para la planta de procesamiento de licor artesanal “La Molienda” y que de esta manera cumpla todos los requerimientos técnicos y productivos.

## 7. Recomendaciones

Mediante la visita a la destiladora “La Molienda” se observaron varias falencias en los procesos productivos, es por estas razones que se recomienda realizar un análisis detallado de los requerimientos de la empresa y la aplicación de políticas internas y externas para el cumplimiento de los procesos productivos.

Mediante los análisis de laboratorio se demostró que la destiladora cumple con los límites máximos permisibles de la NTON 03 036 – 00 de hierro y cobre. Sin embargo, se recomienda que de manera frecuente se realicen análisis de laboratorio para el cumplimiento de estos parámetros, además de que se analicen metales pesados.

De la misma manera para los parámetros analizados (alcoholes no deseados, metanol, propanol, butanol), se recomienda realizarlo de manera frecuente para llevar un registro de los lotes producidos, debido a que el aguardiente de caña no cumple con los límites máximos de grado alcohólico permitidos en la NTE INEN 362:2014.

A pesar que la destiladora “La Molienda” no cuenta con un área tecnificada ni los equipos necesarios para la destilación, cumple con los límites máximos permisibles para metales pesados y alcoholes no deseados, sin embargo, se recomienda realizar un diseño con planos de arquitectura para que de esta manera pueda mejorar sus procesos productivos.

## 8. Bibliografía

- Abad, R. D. (2013). Proceso de producción del licor Pájaro azul, para convertirlo en producto exportable con estándares de calidad. Quito, Ecuador: Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/9527>.
- Álvarez, V. (2011). *Control de intoxicaciones por metanol*. Vigilancia y control en salud pública. Recuperado de <https://www.clinicamedihelp.com/documentos/protocolos/PRO%20Intoxicaciones.pdf>.
- AOAC., (2000). Official Method 970.12 iron in distilled Liquors, atomic Adsorption Spectrophotometric Method. Recuperado de [www.foodmate.net](http://www.foodmate.net)
- Brown, T. Lemay, J. Bursten, E. Murphy, C. y Woodwadr, P. (2014). Química la ciencia general. México: Apolo S.A. ISSN: 978-609-32-2237-2. Recuperado de "<https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n3/1516-7313-ciedu-20-03-0549.pdf>"
- Calle, A. K. (2017). Diseño e Implementación de un manual de buenas prácticas de manufactura (BPM) para la fábrica de aguardiente artesanal Destilería Mayte en el Cantón Morona. Ciudad de Riobamba: Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado de "<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/7778/1/27T0378.pdf>"
- Campués, J. y Tarupí, J. (2011). Obtención de alcohol a partir de jugo de caña, cachaza y melaza, mediante la incorporación de dos niveles de fermento (*Saccharomyces cerevisiae*). Ciudad de Ibarra: tesis de grado de la Universidad técnica del Norte. Recuperado de "<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/746/1/03%20AGI%20284%20TESIS.pdf>"
- Cárdenas, N. y Melendez, L. (2017). Determinación de la graduación de etanol en vinos tintos nacionales que se expenden en el mercado Unicachi del Distrito

- de Comas. Ciudad de Lima: Tesis de grado. Universidad Wiener.  
"<http://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/123456789/762?show=full>"
- Carriel, C. C. Sánchez, Ó. J. y Montoya, M. (2015). Simulación de los procesos de obtención de etanol a partir de caña de azúcar y maíz. Revista Scientia et Technica (28), 187-192. ISSN: 0122-1701 "<https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/6859>"
- Cartay, Á. R. García, B. M. Meza, M. D. Intriago, E. J. y Romero, M. F. (2019). Caracterización económica de un productor de aguardiente en Junín, Manabí, Ecuador. Revista ECA Sinergia, 10 (1), 85-97. ISSN 2528-7869 "<https://revistas.utm.edu.ec/index.php/ECASinergia/article/view/1213>"
- Casco, M. G. (2015). Caracterización química de tres marcas comerciales de aguardiente en Honduras Tatascán, Yuscarán y Ron Plata. Honduras: tesis de grado Universidad Zamorano. Recuperado de "<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1067/1/AGI2006-T007.pdf>"
- Cernitz, G. R. (2015). Diseño de una destilería para la elaboración de ginebra en Canarias. Canarias: tesis de grado Universidad de la Laguna. <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/1431/Diseno+de+una+Destileria+para+la+Fabricacion+de+Ginebra+en+Canarias.pdf?sequence=1>
- Chavez, Z. K. Delgado, C. M. y Montenegro, L. O. (2017). Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de licor de cacao. Ciudad de Guayaquil: Tesis de grado. Universidad de Guayaquil. Recuperado "<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/22879/1/TESIS%20FINAL%20%20%20LICOR%20DE%20CACAO%2014%20PDF.pdf>"

- Chalco, Pinto y Trujillo (2018). Infraestructura física para obtención de aguardiente de caña de azúcar en el centro de investigación Santo Tomás de Abancay. Ciudad de Abancay-Apurímac. Recuperado de [http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/119/TesisInfraestructura%20f%C3%ADsica%20para%20la%20obtenci%C3%B3n%20de%20aguardiente%20de%20ca%C3%A1rcar%20az%C3%A1car%20T040\\_43765752\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/119/TesisInfraestructura%20f%C3%ADsica%20para%20la%20obtenci%C3%B3n%20de%20aguardiente%20de%20ca%C3%A1rcar%20az%C3%A1car%20T040_43765752_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Chijcheapaza, F. H. (2018). Validación de una técnica para la determinación de metanol y congéneres por cromatografía de gases con detector de ionización de llamas en Pisco Arequipa. Ciudad de Arequipa - Perú: Tesis de grado. Universidad Católica de Santa María. Recuperado "[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM\\_b37195cf234c0d75247cfe5dc8255d75](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM_b37195cf234c0d75247cfe5dc8255d75)"
- Cuascota, C. S. y Taipe, C. T. (2016). Proyecto de factibilidad para la creación de una microempresa dedicada a la distribución y comercialización de licores nacionales en el sector sur de la ciudad de Quito. Tesis de grado Universidad Central del Ecuador. Recuperado de "<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10728/1/T-UCE-0003-CA201-2016.pdf>"
- Cussianovich, A. K. (2016). Obtención y caracterización de aguardiente de 40ºG.L a partir de gaseosas y néctar de descarte. Lima: Tesis de grado Universidad Nacional Agraria La Molina. Recuperado "<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1898>"
- Espinoza, O. V. (2014). Utilización del jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) como medio de cultivo para la producción de *Saccharomyces boulardii* L. Machala, Ecuador: Tesis de grado. Universidad Técnica de Machala. Recuperado de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/480>

00/3185/2/CD0000-28-TRABAJO%20COMPLETO-pdf

- Feoktistova, V. L. y Clark, F. Y. (2018). El metabolismo del cobre. Sus consecuencias para la salud. Revista Medisur, 16(4), 579-589. ISSN: 1727-897X Recuperado de "<http://www.medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/3918/2644>"
- Flores, G. W. y Hurtado, V. E. (2016). Diseño de imagen y promoción del licor artesanal del cantón Cumandá para afianzar la fidelidad del mercado actual. Ciudad de Riobamba: tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado de "<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5695/1/88T00167.pdf>"
- Gómez, M. F. Trejo, T. L. Salazar, O. J. Pérez, S. J. Sentíes, H. H. Bello, B. J. y Aguilar, R. N. (2017). La diversificación de la agroindustria azucarera como estrategia para México. revistas Mexicanas de divulgación científica y tecnológica, 10 (11), 7-12. ISSN: 2594-0252. Recuperado de "<https://docplayer.es/79922141-Udo-agricola-volumen-10-enero-diciembre-2010numero-1-revista-cientifica-de-la-escuela-de-ingenieria-agronomica-de-la-universidad-de-oriente.html>"
- Goyes, G. (2014). Reingeniería del proceso de clarificación del jugo de caña en el ingenio azucarero del norte IANCEM. Quito: tesis de grado. Universidad Central del Ecuador. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2507>
- Guerra, N. A. (2015). Determinación del rendimiento de alcohol en tres variedades de caña (*Saccharum officinarum*) (POJ, Caleña, Cenizosa) mediante la incorporación de tres niveles de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*).

Ciudad de Tulcan: Tesis de grado. Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Recuperado de "<http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/353/1/250%20Determinaci%C3%B3n%20del%20rendimiento%20de%20alcohol%20en%20tres%20variedades%20de%20ca%C3%B3nica%20Saccharum%20officinarum%29%20%28POJ%2C%20Cale%C3%B3nica%2C%20Cenizo%29.pdf>"

Guerrero, M. E. y Yépez, A. A. (2018). Elaboración de una bebida alcohólica destilada a partir de yuca (*Manihot esculenta*) y zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*). Ciudad de Quito: Tesis de grado Universidad San Francisco de Quito. Recuperado de <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/7471>

Guevara, R. (2017). Desarrollo y validación de una técnica por cromatografía de gases para determinar la pureza del G-0. Santa Clara: Tesis de grado. Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Recuperado de "<https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/8100/Rosaly%20Morales%20Guevara.pdf?sequence=1&isAllowed=n>"

Guillén, S. (2013). Estudio de la sensibilidad de la columna de purificación T-200 de una planta de producción de metanol de 365000 Tn/año. Cartagena: Tesis de grado. Universidad Politécnica de Cartagena. Recuperado de "<https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/3883/pfc5658.pdf?sequence=1>"

Gutiérrez, S. J. (2014). Estudio técnico económico para la instalación de una planta procesadora de licor de ciruela. Ciudad de Guayaquil: Tesis de grado Universidad de Guayaquil. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/5662>

- Ibarra, V. G. (2010). Simulación del proceso de obtención de metanol con el objetivo de industrializar el gas natural en el Perú. Lima: Tesis de grado. Universidad Nacional de Ingeniería. Recuperado de "[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI\\_392b0c7003732422929ca8d2c760ebfb](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_392b0c7003732422929ca8d2c760ebfb)"
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (2014). Bebidas alcohólicas. Aguardiente de caña. Requisitos. *Norma Técnica Ecuatoriana 362*: Quito, Ecuador. Recuperado de <http://181.112.149.204/buzon/normas/362-5.pdf>
- Iñiguez, J. (2010). Algunas consideraciones teórico-práctico sobre la destilación intermitente en alambique simple de mostos fermentados y Ordinarios. Revista Ingeniería Primero (17), 31-51. ISSN: 2076-3166. Recuperado de "[http://fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin17/URL\\_17 QUI01 \\_FERMENTACION.pdf](http://fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin17/URL_17 QUI01 _FERMENTACION.pdf)"
- Jara, A. R. (2013). Determinación de metanol en aguardiente de producción artesanal en la provincia del Azuay por el método de cromatografía de gases .Ciudad de Cuenca. Tesis de grado. Universidad del Azuay. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3267>
- Jara, L. A. (2012). Plan de negocios para la producción y comercialización de vino naranja en la provincia de Pichincha. Tesis de grado. Universidad de las Américas. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/1045>
- Jiménez, R. González, N. Hernández, M. y Ojeda, N. (2014). La caña de azúcar como alimento funcional. Revista Iberoamericana de Ciencias, 1(3), 31-39. ISSN: 2334-250. Recuperado de "<http://reibci.org/publicados/2014/agosto/3300112.pdf>"
- López, N. F. Godínez, G. I. Flores, H. R. Altagracia, M. M. y Córdova, M. R. (2013). La calidad de varias bebidas alcohólicas comercializadas en México y las

- consecuencias potenciales en la salud pública. Revista Mexicana Ciencia Farmaceutica, 44(4), 62-72. ISSN: 1870-0195. Recuperado de "<http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcf/v44n4/v44n4a8.pdf>"
- Molina, G. J. y Aguilera, O. J. (2011). Estudio sobre el valor nutricional de bebidas alcohólicas tradicionales. Antiguo Cuscatlán: Tesis de grado. Universidad Dr. Jose Matias Delgado. Recuperado de "<https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/04/IAL/ADTESAE0001260>".
- Montora, S. y Páes, C. (2012). Documentación de la técnica de cromatografía de gases en el análisis hidrocarburos alifáticos en agua residuales. Ciudad de Pereira: Tesis de grado. Universidad tecnológica de Pereira. "<http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesisd/textoyanexos/66028423M798>".
- Morga, L. (2012). Teoría y técnica de la entrevista. Revista Red Tercer Milenio, 1(1), 3-98. ISBN 978-607-733-171-1. Recuperado de "[http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/salud/Teoria\\_y\\_tecnica\\_de\\_la\\_entrevista.pdf](http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/salud/Teoria_y_tecnica_de_la_entrevista.pdf)"
- Moya, I. S. (2013). Efectos de diferentes tipos de alteraciones sobre la estabilidad de los licores en crema. Castelldefels: Tesis de grado. Universidad Politécnica de Catalunya. Recuperado de "<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/20279/memoria.pdf?sequence=4&isAllowed=y>"
- Mujica, C. D. y Villar, C. F. (2015). Determinación espectrofotométrica de metanol en aguardiente de caña del distrito de magdalena. Cajamarca: tesis de grado. Universidad Antonio Guillermo Urrelo. Recuperado de "<http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/339/FYB-015-2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>"

Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (2009). Norma Técnica de especificaciones de bebidas alcohólicas–Aguardiente.Nicaragua. Recuperado: <https://docplayer.es/19446729-Norma-tecnica-obligatoria-nicaraguense.html>

Oliveira, S. Ferreira, F. Medeiros, M. y Almeida, J. (2016). Producción de aguardiente utilizando extracto de alfa ácidos del lúpulo en el control biocida del proceso fermentativo. Revista Centro Azucar, 43(1), 18-24. ISSN: 2223-4861. Recuperado de "[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2223-48612016000100003yIngr=esynrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2223-48612016000100003yIngr=esynrm=iso)"

Organización Mundial de la Salud. (2018 ). Alcohol: factores que influyen en el consumo del alcohol y los daños relacionados. Recuperado de "<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/alcohol>"

Pardo, C. C. y Santamaria, J. C. (2015). Estudio de Factibilidad financiaera para la creación de una empresa productora de aguardiente artesanal saborizado. Ciudad de Bogota: tesis de grado Universidad de la Salle. Recuperado de "[https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1287&context=contaduria\\_publica](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1287&context=contaduria_publica)"

Parrales, A. Reyes, M. y Pine, W. (2012). Cromatografía del gas natural. Ciudad de Guayaquil: Tesis de grado. Escuela. Superior Politécnica del Litoral. Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/32277>

Parreño, C. J. (2016). Caracterización físico- química y microbiológica de las principales bebidas fermentadas tradicionales de la provincia de Chimborazo. Ciudad de Quito: Tesis de grado. Universidad tecnológica equinoccial. Recuperado de "<http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/handle/1234>

56789/14325"

- Pereira, E. D. (2013). Estudio de factibilidad para la insdustrialización del agua ardiente de caña, de los microproductores, en la parroquia de Moraspungo, cantón Pangua. Ciudad de Quito: Tesis de grado. Universidad Central del Ecuador. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2696>
- Pérez, H., Ruiz, A., y Delgado, R. (2013). Intoxicación por alcohol metílico: a propósito de un caso. *Revista de Ciencias Médicas La habana*, 19(3). HYPERLINK "https://www.medigraphic.com/pdfs/revciemedhab/cmh-2013/cmh133m.pdf"
- Pérez, L. E. y Alvarado, R. D. (2018). Cuantificación por absorción atómica de Cu, Fe y ZN en alcohol destilado y agua. Revista Cuadernos de Investigación UNED, 10(2), 387-396. ISSN: 1659-441X. Recuperado de "https://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v10n2/1659-4266-cinn-10-02-387.pdf"
- Pincay, C. V. y Macias, P. M. (2017). Tipo y concentraciones de zumos como saborizantes y aromatizantes naturales en la aceptabilidad de una bebida alcohólica. Calceta: Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Recuperado de <http://repositorio.espm.edu.ec/handle/42000/642>
- Pla, B. M. (2015). Diseño de un plan de mejoramiento (BPM) en la industria de licores del Valle. Santiago de Calí: Tesis de grado. Universidad Autónoma de Occidente. Recuperado de "<https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/8287/1/T06240.pdf>"
- Quero, J. P. Zorrilla, V. M. Morales, F. S. y Rodríguez, P. M. (2017). Determinación de la contaminación por metales pesados en suelos aledaños a la empresa

- electroquímica de Sagua. Revista Centro Azúcar, 44(3), 53-62. ISSN: 2223-4861. Recuperado de "<http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v44n3/caz06317.pdf>"
- Rivas, C. Y. (2010). La Industria del aguardiente en Venezuela durante el siglo XVIII: producción, control y represión. Revista Venezolana de Economía y Ciencias Sociales, 16(3), 165-175. ISSN: 1315-6411. Recuperado de "<https://www.redalyc.org/pdf/177/17731133010.pdf>"
- Rodas, L. K. (2015). Determinación de metanol en bebidas alcohólicas por cromatografía de gases. El salvador: Tesis de grado. Universidad de el Salvador. Recuperado de "<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/8732/1/19200743>".
- Rodríguez, J. (2015). binaria, Obtención de las funciones de transferencia de las temperaturas del tope y fondo de una destilación. Revista digital de investigación y postgrado de la universidad experimental Politecnica "Antonio Jose de Sucre", 5(2), 795-802. ISSN: 2244-7393. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5282244.pdf>
- Rodriguez, R. (2013). *Elaboración artesana de aguardiente de sidra*. Revista Tecnología Agroalimentaria. 5, 32-36. ISSN:1135-6030. Recuperado de <https://www.coursehero.com/file/9692917/Aguardiente-de-Sidra/>
- Rodriguez, S. R. (2014). Estudio del proceso de la elaboración de bebidas con aguardiente de orujo: desde las materias primas empleadas hasta el producto final. España: Tesis de grado. Universidad de Vigo. Recuperado de "<http://hdl.handle.net/11093/376>"
- Ruben, J. (2013). Determinación de metanol en aguardiente de producción artesanal en la provincia del Azuay por el método de cromatografía de gases. Ciudad de Cuenca: Tesis de grado. Universidad del Azuay. <http://dspace.uazua.y.edu.ec/handle/datos/3267>

Serrano, E. Arancibia, D. y Pacheco, R. (2017). Consideraciones sobre las intoxicaciones agudas por metanol y etilenglicol. Revista Medicentro Electrónica, 21(3), 241-247. ISSN 1029-3043. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1029-30432017000300011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30432017000300011)

Tirado, D. F. Acevedo, D. y Montero, P. M. (2015). Caracterización del ñeque, bebida alcohólica elaborada artesanalmente en la Costa Caribe Colombiana. Revista Información Tecnológica, 26(5), 81-86. doi: 10.4067/S0718-07642015000500011. Recuperado de "<https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v26n5/art11.pdf>"

Tirado, D. F. González, M. K. y Acevedo, C. D. (2017). Determinación de los niveles metanol, etanol y metanol pesados en el Neque elaborado en tres municipios de Sucre (Colombia). Revista Contaminación Ambiental, 33, 135-141. doi:10.20937/RICA.2017.33.esp01.12. Recuperado de "[https://www.researchgate.net/publication/315791912\\_Determinacion\\_de\\_los\\_niveles\\_metanol\\_etanol\\_y\\_metales\\_pesados\\_en\\_el\\_neque\\_elaborado\\_en\\_tres\\_municipios\\_de\\_Sucre\\_Colombia](https://www.researchgate.net/publication/315791912_Determinacion_de_los_niveles_metanol_etanol_y_metales_pesados_en_el_neque_elaborado_en_tres_municipios_de_Sucre_Colombia)"

Vásquez, I. (2013). Determinación de acetato de etilo en bebidas alcohólicas destiladas con añejamiento (ron) por el método de cromatografía de gases. Ciudad de Quito: tesis de grado. Universidad Central del Ecuador. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4381>

Vega, R. y López, B. (2016). Análisis de tecnologías de agotamiento de cachaza para determinación de pérdidas de sacarosa. "<https://www.researchgate.net/publication/300300000>"

net/publication/309201813\_ANALISIS\_DE\_TECNOLOGIAS\_DE\_AGOTAMIENTO\_DE\_CACHAZA\_PARA\_DETERMINACION\_DE\_PERDIDAS\_DE\_SACAROSA"

Vera, C. R. y Baque, J. R. (2015). Diagnóstico y propuesta de implementación de buenas prácticas de manufactura para una empresa cholatera enfocada a su subproducto licor de cacao. Ciudad de Guayaquil: Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/30427>

Viteri, F. (2012). Estudio del aguardiente y su aplicación dentro del ámbito gastronómico. Ciudad de Quito: Tesis de grado. Universidad Tecnológica Equinoccial. Recuperado de "[http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11674/1/48064\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11674/1/48064_1.pdf)"

## 9. Anexos

### 9.1 Anexo 1. Área de estudio (destiladora la “Molienda”)

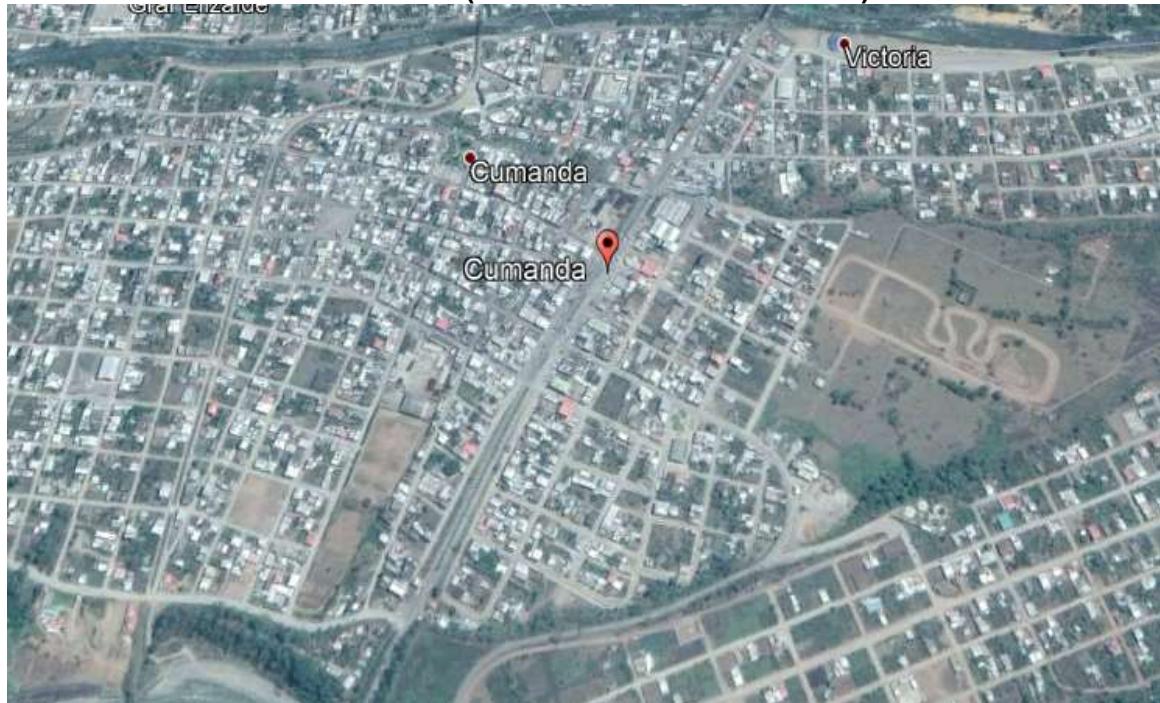


Figura 6. Área de estudio (destiladora “La Molienda”)  
Zambrano, 2020

### 9.2 Anexo 2. Función de un cromatógrafo de gases

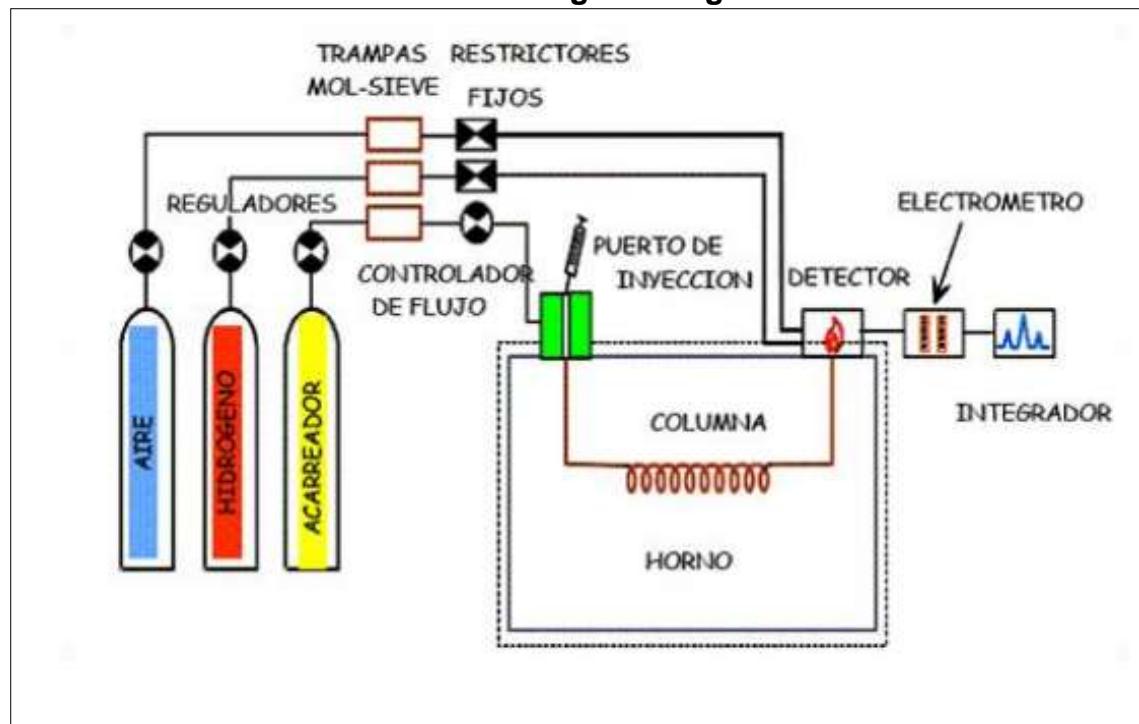


Figura 7. Función de un cromatógrafo de gases  
Cárdenas y Meléndez, 2017

### 9.3 Anexo 3. Destiladora “La Molienda”



Figura 8. Destiladora “La Molienda”  
Zambrano, 2020

### 9.4 Anexo 4. Toma de muestras de aguardiente de caña



Figura 9. Toma de muestras de aguardiente de caña  
Zambrano, 2020

**9.5 Anexo 5. Proceso de molienda**

Figura 10. Proceso de molienda  
Zambrano, 2020

**9.6 Anexo 6. Proceso de molienda**

Figura 11. Proceso de molienda  
Zambrano, 2020

**9.7 Anexo 7. Proceso de destilación artesanal**

Figura 12. Proceso de destilación artesanal  
Zambrano, 2020

**9.8 Anexo 8. Toma de temperatura al mosto**

Figura 13. Toma de temperatura al mosto  
Zambrano, 2020

**9.9 Anexo 9. Destilación final del aguardiente de caña**

Figura 14. Destilación final del aguardiente de caña  
Zambrano, 2020

**9.10 Anexo 10. Determinación organoléptica del aguardiente de caña**

Figura 15. Determinación organoléptica del aguardiente de caña  
Zambrano, 2020

### 9.11 Anexo 11. Análisis para hierro y cobre en aguardiente de caña

 <b>Laboratorio de Análisis de Alimentos y Ambiente PROTAL</b>				
R01-PQ23-PO02-7.8				
Informe: 20-07/0057-M001				
Datos del Cliente				
Nombre:	ZAMBRANO ROSADO DENNYS	Teléfono:	0982906523	
Dirección:	GUASMO SUR REINA DEL QUINCHE 1 MZ 7B V 4			
Identificación de la muestra / etiqueta				
Nombre:	Aguardiente de caña artesanal	Código muestra:	20-07/0057-M001	
Marca comercial:	N/A	Lote:	1GQ20A	
Normativa de Referencia:	N/A	Fecha elaboración:	17/07/2020	
Envase:	Envase Ámbar de vidrio	Fecha expiración:	N/A	
Conservación de la muestra:	Refrigeración 0°C - 4 °C	Fecha recepción:	17/07/2020	
Fecha análisis:	17/07/2020	Vida útil:	N/A	
Contenido neto declarado:	500 ml			
Presentaciones:	N/A			
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%			
Análisis Físico - Químicos				
Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Método/Ref.
Hierro 1 *	mg/Kg	<0.1	-	AOAC 21st 999.11 *
Hierro 2 *	mg/Kg	<0.1	-	AOAC 21st 999.11 *
Hierro 3 *	mg/Kg	<0.1	-	AOAC 21st 999.11 *
Cobre 1 *	mg/Kg	10.59	-	AOAC 21st 999.11 *
Cobre 2 *	mg/Kg	11.42	-	AOAC 21st 999.11 *
Cobre 3 *	mg/Kg	11.02	-	AOAC 21st 999.11 *
Las opiniones / Interpretaciones / etc. que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.				
* Observaciones:				
Los resultados emitidos corresponden exclusivamente a la muestra y a la información proporcionada por el cliente.				
Se realizaron los perimetros bromatológicos x solicitados por el cliente.				

Vigente desde 07/01/2020

REV. 02

1 de 2

recepcion@espol.edu.ec • ventasprotal@espol.edu.ec • cotizacionesprotal@espol.edu.ec  
 Guayaquil - Ecuador  
 Campus Gustavo Galindo Velasco • Km 30.6 Vía Perimetral • Pbx: (093-4) 2269-733

[www.espol.edu.ec](http://www.espol.edu.ec)

Figura 16. Análisis para hierro y cobre en aguardiente de caña  
 PROTAL, 2020

 <b>Laboratorio de Análisis de Alimentos y Ambiente PROTAL</b>	 PROYECTO DE ESTUDIO Y DESARROLLO																															
<b>Informe: 20-07/0057-M001</b>																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #008000; color: white; text-align: center;">CONSIDERACIONES GENERALES</th> <th colspan="2" style="background-color: #008000; color: white; text-align: center;">REGLA DE DECISIÓN PARA LA DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">           Parámetros No Acreditados             Parámetros Sub-Contratados             En microbiología (según el método): &lt; 1.0, &lt; 1.1, &lt; 1.5, &lt; 2, &lt; 3, y &lt; 10         </td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">           0   <b>ES CONSIDERADO AUSENCIA</b> </td> <td colspan="2" style="padding: 5px;">           El laboratorio documenta la regla de decisión con el cliente antes del ingreso del ítem de ensayo y por ninguna circunstancia se podrá realizar modificaciones por supresión del valor de incertidumbre, cambio de normativa, cambio de requisito, etc.             Para esto se considerarán los siguientes criterios:         </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">           Conservación máxima de la muestra luego del estudio y entrega de resultados.         </td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">           10 DÍAS         </td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">           Plazo máximo de impresión de informe de resultados a partir de su emisión.         </td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">           5 AÑOS         </td> <td style="padding: 5px; text-align: center;"> <b>CRITERIO</b> </td> <td style="padding: 5px; text-align: center;"> <b>VALOR A DECLARAR</b> </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">           Plazo máximo de solicitud de cambios o revisiones del informe de resultados, posterior a la entrega del mismo. (La solicitud debe estar técnicamente justificada a criterio del laboratorio)         </td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">           6 MESES         </td> <td style="padding: 5px;">           Para parámetros que tienen requisito mínimo de cumplimiento, si el resultado de la medición más la incertidumbre expandida no supera el requisito máximo.         </td> <td style="padding: 5px; text-align: center;"> <b>SI CUMPLE</b> </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">           Válida de documento, físico o digital. (Impreso o PDF)         </td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">           SÓLO CON FIRMA AUTORIZADA ORIGINAL         </td> <td style="padding: 5px;">           Para parámetros que tienen requisito máximo de cumplimiento, si el resultado del ensayo más la incertidumbre expandida supera el requisito máximo.         </td> <td style="padding: 5px; text-align: center;"> <b>NO CUMPLE</b> </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">           Reproducción total o parcial de este documento por cualquier medio sin permiso escrito de Laboratorio PROTAL.         </td> <td style="padding: 5px; text-align: center;"> <b>PROHIBIDA</b> </td> <td style="padding: 5px;">           Para parámetros que tienen requisito mínimo de cumplimiento, si el resultado del ensayo menos la incertidumbre expandida supera el requisito mínimo.         </td> <td style="padding: 5px; text-align: center;"> <b>SI CUMPLE</b> </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="padding: 5px;">           Para parámetros que tienen requisito mínimo de cumplimiento, si el resultado del ensayo menos la incertidumbre expandida es inferior al requisito mínimo.         </td> <td style="padding: 5px; text-align: center;"> <b>NO CUMPLE</b> </td> </tr> </tbody> </table>	CONSIDERACIONES GENERALES		REGLA DE DECISIÓN PARA LA DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD		Parámetros No Acreditados  Parámetros Sub-Contratados  En microbiología (según el método): < 1.0, < 1.1, < 1.5, < 2, < 3, y < 10	0  <b>ES CONSIDERADO AUSENCIA</b>	El laboratorio documenta la regla de decisión con el cliente antes del ingreso del ítem de ensayo y por ninguna circunstancia se podrá realizar modificaciones por supresión del valor de incertidumbre, cambio de normativa, cambio de requisito, etc.  Para esto se considerarán los siguientes criterios:		Conservación máxima de la muestra luego del estudio y entrega de resultados.	10 DÍAS			Plazo máximo de impresión de informe de resultados a partir de su emisión.	5 AÑOS	<b>CRITERIO</b>	<b>VALOR A DECLARAR</b>	Plazo máximo de solicitud de cambios o revisiones del informe de resultados, posterior a la entrega del mismo. (La solicitud debe estar técnicamente justificada a criterio del laboratorio)	6 MESES	Para parámetros que tienen requisito mínimo de cumplimiento, si el resultado de la medición más la incertidumbre expandida no supera el requisito máximo.	<b>SI CUMPLE</b>	Válida de documento, físico o digital. (Impreso o PDF)	SÓLO CON FIRMA AUTORIZADA ORIGINAL	Para parámetros que tienen requisito máximo de cumplimiento, si el resultado del ensayo más la incertidumbre expandida supera el requisito máximo.	<b>NO CUMPLE</b>	Reproducción total o parcial de este documento por cualquier medio sin permiso escrito de Laboratorio PROTAL.	<b>PROHIBIDA</b>	Para parámetros que tienen requisito mínimo de cumplimiento, si el resultado del ensayo menos la incertidumbre expandida supera el requisito mínimo.	<b>SI CUMPLE</b>			Para parámetros que tienen requisito mínimo de cumplimiento, si el resultado del ensayo menos la incertidumbre expandida es inferior al requisito mínimo.	<b>NO CUMPLE</b>
CONSIDERACIONES GENERALES		REGLA DE DECISIÓN PARA LA DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD																														
Parámetros No Acreditados  Parámetros Sub-Contratados  En microbiología (según el método): < 1.0, < 1.1, < 1.5, < 2, < 3, y < 10	0  <b>ES CONSIDERADO AUSENCIA</b>	El laboratorio documenta la regla de decisión con el cliente antes del ingreso del ítem de ensayo y por ninguna circunstancia se podrá realizar modificaciones por supresión del valor de incertidumbre, cambio de normativa, cambio de requisito, etc.  Para esto se considerarán los siguientes criterios:																														
Conservación máxima de la muestra luego del estudio y entrega de resultados.	10 DÍAS																															
Plazo máximo de impresión de informe de resultados a partir de su emisión.	5 AÑOS	<b>CRITERIO</b>	<b>VALOR A DECLARAR</b>																													
Plazo máximo de solicitud de cambios o revisiones del informe de resultados, posterior a la entrega del mismo. (La solicitud debe estar técnicamente justificada a criterio del laboratorio)	6 MESES	Para parámetros que tienen requisito mínimo de cumplimiento, si el resultado de la medición más la incertidumbre expandida no supera el requisito máximo.	<b>SI CUMPLE</b>																													
Válida de documento, físico o digital. (Impreso o PDF)	SÓLO CON FIRMA AUTORIZADA ORIGINAL	Para parámetros que tienen requisito máximo de cumplimiento, si el resultado del ensayo más la incertidumbre expandida supera el requisito máximo.	<b>NO CUMPLE</b>																													
Reproducción total o parcial de este documento por cualquier medio sin permiso escrito de Laboratorio PROTAL.	<b>PROHIBIDA</b>	Para parámetros que tienen requisito mínimo de cumplimiento, si el resultado del ensayo menos la incertidumbre expandida supera el requisito mínimo.	<b>SI CUMPLE</b>																													
		Para parámetros que tienen requisito mínimo de cumplimiento, si el resultado del ensayo menos la incertidumbre expandida es inferior al requisito mínimo.	<b>NO CUMPLE</b>																													
Guayaquil, 28 de Julio del 2020																																
 Firmado Digitalmente por Dra. Gloria Dajahí Jurado de Pacheco DIRECTOR EJECUTIVO																																
Vigente desde 07/01/2020	REV. 02	2 de 2																														
recepcion@espol.edu.ec • ventasprotal@espol.edu.ec • cotizacionesprotal@espol.edu.ec Guayaquil - Ecuador Campus Gustavo Galindo Velasco - Km 30.6 Vía Perimetral - Pbx: (099-4) 2269 733		<a href="http://www.espol.edu.ec">www.espol.edu.ec</a>																														

Figura 17. Análisis para hierro y cobre en aguardiente de caña PROTAL, 2020

## 9.12 Anexo 12. Análisis para alcoholes no deseados

**eurofins** | GLOBAL CONTROL

Eurofins Global Control GmbH  
Am Neuländer Gewerbepark 8  
D-21079 Hamburg  
GERMANY

Tel: +49 40 49294 3450  
Fax: +49 40 49294 3456

Eurofins Global Control GmbH - Am Neuländer Gewerbepark 8 / D-21079 Hamburg  
NEL ZAMBRANO ROSADO  
GUASMO SUR REINA DEL QUINCHE 1  
NEL ZAMBRANO ROSADO  
ECUADOR

Person in charge: Mrs. V. Lenz - 3463  
ASM Mrs. V. Lenz - 3463

Report date 11.08.2020  
Page 1/2

Analytical report AR-20-FJ-015316-01

Sample Code 716-2020-00014648

Reference	AGUARDIENTE DE CAÑA ARTESANAL; LOTE: 16620A LUGAR: CUMANDÁ	
Sample sender	Origin: Ecuador Agrorum S.A.	
Prescriber	Agrorum S.A.	
Reception date time	27.07.2020	
Transport by	DHL 8991504944	
Client sample code	GYE-20/1776	
Lot-no.	MUESTREADOR: NEL ZAMBRANO ROSADO; F. MUESTREO: 16/07/2020	
Packaging	plastic bag	
Number	1	
Input temperature	Room temperature	
Start analysis	27/07/2020	
End analysis	11/08/2020	

**Test results**

A1028	Alcohol content (volume)	
Method	Internal, T-AAD1-WO2222, Densimetry	
Subcontracted to a Eurofins laboratory		
Alcoholic grade (real)	63.60	% vol.
A7402	Volatiles in alcohol and alcohols drinks	
Method	Internal, T-AAD4-WO2299, GC-FID	
Subcontracted to a Eurofins laboratory		
Furfural	<0.01	mg/g
Ethanal (Acetaldehyde)	NA	mg/g
Acetal	0.031	mg/g
1-Propanol	0.236	mg/g
2-Methyl 1-Propanol	0.336	mg/g

The results of examination refer exclusively to the checked samples.  
Any publication of this report requires written permission. An excepted publication is not allowed.  
Eurofins Global Control GmbH - Am Neuländer Gewerbepark 8 - D-21079 Hamburg  
Place of issuance and place of publication in Hamburg - Issue date/audit Hamburg HRB 107168  
General Manager: Stephan Lüder  
MFL no.: DK-20454-880  
Hyperlink address: <https://www.eurofins.com/DE/de/2019/08/17/HAN/06/05/2020-08-05-CMF/TWY-HV95200007/>

Our General Terms & Conditions available upon request and online at  
<http://www.eurofins.com/Deutschland/Deutschland.aspx>, shall apply

Figura 18. Análisis para alcoholes no deseados Eurofins 2020

GLOBAL CONTROL				
	Analytical report Sample Code	AR-20-FJ-015316-01 716-2020-00014648		
1-Butanol	0.006	mg/g		
2-Butanol (sec-Butanol)	0.018	mg/g		
2-Methyl 1-Butanol	0.154	mg/g		
3-methyl 1-butanol	0.989	mg/g		
Methanol	0.014	mg/g		
Ethyl acetate	0.152	mg/g		
1-Butanol	0.85	g/hl PA		
Higher alcohols	246.26	g/hl PA		
Furfural	<1.4	g/hl PA		
Methanol in absolute	2.00	g/hl PA		
2-Butanol	2.50	g/hl PA		
Ethyl acetate	21.58	g/hl PA		
Total aldehydes (as acetaldehyde)	14.55	g/hl PA		
1-Propanol in absolute	33.47	g/hl PA		
2-Methyl 1-propanol (isobutanol)	47.57	g/hl PA		
Allyl alcohol	<0.001	mg/g		
Allyl alcohol	<0.1	g/hl PA		
2-Methyl 1-Butanol	21.86	g/hl PA		
3-Methyl 1-Butanol	140.02	g/hl PA		
Acetal	4.44	g/hl PA		
Ethanal (Acetaldehyde)	12.9	g/hl PA		
Higher alcohols (as Methyl-2 propanol-1)	228.30	g/hl PA		
Isopentanol (methylbutanols)	161.88	g/hl PA		
<b>A7418 Density</b>				
Method	Internal, T-AA01-WO2221, Densimetry			
Subcontracted to a Eurofins laboratory				
Density	0.90046	g/cm³		
<b>AA808 Ethanal</b>				
Method	Internal, T-AA04-WO2299, GC-FID			
Subcontracted to a Eurofins laboratory				
Ethanal (Acetaldehyde)	0.091	mg/g		
Ethanal	82	mg/l		
Ethanal (Acetaldehyde)	12.9	g/hl PA		
Signature	<i>V. Lenz</i>			
Analytical Service Manager (Viktoria Lenz)				
The results of this analysis refer exclusively to the checked samples. Any publication of this report requires written permission. Any resale publication is not allowed. Eurofins Global Control GmbH - Am Neuenfelder Weg 10 - D-21079 Hamburg Place of execution and place of jurisdiction is Hamburg - court district court Hamburg HRB137794 General Manager: Michael Lüder VAT No.: DE 26454866 Hypertextlink: <a href="http://www.eurofins.de/eurofins/globalcontrol.aspx">http://www.eurofins.de/eurofins/globalcontrol.aspx</a> valid apply				
 DNV GL 02/09/2019				

Figura 19. Análisis para alcoholes no deseados Eurofins, 2020

### 9.13 Anexo 13. Muestra enviada al laboratorio

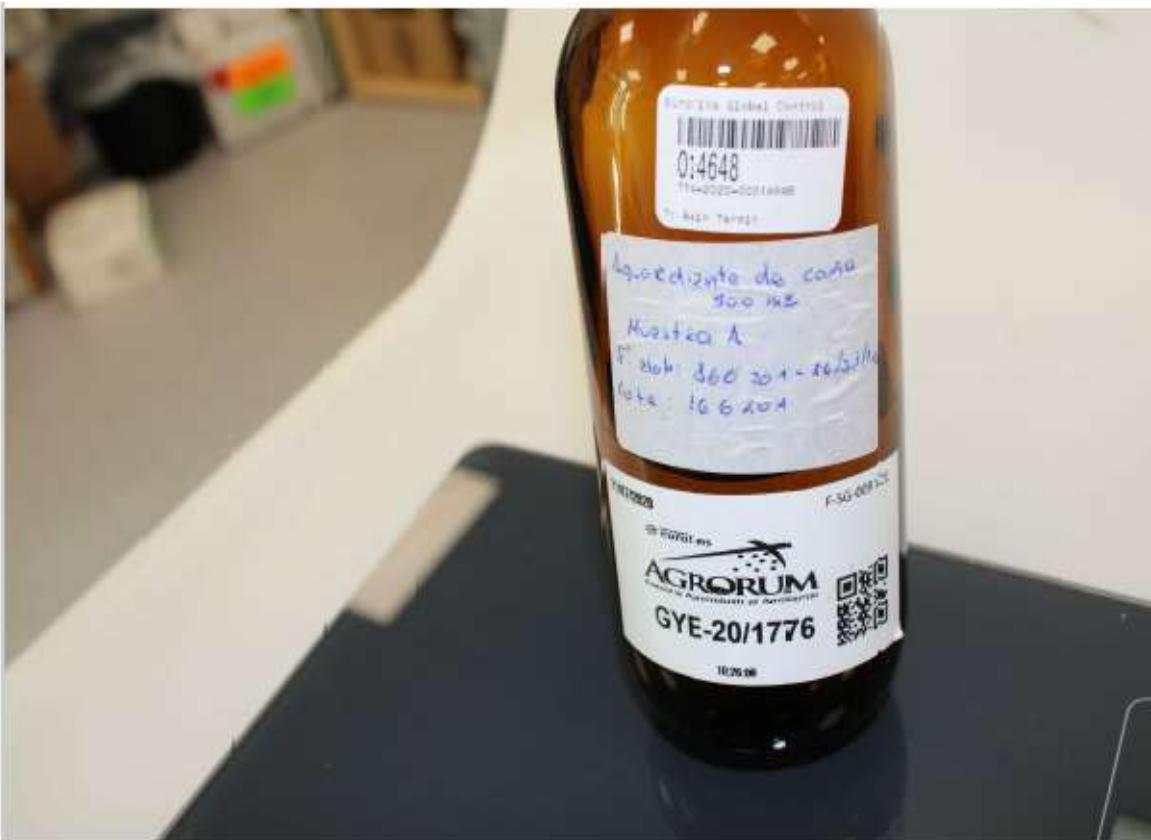


Figura 20. Muestra enviada al laboratorio  
Eurofins, 2020