

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**FERMENTACIÓN DEL MOSTO DE CAÑA DE AZÚCAR EN  
BARRILES DE MADERA PARA LA PRODUCCIÓN DE  
AGUARDIENTE EN EL CIP SANTO TOMAS – ABANCAY.**

Tesis para optar al Título profesional de Ingeniero Agrónomo, presentado por los Bachilleres en Ciencias Agrarias.

- **Marisa Chirinos Gonzales.**
- **Rosa Luz Pinto León.**
- **Rafael Camacho Huamán.**

**Línea de Investigación:**

**Economía Agrícola y Ambiental**

**Asesor: Ing. Jaher A. MENACHO MORALES.**

**ABANCAY – APURIMAC**

**2019.**

## **DEDICATORIA**

A Moisés mi padre que desde el cielo me brinda todas las energías y fuerzas para seguir adelante.

Marisa

## **DEDICATORIA**

Para Casimira quien en su paso por  
esta vida oriento mi afición al  
campo.

**Rosa Luz**

## **DEDICATORIA**

Para Rosa, por su apoyo incondicional, quien supo orientarme mi afición hacia el campo de la agricultura, para concretizar mi carrera profesional de Agrónomo.

**Rafael**

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestros padres por su invaluable apoyo y a nuestros maestros por el aporte incesante de conocimientos durante nuestra formación académica y habernos encaminado hasta alcanzar nuestras metas y objetivos.

**Marisa, Rosa luz, Rafael.**

## RESUMEN

La presente tesis de investigación sobre “**FERMENTACIÓN DEL MOSTO DE CAÑA DE AZÚCAR EN BARRIL DE MADERA PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUARDIENTE EN EL CIP SANTO TOMAS – ABANCAY**”, tiene como objetivo general evaluar los procesos de fermentación de mosto de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en barril de madera y polietileno en el CIP Santo Tomas – Abancay, para la demostración práctico de este trabajo de investigación se utilizó como materia prima el mosto de la caña de azúcar, para la interpretación se utilizó el método estadístico descriptivo.

Se determinó que la temperatura en barril de madera al tercer día llega a un punto alto de 30 °C, a partir del cuarto día desciende hasta a 18°C, en cuanto barril de polietileno al día 2 asciende a 28°C, del día 3 desciende lentamente llegando a 19°C en 11 días.

En cuanto al pH en el barril de madera desciende comenzando de 6,86 alcanzando 5,25 pH durante los 7 días de fermentación, en comparación con barril de polietileno es en tiempo prolongado comenzando de 6,86 alcanzando a 5,30 pH durante 11 días.

Para la evaluación del % de azúcar en barril de madera al inicio es de 25 %, a partir de ello desciende hasta llegar a 12% en 7 días, en comparación el barril de polietileno inicia con 25% donde desciende a 10% en 11 días.

Al determinar el porcentaje de alcohol, en el barril de madera inicia con 10 incrementándose los 7 días con 10,77% de alcohol, en barril de polietileno al inicia con 10, alcanzando a 10,70% de alcohol en 11 días.

Se evaluó el tiempo de fermentación donde en barriles de madera fue en 7 días, en barril de polietileno la fermentación en 11 días.

**Palabras claves:** Fermentación, mosto, caña de azúcar

## ABSTRACT

This research thesis on “FERMENTATION OF THE MOST OF CANE DE SUGAR IN WOOD BARREL FOR THE PRODUCTION OF AGUARDIENTE IN THE CIP SANTO TOMAS - ABANCAY”, aims In general, to evaluate the fermentation processes of sugar cane must (*Saccharum officinarum*) in a wooden and polyethylene barrel in the CIP Santo Tomas - Abancay, for the practical demonstration of this research work, the cane must was used as raw material of sugar, for statistical interpretation the statistical method was used descriptive.

It was determined that the temperature in a wooden barrel on the third day reaches a high point of 30 ° C, from the fourth day it drops to 18 ° C, as the polyethylene barrel on day 2 rises to 28 ° C, the day 3 descends slowly reaching 19 ° C in 11 days.

As for the pH in the wooden barrel, it decreases starting from 6.86 reaching 5.25 pH during the 7 days of fermentation, compared to a polyethylene barrel it is for a long time starting from 6.86 reaching 5.30 pH for 11 days.

For the evaluation of the% of sugar in a wooden barrel at the beginning it is 25%, from that point it drops to 12% in 7 days, in comparison the polyethylene barrel starts with 25% where it drops to 10% in 11 days .

When determining the percentage of alcohol, in the wooden barrel it starts with 10, increasing the 7 days with 10.77% alcohol, in the polyethylene barrel when it starts with 10, reaching 10.70% of alcohol in 11 days.

**Keywords:** Fermentation, Wort and *Saccharum Officinarum*.

## INDICE

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	iv
Resumen.....	v
Indice.....	vi
Introducción.....	xiii
Abstract.....	xiv

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Realidad problemática.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. Objetivo General.....	2
1.2.2. Objetivos Específicos.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Hipótesis.....	4

## CAPITULO II

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Concepto de la fermentación.....	5
2.2. Tipos de fermentación.....	6
2.2.1. Acética.....	6
2.2.2. Alcohólica.....	7
2.2.3. Butírica.....	7
2.2.4. Láctica.....	8
2.3. Clasificación de las reacciones de fermentación acuerdo al agente.....	8
2.3.1. Reacciones microbianas.....	8
2.3.2. Reacciones enzimáticas.....	8
2.4. Clasificación de reacciones de fermentación de acuerdo al consumo de oxígeno.....	9
2.4.1. Aeróbicas.....	9
2.4.2. Anaeróbicas.....	9



<b>2.5. Historia del mosto de caña de azúcar.....</b>	<b>9</b>
2.5.1. El Mosto.....	10
2.5.2. Caña de azúcar.....	10
2.5.3. Historia.....	11
2.5.4. Origen.....	11
2.5.5. Taxonomía.....	12
2.5.6. Aspectos botánicos.....	12
2.5.7. Estructura química de la caña de azúcar.....	15
2.5.8. Requerimientos climáticos.....	17
2.5.9. Requerimientos edáficos.....	19
<b>2.6. Plagas.....</b>	<b>20</b>
<b>2.7. Enfermedades.....</b>	<b>20</b>
2.7.1. Enfermedades fúngicas.....	20
2.7.2. Enfermedades fúngicas de los tallos.....	21
2.7.3. Enfermedades víricas.....	21
<b>2.8. Prácticas culturales.....</b>	<b>22</b>
<b>2.9. Variedades de la caña de azúcar.....</b>	<b>24</b>
2.9.1. Variedades producidas en el valle Pachachaca.....	26
<b>2.10. Barril.....</b>	<b>27</b>
2.10.1. Fabricación del barril.....	28
2.10.2. Vida útil de un barril.....	29
2.10.3. Tipos de madera.....	30
2.10.4. Zonas productoras de madera en Perú.....	32
2.10.5. Maderas para la fabricación de barriles.....	32
<b>2.11. Aguardiente.....</b>	<b>33</b>
2.11.1. Origen del Aguardiente.....	34
2.11.2. Propiedades.....	34
2.11.3. Características Organolépticas.....	35
2.11.4. Tipos de aguardiente.....	35
2.11.5. La otra clasificación de acuerdo al tiempo de maduración.....	36
2.11.6. Clasificación de acuerdo al grado de alcohol.....	37
<b>2.12. Barril polietileno.....</b>	<b>46</b>
2.12.1. Beneficios del barril polietileno.....	47
2.12.2. Características físicas del barril polietileno.....	47

## **CAPITULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

<b>3.1. Ubicación del experimento.....</b>	<b>48</b>
<b>3.2. Ubicación política.....</b>	<b>48</b>
<b>3.3. Ubicación geográfica.....</b>	<b>48</b>
<b>3.4. Materiales.....</b>	<b>49</b>
3.4.1. Materiales de gabinete.....	49
3.4.2. Materiales de campo.....	50
3.4.3. Materiales de laboratorio.....	50
<b>3.5. Metodo de investigación.....</b>	<b>50</b>

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

<b>4.1. Fermentación del mosto de caña de azúcar en dos tipos de barriles.....</b>	<b>51</b>
4.2. Temperatura del mosto de caña de azúcar en dos tipos de barriles.....	52
4.3. Potencial de hidrogeniones en el mosto de caña de azúcar en dos tipos de barriles.....	54
4.4. Contenido del % de azúcar en el mosto de caña de azúcar en dos tipos de barriles.....	56
4.5. Grado alcohólico del mosto de caña de azúcar en dos tipos de barriles.....	58
4.6. Tiempo de fermentación del mosto de caña de azúcar en dos tipos de barriles. ....	59

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

<b>5.1. Conclusiones</b> .....	61
<b>5.2. Recomendación</b> .....	63
<b>Bibliografía</b> .....	64
<b>Anexos</b> .....	67
Anexo N° 1. Costo de producción del cultivo de caña de azúcar.....	68
Anexo N° 2. Costo de producción de aguardiente de caña de azúcar.....	69
Anexo N° 3. Esquema de arbol de problemas.....	70
Anexo N° 4. Fotografías.....	72

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del cultivo de caña de azúcar. ....	12
Tabla 2. Promedio de composición química (%) de los tallos y el jugo de la caña de azúcar.....	16
Tabla 3. Requerimiento nutricional promedio para el cultivo de caña de azúcar en valles interandinos. ....	24
Tabla 4. Lista de las principales variedades de caña de azúcar que se siembra en la costa peruana.....	25
Tabla 5. Propiedades nutricionales del aguardiente. ....	34
Tabla 6. Resultados del proceso de fermentación del mosto.....	51
Tabla 7. Determinación de la temperatura durante el proceso de fermentación en barril de madera y polietileno.....	52
Tabla 8. Ph durante el proceso de fermentación en barriles de madera y polietileno. ...	54
Tabla 9. Evaluación del porcentaje de azúcar durante el proceso de fermentación en barriles de madera y polietileno (%). ....	56
Tabla 10. Determinación del grado alcohólico en el proceso de fermentación en barriles de madera y polietileno (%). ....	58
Tabla 11. Evaluación de tiempo de fermentación durante el proceso de fermentación en barriles de madera y polietileno.....	59
Tabla 12. Costo de producción de caña de azúcar.....	68
Tabla 13. Costo de proceso de obtención de aguardiente de caña. ....	69

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fermentación alcohólica. ....	7
Figura 2. Proceso de elaboración de aguardiente de caña. ....	38
Figura 3. Proceso de destilación. ....	45
Figura 5. Ubicacion geográfica.....	48
Figura 6. Determinación de la temperatura durante el proceso de fermentación del mosto de caña en barril de madera y polietileno.....	53
Figura 7. Comparación del ph durante el proceso de fermentación en barril de madera y polietileno.....	55
Figura 8. Comparación del % de azúcar durante el proceso de fermentación en barriles de madera y polietileno. ....	57
Figura 9. Comparación de porcentaje del alcohol en el proceso de fermentación en barriles de madera y polietileno. ....	59
Figura 10. Comparación en la evaluación del tiempo.....	60

## INDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1. Árbol de problemas. ....	70
Esquema 2. Árbol de medios y fines. ....	71

## INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Muestra de mosto de caña de azúcar al segundo día de evaluación .....	72
Imagen 2. Evaluación del pH del barril de madera durante el proceso de fermentación. .....	72
Imagen 3. Barriles de madera y polietileno en evaluación.....	73

## INTRODUCCION

La producción de la caña de azúcar y sus derivados como el aguardiente de caña y otros, tiene mucha importancia económica y fuente de estudio de CIP Santo Tomas, ya que todo los estudiantes de la escuela profesional de agronomía y otras carreras afines tienen la necesidad de adquirir conocimientos técnicos durante su formación profesional, se quiere poner en manifiesto que la producción de caña de azúcar es netamente para la obtención de aguardiente de caña, donde se tiene muchas deficiencias durante el proceso que se realiza para llegar a obtener el producto final, uno de las deficiencias que se ha visto como cuello de botella es en el proceso de fermentación en la cual se utiliza barriles de polietileno perdiendo así la costumbre del uso de barriles de madera, que lo utilizaban nuestros ancestros obteniendo un producto de calidad en cuanto a las propiedades organolépticas gustativas, el presente trabajo de investigación es con la finalidad de revalorar las costumbres que se vienen perdiendo, para ello se somete al estudio de evaluación de comparación entre barril de madera y polietileno en la fermentación de jugo de caña de azúcar.

Los objetivos que tiene la presente tesis es determinar la temperatura, medir el pH, conocer el % de azúcar, determinar el grado alcohólico y comparar el tiempo de fermentación del jugo de caña de azúcar, con ello se mejorara la calidad del proceso de fermentación utilizando barriles de madera.

El estudio contempla en cada uno de sus capítulos información pertinente a la investigación donde tiene planteamientos del problema, seguido de una amplia revisión bibliográfica, la ubicación del proyecto resultados obtenidos durante la evaluación del proceso de fermentación del jugo de caña de azúcar y por último la discusión sobre el estudio desarrollado.

## **CAPITULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

#### **1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.**

El problema central durante el proceso de producción de aguardiente de caña de azúcar en el CIP Santo Tomas, es la inadecuada fermentación del jugo de caña de azúcar en barriles de polietileno generando bajo nivel de concentración de temperatura, inapropiado conversión de azúcar en alcohol, menor calidad en las características organolépticas del producto final lo que trae como consecuencia mayor tiempo de fermentación, bajo contenido de alcohol, poca aceptación del consumidor y baja calidad del aguardiente de caña.

De ahí nace el interés de realizar la investigación donde se busca disminuir el tiempo de fermentación, mejorar la conversión de azúcar en alcohol con ello se obtendrá buena calidad de fermentación del jugo de caña de azúcar con las especificaciones que se requiere para una buena destilación, utilizando el barril de madera que permite mejorar las características organolépticas del aguardiente de caña

Los problemas líneas arriba planteados nos han permitido realizar la siguiente pregunta de investigación.

**¿Cómo influye la utilización del barril de madera en el proceso de fermentación del jugo de caña de azúcar en comparación con el barril de polietileno?**



## **1.2. OBJETIVOS:**

### **1.2.1. Objetivo General.**

Evaluar los procesos de fermentación de mosto de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en barril de madera y polietileno en el CIP Santo Tomas - Abancay.

### **1.2.2. Objetivos Específicos.**

- Determinar la temperatura durante el proceso de fermentación del mosto de caña de azúcar en barril de madera y polietileno para la producción de aguardiente en el CIP Santo Tomas - Abancay.
- Medir el pH durante el proceso de fermentación del mosto de caña de azúcar en barril de madera y polietileno para la producción de aguardiente en el CIP Santo Tomas – Abancay.
- Conocer el % de azúcar (°Brix) durante el proceso de fermentación del mosto de caña de azúcar en barril de madera y polietileno para la producción de aguardiente en el CIP Santo Tomas – Abancay.
- Determinar el grado alcohólico en el proceso de fermentación del mosto de caña de azúcar en barril de madera y polietileno para la producción de aguardiente en el CIP Santo Tomas – Abancay.
- Comparar el tiempo de fermentación del mosto de caña de azúcar en barril de madera y polietileno para la producción de aguardiente en el CIP Santo Tomas – Abancay.

### **1.3. JUSTIFICACION.**

La producción de caña de azúcar se viene realizando en el valle de Pachachaca desde la época del latifundio o mini empresas llamadas haciendas, quienes producían con la finalidad de obtener subproductos como chancaca, azúcar, zumo y aguardiente de caña de calidad, destinado para el autoconsumo y mercado donde se utilizaba barriles de madera durante el proceso de fermentación, el CIP Santo Tomas cumple un rol muy importante en la producción del cultivo de caña de azúcar para la industrialización principalmente de aguardiente, de la misma forma aún mantiene las instalaciones como el molino tipo PELTON para hacer la molienda de caña, perol de cobre, alambique de cobre, a pesar de contar con estas instalaciones, no cuenta con barriles de madera para la fermentación optima, es por ello que se utilizan barriles de polietileno donde el proceso de fermentación del mosto es prolongado, por otro lado las características cualitativas en el proceso de fermentación del mosto tiene una inadecuada reacción química, afectando en la calidad del aguardiente.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo principal mejorar el proceso de fermentación del mosto de caña, optimizar el tiempo de fermento, mejorar las características organolépticas del aguardiente y satisfacer al cliente de dicho producto, para ello se efectúa la evaluación del proceso de fermentación utilizando barril de madera frente al barril de polietileno que nos permita demostrar el comportamiento de cada uno, para contribuir como aporte en la producción de aguardiente de caña de azúcar.

#### **1.4. HIPOTESIS.**

Con la utilización de barriles de madera es posible mejorar el proceso de fermentación de mosto de caña de azúcar de manera eficiente, disminuyendo los periodos de maduración.

## CAPITULO II

### REVISION BIBLIOGRAFICA.

Respecto al tema de la información bibliográfica reciente es escasa por lo que nos vemos obligados a citar autores de hace diez años atrás que se presenta a continuación.

#### 2.1. CONCEPTO DE LA FERMENTACION.

**Vásquez H, (2007).** La fermentación fue descubierta Louis Pasteur, quien determino como el *vie sans l'air* que significa (la vida sin el aire), la fermentación típica es llevada a cabo por las levaduras, también por algunos metazoos y protistas que son capaces de realizar la fermentación.

El proceso de fermentación es anaeróbico que se produce en ausencia de oxígeno, ello significa el aceptor final de los electrones del NADH (di nucleótido de nicotina mida y adenina), producido por el glucolisis compuesto orgánico que se reducirá para poder re oxidar el NADH a NAD<sup>+</sup>. El compuesto orgánico que se reduce (acetaldehído, piruvato), es un derivado del sustrato que se ha oxidado anteriormente.

La fermentación es un proceso natural que ocurre en determinados compuestos o elementos a partir de la acción de diferentes actores y que se podría simplificar como un proceso de oxidación incompleta.

La fermentación es el proceso que se da en algunos alimentos tales como el pan, las bebidas alcohólicas, el yogurt, etc. Y que tiene como agente principal a la levadura y a diferentes compuestos químico que suplen su acción.

También manifiesta que la fermentación es realizada por diferentes bacterias y microorganismos en medios anaeróbicos, sin la presencia del oxígeno, por ello se le conoce oxidación incompleta. Las bacterias o microorganismos, así como también las levaduras se alimentan de algún tipo de componente natural y se multiplican cambiando la composición del producto inicial.

En el caso de las levaduras que se utilizan para hacer fermentar el pan, las mismas que requieren de la presencia de la glucosa ya que esta convierte en su alimento y permite desarrollar su tamaño. Lo mismo sucede con la fermentación alcohólicas que da bebidas como el vino y la cerveza.

La fermentación es un proceso catabólico de oxidación incompleta, que no requiere oxígeno obteniendo un producto final es un compuesto orgánico.

En resumen, la fermentación alcohólica tiene una finalidad biológica proporcionar energía anaeróbica a los organismos unicelulares (levaduras), en ausencia de oxígeno a partir de glucosa, en el proceso las levaduras obtienen energía disociando las moléculas de glucosa y generan como desechos alcohol y dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, las levaduras y bacterias causantes de este fenómeno son microorganismos muy habituales en las fruta y cereales, contribuyen en gran medida al sabor de los fermentados.

## **2.2. TIPOS DE FERMENTACION.**

**Vázquez H, (2007).** Enumera cuatro tipos de fermentación que se describen a continuación.

### **2.2.1. Acética.**

Su característica principal es la de transformar el agua en ácido acético, se puede observar dentro de la composición del vinagre. La formación de dicho ácido

surge de la oxidación que promueve una bacteria sobre el elemento alcohólico cuando se tiene oxígeno distinto en la materia, las bacterias necesitan presencia de oxígeno para poder llevar a cabo dicho proceso.

### 2.2.2. Alcohólica.

Elaborada por microorganismos que realizan un labor sobre los hidratos de carbono, visibles en la mayoría de frutas y cereales. El resultado será un etanol (forma definida de un alcohol) puede ser un gas (en forma de dióxido de carbono). El compuesto etanol es utilizado industrialmente para la reducción de la mayoría de las bebidas alcohólicas como la cerveza o vino, también dan lugar a algunas moléculas de ATP, pero son consumidas en paralelo mediante el metabolismo celular nutritivo de las bacterias. En este proceso en general se dará sin presencia de oxígeno en el ambiente.

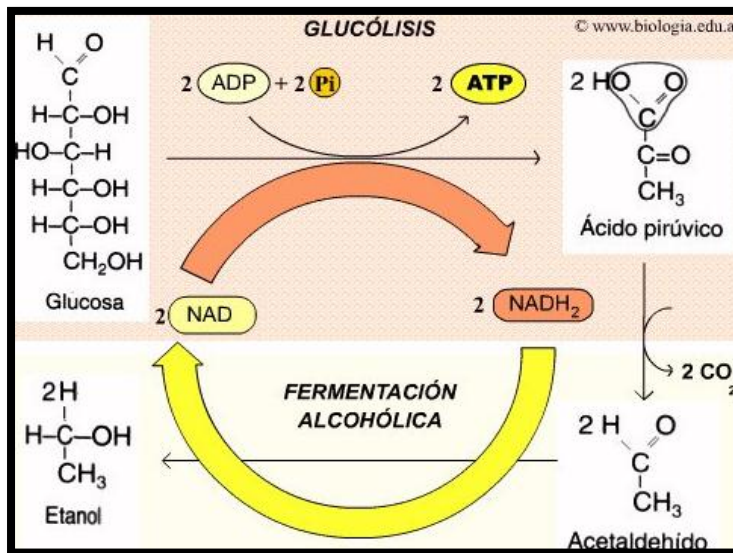


Figura 1. Fermentación alcohólica.  
Fuente: Vázquez H, (2007).

### **2.2.3. Butírica.**

Al igual que el anterior se produce exclusivamente en ausencia del oxígeno, en particular se trata del proceso por el cual se transforma los glúcidos, específicamente la lactosa llamado ácido butírico, también puede encontrarse como resultado de este proceso la formación de gas.

Los organismos encargados de esta transformación son bacterias pertenecientes al grupo Clotridium, dentro de este la variedad de Clotridium butyricum. El desarrollo de este proceso es fácilmente detectable por la aparición inmediata de olores característicos fuertes y repulsivos.

### **2.2.4. Láctica.**

Es la vía por la cual se da lugar a la obtención de ácido láctico, el proceso consiste en la oxidación de una parte de la glucosa contenida en el citosol de la célula para lograr la producción de energía. Diferente de la butírica, esta pueda ser llevada a cabo por más de un tipo de bacteria, siempre y cuando cumplan con la condición fundamental de pertenecer al grupo de bacterias lácticas, además puede producirse por otros microorganismos tales como hongos y protozoos, como también a través de tejidos humanos y animales como por ejemplo los músculos.

## **2.3. CLASIFICACION DE LAS REACCIONES DE FERMENTACION ACUERDO AL AGENTE.**

Se considera 2 clases de reacciones de fermentación.

### **2.3.1. Reacciones microbianas.**

La producción de microorganismos conlleva que la reacción tenga un comportamiento auto catalítico siendo la unión de microorganismos variables dentro de esta clase de reacción hay dos clases bien definidas:

- Cultivo de macro organismos (células vegetales y animales).
- Reactores microbianos (cultivo de microorganismos).

### **2.3.2. Reacciones enzimáticas.**

Estas reacciones son producidas por enzimas a través de reacciones químicas, y cuando es adversa el agente catalítico no se produce, y cuando se opera discontinuamente esta permanece constante hasta alcanzar un punto de madurez.

## **2.4. CLASIFICACION DE REACCIONES DE FERMENTACION DE ACUERDO AL CONSUMO DE OXIGENO.**

### **2.4.1. Aeróbicas.**

Los microorganismos necesitan de oxígeno para poder sobrevivir. Por ejemplo, la reacción de transformación de la glucosa.



### **2.4.2. Anaeróbicas.**

Los microorganismos no necesitan de oxígeno para su supervivencia. Por ejemplo, la reacción de transformación de la glucosa por vía glucolítica.



## **2.5. HISTORIA DEL MOSTO DE CAÑA DE AZUCAR.**

El mosto podría ser oriundo de las islas canarias o incluso fue conocido en la costa de Malaga y Granada de donde la caña de azúcar llego hasta canarias como también



conocido por los habitantes del norte del África antes de la expansión del imperio Romano. En México durante la época de la colonia española en el siglo XVI y con la introducción del cultivo de caña de azúcar proveniente del caribe, los indígenas comenzaron a elaborar bebidas a base de fermentación del jugo de la caña volviéndose popular entre la población indígena quienes lo utilizaban principalmente en las fiestas y celebraciones.

Como anécdota histórica se puede relacionar frecuentemente el consumo de jugo y chicha con los desórdenes sociales de la independencia. La clandestinidad del consumo de chicha y jugo de caña de azúcar coincide con el comienzo de la industria cervecera en Colombia principios del siglo XX. Los industriales de cerveza fueron promotores de la prohibición de este tipo de bebidas argumentando su falta de higiene y supuesta toxicidad, hasta el punto que se crearon normas prohibiendo su fabricación y comercialización.

### **2.5.1. El Mosto.**

El jugo de la caña o mosto de color verde es resultado de la molienda de caña de azúcar en un trapiche o molino, la cual filtrada para eliminar los residuos de caña puede ser consumida fresca o fermentada, se calienta y se pasa a barriles para retirar el exceso de agua y más adelante se obtiene aguardiente,

La fermentación efectuada con levaduras convierte el azúcar en dióxido de carbono y alcohol etílico en este caso.

### **2.5.2. Caña de azúcar.**

**Osorio G, (2007).** Planta monocotiledónea que pertenece a la familia de las gramíneas.

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Es un cultivo agrícola cultivado en la costa, sierra y selva del Perú, en cada región tiene un tratamiento diferente tanto en

el sistema de cultivo como en el procesamiento posterior al que se somete y depende del producto a obtener. En la Costa se dispone para la producción industrial de azúcar, mientras que las otras dos regiones para la producción de chancaca y aguardiente.

La caña de azúcar es un cultivo agroindustrial importante para la industrialización en azúcar, el cual ocupa un cuarto lugar después del café, algodón y maíz amarillo.

La producción del cultivo de caña de azúcar en la región de la costa se sitúa principalmente en los departamentos de Lambayeque, La Libertad, Ancash, Lima y Arequipa, que se caracterizan por presentar condiciones climáticas favorables.

A diferencia de lo que ocurre en la costa con la producción de caña de azúcar sobre grandes extensiones irrigadas con uso de tecnologías modernas, en la sierra y selva la caña crece en pequeñas extensiones sobre una topografía bastante accidentada que impide la mecanización del cultivo y el agua proviene de las lluvias estacionales. El cultivo de la caña de azúcar es parte de un grupo de los cultivos diversos que soportan la economía familiar pobre y en donde la tecnología es bastante simple y tradicional. Los únicos insumos en la mayoría de los casos son tierra, mano de obra, estacas de caña, fertilizantes y pesticidas.

Existe una diferencia el rendimiento de cosecha de caña según la región en donde se cultiva. Mientras que en la sierra y selva el rendimiento de cosecha de caña por hectáreas varía entre 20 y 50 t/ha. En la costa supera las 100 t/ha. La diferencia se basa en los graves problemas que contribuyen a ello, principalmente el nivel de capacitación, y el uso de tecnologías agrícolas.

La caña de azúcar que se cultiva en la sierra y la selva se localiza en los departamentos Amazonas, Cajamarca, La Libertad, Lambayeque, Junín, Piura, San Martín y Ucayali.

### 2.5.3. Historia.

ES uno de los cultivos más arcaicos en el mundo no se tiene datos concretos de cuando se inicia a cultivar, se cree que esta empezó 3.000 años A.C. Como un tipo de césped en la Isla de Nueva Guinea y de allí se extendió a Borneo, Sumatra e India.

### 2.5.4. Origen.

**Peña M, (1997).** La caña de azúcar es nativa de las regiones sub tropicales y tropicales del sur este asiático.

Alejandro Magno la llevo de la India hacia Persia, mientras los árabes la introdujeron en Siria, Palestina, Arabia y Egipto, de donde se extendió por todo el continente africano y Europa meridional. A finales del siglo XV Cristóbal Colon la llevo a las Islas del Caribe de allí fue llevado a toda América tropical y subtropical.

### 2.5.5. Taxonomía.

Tabla 1. Clasificación taxonómica del cultivo de caña de azúcar.

Reino	Vegetal
<b>Tipo</b>	Fanerógamas
<b>Sub tipo</b>	Angiospermas
<b>Clase</b>	Monocotiledóneas
<b>Orden</b>	Glumales
<b>Familia</b>	Gramíneas
<b>Tribu</b>	Andropogoneas
<b>Genero</b>	<i>Saccharum</i>
<b>Especie</b>	Spontaneum y robustum (silvestre), Edule barberi, sinense y <i>officinarum</i> (domesticadas)

Fuente: Osorio G, (2007).

### **2.5.6. Aspectos botánicos.**

**Osorio G, (2007).** El cultivo de la caña de azúcar tiene 4 partes fundamentales de la planta que determinan su forma como son: Raíz, Tallo, Hojas y Flor.

#### **a) Raíz.**

**Osorio G, (2007).** Define sobre el sistema radicular del cultivo de caña de azúcar como la parte fundamental, que interviene como fijador, soporte, absorción de agua y nutrientes del suelo, es de forma tubular y está formado por los pelos absorbentes y la cofia está encargada de resguardar el punto de desarrollo de algún deterioros involuntarios ya que las raíces están expuestas a las partículas densas de la formación del suelo.

#### **b) Tallo.**

**Osorio G, (2007).** Define sobre el tallo del cultivo de caña de azúcar tiene una forma tubular formando entrenudos de 3 canutos por mes y al año de 1 a 23 por macollo, según la variedad estos se dividen en primarios, secundarios y/o terciarios, estas sirven como transporte de agua y nutrientes. El tallo de la caña de azúcar se considera como fruto ya que se almacena ahí el azúcar.

#### **c) Hoja.**

**Osorio G, (2007).** Indica sobre las hojas de la caña de azúcar son la fábrica donde las materias primas: como el Agua, Dióxido de carbono y nutrientes se convierten en carbohidratos por la absorción de la luz solar, las hojas son laminares largas y delgadas que miden entre 0.90 a 1.5 metros de largo que

varían de 1 a 10 cm de ancho, según la variedad. La vaina que es la parte inferior de la hoja que está unida al tallo es de forma tubular más ancha en la base y gradualmente se estrecha hacia la banda ligular. Las hojas están a menudo cubiertas de pelos y tiene numerosas estomas.

**d) Inflorescencia.**

**Osorio G, (2007).** Es una panícula formada por pequeñas flores perfectas y sedosas llamadas espigas. La floración es un proceso que ocurre cuando las plantas han completado su ciclo vegetativo para dar inicio al periodo reproductivo, no todas las variedades de caña de azúcar florecen, ya que hay factores genéticos que regulan la floración y factores ambientales que inducen.

La temperatura, humedad y la luminosidad son los principales factores del clima que controlan el desarrollo de la caña, la caña de azúcar es de clima tropical y se desarrolla mejor en lugares calientes y soleados. Cuando prevalecen temperaturas altas la caña de azúcar alcanza un gran crecimiento vegetativo, bajo estas condiciones la fotosíntesis se desplaza a la producción de carbohidratos de alto peso molecular como la celulosa y otras materias que constituyen el follaje y soporte fibroso del tallo.

Es indispensable proporcionar una adecuada cantidad de agua a la caña de azúcar durante el desarrollo vegetativo, para que permita la absorción, transporte y asimilación de los nutrientes, La luz juega un papel muy importante como principal fuente de energía de la caña de azúcar en el almacenamiento de la sacarosa a menor luminosidad menor almacenamiento de azúcar.

**e) Maduración.**

**Osorio G, (2007).** Es un proceso metabólico durante el cual la planta frena su crecimiento y emprende almacenar en el tallo energía en forma sacarosa. Los medios óptimos para su maduración son escasa lluvia, temperatura fresca y bastante luminosidad.

Para determinar el punto óptimo de la cosecha de la caña de azúcar es necesario dar un seguimiento a las manifestaciones tanto como externas e internas de la planta. Dentro de las manifestaciones externas se pueden mencionar el acortamiento de entrenudos en el cogollo, cese del crecimiento, presencia de hojas amarillas, delgadas y quebradizas, tallos desprendiendo cerosina, brotación de yemas y formación de medula corchosa en la parte superior del tallo. En cuanto a las manifestaciones internas tenemos el contenido de Humedad de alguno de los tejidos, los grados °Brix, el contenido de sacarosa del mismo.

La cosecha tiene como meta entregar tallo de caña de azúcar de buena calidad, medida por el contenido de sacarosa, para esto se debe cortar las puntas y cogollo en la operación de recolección, ya que las puntas y hojas de la caña contiene poca sacarosa disminuyendo el rendimiento de azúcar, la punta se elimina de manera efectiva por el corte a mano que es el método de recolección escogido.

#### **2.5.7. Estructura química de la caña de azúcar.**

**Chávez M, (2004).** Los tallos corresponden a la sección anatómica y estructural de la caña de azúcar, que presenta mayor valor económico e interés para la fabricación de alcohol, motivo por el cual su composición química reviste especial significado.

En términos generales la composición química de caña de azúcar es el resultante de la integración e interacción de varios factores que intervienen en forma directa e indirecta sobre su contenido, variando los mismos entre lotes, localidades, regiones, condiciones del clima, variedades, edad de la caña, estado de madurez de la plantación, grado de despunte del tallo, manejo incorporado, periodo de tiempo evaluados, características físico químicas y microbiológicas del suelo, grado de humedad ( ambiente y suelo), fertilización aplicada, entre muchos factores.

*Tabla 2. Promedio de composición química (%) de los tallos y el jugo de la caña de azúcar.*

COMPONENTES QUIMICOS	PORCENTAJES
TALLOS	
Líquido	73 – 76
Sólidos:	24 – 27
• Sólidos solubles(°Brix)	10 – 16
• Fibra (seca)	11 – 16
MOSTO	
Azúcares:	
• Sacarosa	75 – 92
• Fructosa	70 – 88
• Glucosa	2 – 4
SALES:	
• Inorgánicos	3.0 – 4.5
• Ácidos orgánicos	1 - 3
• Aminoácidos	1.5 – 5.5
NO AZUCARES:	

• Proteínas	0.5 – 0.6
• Almidones	0.001 – 0.050
• Gomas	0.3 – 0.6
• Ceras, grasas	0.15 – 0.50
• Compuestos fenólicos	0.10 – 0.80

*Fuente: Chávez M, (2004).*

### 2.5.8. Requerimientos climáticos.

**García I, (2007).** Los elementales fundamentales son: precipitación, radiación, intensidad fotoperiodo, temperatura, agua, suelo y gases atmosféricos, cambios de presión.

#### a) Precipitación.

**García I, (2007).** Señala que el agua es indispensable para el progreso de la planta, así como para la formación de carbohidratos, es un factor importante en la obtención del cultivo. La caña de azúcar necesita un aproximado de 8 a 9 mm de agua /día durante la época de calor y entre 3 y 4 mm/día en época fría.

Una precipitación total entre 1100 a 1500 mm es adecuada, siempre que la distribución de la luz sea apropiada y abundante en los meses de crecimiento vegetativo seguido de un periodo seco para la maduración, durante el periodo de crecimiento activo de la lluvia estimula el rápido crecimiento de la planta, la elongación y la formación de entrenudos. Sin embargo, la ocurrencia de lluvias intensas durante el periodo de maduración no es recomendable, porque se produce una baja calidad del mosto.

#### b) Temperatura.

**García I, (2007).** Es un factor importante en el desarrollo de planta de caña de azúcar, para la elaboración y acumulación de la sacarosa. Existe una relación



entre la elongación del tallo y la temperatura. La caña se desarrolla con excelentes resultados en zonas con temperatura de 25-27 °C, la temperatura ideal en el suelo para el desarrollo de las raíces es de un aproximado de 29 – 32 °C.

El crecimiento está directamente relacionado con la temperatura, la temperatura ideal para la brotación (germinación) de los esquejes es 32 – 38 °C, la germinación del brote disminuye a menor temperatura 25 °C, llega a su máximo entre 30 -34 °C, se reduce sobre los 35°C y se detiene cuando la temperatura sube 38°C.

La temperatura sobre los 38°C reduce la tasa de fotosíntesis y aumenta la respiración, para la maduración son preferibles temperaturas relativamente bajas, en el rango de 12 – 14°C ya que ejercen una influencia sobre la reducción de la tasa de crecimiento vegetativo y el enriquecimiento de azúcar del cultivo de caña de azúcar. A temperaturas mayores la sacarosa puede degradarse en fructosa y glucosa, además de estimular la foto respiración que produce una menor acumulación de azúcares. Por otro lado, las condiciones severas de frío inhiben la brotación de las socas y reduce el crecimiento de la caña.

Temperaturas inferiores a 0°C producen el congelamiento de partes desprotegidas, como las hojas tiernas y yemas laterales. El daño depende de la duración del frío.

El ataque de carbón y su diseminación es mayor a temperaturas ambientales de 25 – 30°C, de modo similar la diseminación de la podredumbre roja es mayor a temperaturas ambientales de 37 – 40°C.

**c) Humedad Relativa.**

**García I, (2007).** Durante el periodo del crecimiento las condiciones de alta humedad (80 – 85%) favorecen una rápida elongación del cultivo de caña de azúcar. Valores moderados de 45-65%, acompañados de una disponibilidad de agua, son beneficiosos durante la fase de maduración.

**d) Luz solar.**

**García I, (2007).** La intensidad lumínica es responsable de la tasa de fotosíntesis que incide sobre el crecimiento vegetativo del tallo.

La caña de azúcar es una planta que necesita del sol, por ser una planta C4, es capaz de realizar altas tasas fotosintéticas y este proceso tiene un valor de saturación de la luz solar. El aijamiento es influenciado por la intensidad de duración de la radiación solar.

**e) Vientos.**

**García I, (2007).** Es importante ya que estos cuando son acaloradas y secos aumenta la evapotranspiración de las plantas y del suelo lo cual lleva a absorber más agua al cultivo de caña de azúcar.

**2.5.9. Requerimientos edáficos.**

**Agro, (2010).** Es uno de los más importantes durante la productividad de la caña de azúcar, considerando que el cultivo se mantendrá en el campo, durante 5 - 6 años debido a la práctica de producir varios cultivos de caña. En consecuencia es absolutamente esencial hacer una buena preparación de terreno antes de comenzar un nuevo ciclo de cultivo, para dejar el suelo bien preparado y permitir una buena germinación de los esquejes, para la emergencia de las

plantas en el campo preparado y para un buen crecimiento radicular. La labranza es la manipulación física del suelo con implementos apropiados para ablandar la capa superficial del suelo.

**a) Suelo.**

La caña se desarrolla en suelos de características de franco – arcillo - arenoso y los arcillo limosos. No prospera en suelos arenosos donde no hay retención de humedad.

**2.6. Plagas.**

**Bustillo A, (2013).** Determina que las plagas del suelo dañan las raíces y el cuello de las plantas detallando al taladrador menor de la caña (*Elasmop lignoselluz zell*) se controla con aplicaciones de insecticidas al suelo, cebos tóxicos y rotaciones de cultivo, el empleo de variedades resistentes.

**a) Barrenador del tallo o talladores.**

**Bustillo A, (2013).** Las plagas de este tipo que más afecta a la caña son en estado larval de las pequeñas polillas denominadas (*Diatraea saccharalis*), Este insecto perfora los entrenudos y yemas impidiendo el macollamiento de la caña. Para controlar se recomienda cortar los tallos lo más cerca posible del suelo durante la cosecha, desinfectar estacas de siembra y realizar control biológico mediante un himenóptero, la avispa (*Trichogramma mimutum riley*).

## 2.7. Enfermedades.

### 2.7.1 Enfermedades fúngicas.

**Bustillo A, (2013).** Enfermedades en las raíces y el cuello que marchitan la planta son:

- a) **Pudrición del pie.** Provocado por el (*carticium selerotium*) causa una pudrición en las raíces las mismas que son cubiertas en su micelio blanco.
- b) **Marchitez.** Causada por (*Sephalosporium cacchari butl*) causa amarillamiento y marchitez de las hojas jóvenes y daña el interior del tallo, se controla con fungicidas agrícolas.
- c) **Mancha de ojo.** Ocasionado por (*Helminthosporium cacchari butl*) afecta principalmente a las hojas de las plantas de caña originando manchas de forma alargada y color café rojizo que puede acabar enrollando la hoja y darle un aspecto chamuscado.
- d) **Roya o tizón. Causada por** (*Puccinia spp*). Produce manchas pequeñas largas en las hojas de la planta.
- e) **Filariosis o pokka boeng** (*Fusarium*). Causa una desecación de la parte superior del tallo y contra la base superior de la hoja presenta decoloraciones.

### 2.7.2 Enfermedades fúngicas de los tallos.

- a) **Pudrición roja.** (*Colletotrichum*). Daña los entrenudos enrojando el interior de los tallos y seca la medula, los entrenudos dañados resultan deteriorados para la siembra.
- b) **Pudrición negra** (*Ratostomella*). Dañan los entrenudos del tallo que exhalan un aroma muy madura, se previene utilizando (estacas) desinfectadas para la siembra y destruyendo las plantas enfermas.

- c) **Carbón** (*Ustilago scitaminea*). Ocasiona tallos muy alargados y puede llegar a ocasionar la muerte de la planta. Se controla empleando variedades resistentes.
- d) **Tizón vellosa o mildiu** (*Sclerotinia sacchari*). Deforma las inflorescencias y esteriliza las flores, se controla aplicando cal al suelo.

### **2.7.3. Enfermedades víricas.**

Son aquellas enfermedades las cuales causan perjuicios en el cultivo con síntomas y signos, existen dos tipos de virus que atacan al cultivo de caña.

- a) El virus del mosaico. Produce en las hojas franjas amarillas que se alternan con zonas verdes oscuras.
- b) El virus del enanismo. Afecta principalmente a los brotes, el cual da lugar a plantas poco desarrolladas este virus se presenta en épocas de sequía, se controla eliminando los insectos transmisores como: insectos picadores y chupadores. También realizando la desinfección de herramientas de trabajo.

### **2.8. Prácticas culturales.**

#### **a) Preparación del suelo.**

**Díaz L, (2002).** Los labores de preparación del suelo radica en realizar operaciones de campo necesarios para proporcionar un ambiente apropiado para la germinación de las estacas para un buen desarrollo del cultivo, en el caso de la caña de azúcar la cual requiere para la germinación una relación definida de suelo, agua y aire, de la misma manera el desarrollo del cultivo requiere condiciones adecuadas de disponibilidad de recurso hídrico, oxigenación, drenaje y nutrientes necesarios.

#### **b) Siembra y/o plantación.**

**Díaz L, (2002).** La caña se propaga vegetativamente a través de estacas, la obtención de plántones exige grandes cuidados el éxito del cultivo depende en gran parte de la calidad, para constituir la población final en campo.

Los esquejes deben proceder de cañas que no hayan llegado al estado fisiológico de madurez, ya que las maduras tienen yemas en el tercio inferior que dificultan la brotación de las yemas. Además, hay que utilizar cañas de calidad conocida, o bien recurrir a viveros de acreditada reputación o de estaciones experimentales oficiales.

Una hectárea de vivero produce plántones suficientes para 12 Has de cultivo.

Los esquejes se cortan en trozos de 30 - 40 C y deben tener por lo menos 3 yemas o nudos. Se plantan en surcos, a un metro entre plantas.

**c) Plantación en surco.**

**Díaz L, (2002).** La plantación en surcos es el sistema más difundido en el cultivo de caña de azúcar. Los surcos se preparan con arados especiales, dejando una distancia de un metro entre surcos, luego se colocan los esquejes de 3-4 yemas cubriéndolos con una capa de tierra de 10 cm. Esta operación puede mecanizarse completamente con el empleo de plantadores que asurcan, abonan, distribuyen esquejes y los cubren con tierra.

Los productores que no puedan adquirir una máquina sofisticada tienen a su disposición plantadoras de tracción mecánica, acopladas al tractor o de tracción animal capaces de realizar excelente trabajo.

**d) Plantación en camellones.**

Se recomienda en zonas con alta precipitación y terrenos llanos, en las que se presentan inundaciones frecuentes.

**e) Suelos.**

**Díaz L, (2002).** La caña exige suelos fértiles y drenados para poder manifestar toda su capacidad productiva y en suelos ligeros de mayor rendimiento. Alrededor del 60% del sistema radicular de la planta se encuentra en los primeros 30Cm del suelo, mientras que el 40% restantes se sitúa en los 30Cm siguientes. El pH debe ser entre 5.5.- 7.5, pues la planta no tolera acidez, los suelos muy calizos ocasionan problemas de clorosis en hojas de las plantas.

**f) Fertilización.**

**Díaz L, (2002).** El nitrógeno es el elemento con mejor respuesta para el rendimiento, la época de aplicación influye de manera determinante en el contenido final del producto de los tallos. La aplicación del nitrógeno se realiza al primer y cuarto mes antes y después de la cosecha, cuando se cosecha a los dos años, la última aplicación debe ser a los 6 meses de la cosecha.

La alta demanda de nitrógeno durante los primeros seis meses de instalación se debe a que la planta produce macollamiento.

*Tabla 3. Requerimiento nutricional promedio para el cultivo de caña de azúcar en valles interandinos.*

N	130 (Kg/Ha)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	39 (Kg/Ha)
K <sub>2</sub> O	280 (Kg/Ha)
Ca	47 (Kg/Ha)
Mg	47 (Kg/Ha)
S	60 (Kg/Ha)

*Fuente: Díaz L, (2002).*

## 2.9. Variedades de la caña de azúcar.

El mejoramiento genético en la caña de azúcar está orientado a la caracterización y adaptación de variedades de alto rendimiento y agroindustrialmente rentables, que se adapten a las condiciones de manejo de áreas paneleras.

Conocer las variedades, sus características productivas y de adaptabilidad facilitan comprender el sistema productivo, ayuda a la toma de decisiones y orienta el manejo del cultivo.

Tabla 4. Lista de las principales variedades de caña de azúcar que se siembra en la costa peruana.

VARIETADES DE CAÑA	BROTAMIENTO	FORMACION DE MACOLLO	DESARROLLO	ACAME O TUMBADO	RIQUEZA DE POL	VOLUMEN SOQUERA
H32-8560	MODERADO	MODERADO	MODERADO	REGULAR	REGULAR	ALTA
H37 -1933	MODERADO	MODERADO	MODERADO	REGULAR	REGULAR	ALTA
H38-2915	MODERADO	MODERADO	MODERADO	REGULAR	REGULAR	REGULAR
H39-5803	LENTO	POCO	LENTO	LENTO	ALTA	BAJA
H44-3098	RAPIDO	ABUNDANTE	ACELERADO	RAPIDO	BAJA	MUY ALTA
H49-104	MODERADO	MODERADO	MODERADO	REGULAR	REGULAR	ALTA
H50-2036	MODERADO	MODERADO	MODERADO	REGULAR	REGULAR	ALTA
H50-7209	RAPIDO	ABUNDANTE	ACELERADO	RAPIDO	REGULAR	MUY ALTA
H51-8194	MODERADO	MODERADO	MODERADO	REGULAR	REGULAR	ALTA
H52-4610	RAPIDO	ABUNDANTE	ACELERADO	RAPIDO	REGULAR	ALTA
H54-2508	MODERADO	POCO	MODERADO	REGULAR	REGULAR	REGULAR
H55-8248	RAPIDO	POCO	ACELERADO	LENTO	BAJA	REGULAR
H57-5174	RAPIDO	ABUNDANTE	ACELERADO	REGULAR	REGULAR	MUY ALTA
PCG57-0497	LENTO	ABUNDANTE	LENTO	MODERADO	REGULAR	MUY ALTA
PCG57-0586	LENTO	POCO	LENTO	RAPIDO	BAJA	BAJA
PVG59 - 2194	LENTO	POCO	LENTO	LENTO	ALTA	BAJA



LAR52 - 604	LENTO	POCO	LENTO	LENTO	ALTA	BAJA
P12-745(AZUL CASA GRANDE)	-----	MODERADO	MODERADO	-----	MUY ALTA	.....

Fuente: Empresas agrarias azucareras.

### 2.9.1. Variedades producidas en el valle Pachachaca.

- **Caña violeta** (*Saccharum violaceum*).

Los tallos son de coloración violeta y hojas color verde intenso, resistentes a temperaturas bajas muestra un desarrollo rápido, con una desventaja a deshidratarse rápidamente y ser menos jugosa.

- **Caña veteada** (*Saccharum vermicola*).

Esta variedad es resistente a los efectos del frío es de crecimiento rápido, el color del tallo se caracteriza por su agradable aspecto rayado de amarillo y rojo violeta alcanzando un promedio de 3.5 mts de altura.

- **Caña cristalina** (*Saccharum lubridatum*).

Los tallos se desarrollan hasta alcanzar 6.5 metros de altura, se caracteriza por el color cristalino y cubiertos de una capa de vello blanquecino, las hojas son verde más oscuro que el de otras variedades. Esta variedad de caña es robusta y tiene mayor resistencia a las adversas condiciones meteorológicas, pero tiene una desventaja de ser muy dura, exigiendo durante la molienda mayor desgaste en los trapiches.

- **Caña criolla.** (*Saccharum officinarum*).

Esta variedad es la más antigua y repartida en todo el país, posee un contenido de jugo abundante y en sacarosa, está proporcionado de gran vitalidad a pesar de su larga estancia en nuestros campos, no se ha degenerado en lo más mínimo. Tiene el inconveniente que es muy sensible a extremos de calor y frío, por lo que es propenso a enfermedades.

- **Caña POJ 2878.**

Esta variedad fue obtenida en la Isla de Jaba y fue introducida en el Perú en 1929 tiene tallos largos y gruesos de color amarillo y verdoso de longitud media y cubiertos con ceresina, su forma de crecimiento es Semi erecto y sus hojas abiertas contienen bastante pelusa se desojan fácilmente y se adapta fácilmente a pisos ecológicos, alcanza una maduración tardía, poca presencia de la floración y produce bastante jugo de buena calidad.

Es resistente al carbón, roya, mosaico, susceptible a la raya clorótica y al raquitismo de las hojas.

## **2.10. Barril.**

**Ojeda S, (2012).** Un barril o tonel es un recipiente de madera utilizado para la crianza de vino la cual tiene funciones muy importantes, al principio fue creado para transportar productos líquidos o sólidos. El hecho de fabricar en forma cilíndrica ayuda en el transporte, ya que pueden ser movidas rodando. Las barricas lo inventaron los Celtas, los cuales construyeron recipientes solamente para transportar, sino también para almacenar y

elaborar su bebida tradicional, la cerveza. Antiguamente los barriles se fabricaban de la madera más abundante del lugar de producción como por ejemplo Castaño, Pino, Acacia, Cerezo, etc.

### **2.10.1. Fabricación del barril.**

- **Selección de madera.**

**Ojeda S, (2012).** Se selecciona la mejor madera de acuerdo a sus características que sea trabajable, impermeable con baja porosidad, densidad y tamaño adecuado, con alta resistencia mecánica, facilidad de hendido y durabilidad.

Entre los distintos tipos de madera los que cumplen estos requisitos es el roble dentro de los cuales destacan la variedad francés y americano.

- **Deshidratación de barriles.**

**Ojeda S, (2012).** La actividad secado de la madera es con la finalidad de reducir al máximo el contenido de agua y taninos elagicos, los cuales aportan un sabor y color verde al vino, eliminar el agua para mantener la estabilidad de la madera.

- **Fases de deshidratado de barril.**

**Ojeda S, (2012).** Para sacar el contenido de agua y taninos se hace secar la madera exponiendo al medio ambiente bajo un techo, como también se realiza el secado artificialmente en estufas, pero no se elimina el tanino solo el líquido. En fábricas toneleras se hace el secado artificial, por ello se utiliza ambos métodos.

Los barriles se llenan de vino después de fabricarlas, si se dejan vacías durante mucho tiempo puede ser que varíe la humedad y causen escapes al llenarlas.

- **Elección de duelas para barriles.**

**Ojeda S, (2012).** Las duelas son piezas cortadas de madera con un espesor entre 22 – 30mm. Se debe cortar todas con la misma longitud eliminando por sus dos extremos los cm que sobran, que normalmente están cuarteados.

- **Montaje de las duelas del barril.**

**Ojeda S, (2012).** Se ubican verticalmente uno tras otro ordenado en el interior de un aro metálico llamado molde, posteriormente el aro se coloca en la parte superior para direccionar el curvado de las duelas se necesita calor de forma gradual por el interior de la campana. El curvado se consigue prensando todas las duelas paralelamente, por el inferior una vez doblada la madera se debe seguir el calentando durante un determinado tiempo. Para asegurar la forma de la barrica se colocan otros aros en los extremos vacíos para asegurar.

- **Tostado de los barriles.**

**Ojeda S, (2012).** Esta actividad se ejecuta con la finalidad de la formación de sustancias que otorguen al vino olores y sabores que complementa a los de la madera seca. En esta etapa se realizan mediciones físicas y químicas de la madera.

En fábricas toneleras tiene sus propios métodos de tostado, la más habitual se fabrica con asoleado ligero, medio e intenso.

### **2.10.2. Vida útil de un barril.**

**Ojeda S, (2012).** La vida de un barril suele ser entorno a los ocho años y son idóneas para la separación de sedimentos durante 40 años.

Los barriles nuevos dan más sabor al vino que los barriles ya utilizados para otros vinos, con lo que el % de barriles nuevos que tiene una bodega cada año es una importante información. El tiempo aromático de cada barril es diferente depende bastante del tipo de madera que se emplea en la fabricación.

### **2.10.3. Tipos de madera.**

#### **a) Madera blanda.**

Son provenientes de árboles de menor tiempo de crecimiento, por lo que son más ligeras y de costos económicos, son muy trabajables pero tiene una desventaja menor tiempo de duración. Se puede mencionar algunos de ellos como ejemplo:

#### **- Pino.**

Tiene una textura uniforme, su precio es económico a diferencia de otras maderas y en la ejecución de un trabajo es muy fácil de maniobrar, es una de las maderas más utilizadas en carpintería, en la construcción de paneles, muebles, molduras y barriles.

#### **- Cedro.**

Es un material bastante resistente a la putrefacción de hongos e insectos, su característico color rojizo hace un perfecto material para la elaboración de casa, tejas, toneles y cubiertas, junto con el revestimiento de muebles.

- **Abeto.**

Es una especie de madera ligera de gran elasticidad para trabajar y darle diferentes usos, por ejemplo, en la fabricación de instrumentos musicales, envases, embalajes y toneles. Por ser mucho más resistentes a diferencia de otras especies de maderas, también sirve para revestir paredes y techos en el interior de la construcción.

**b) Maderas duras.**

Proviene de árboles de crecimiento de tiempo prolongado, que les permite adquirir dureza, pero el precio es más elevado, presentan alteraciones al momento de emplearlos en los trabajos, por esa razón es más complicado su maniobra. Sin embargo, es posible darles forma fácilmente con las máquinas adecuadas algunas de ellas son:

- **Caoba:** Esta madera tiene una característica principal el color rojizo, tiene alta resistencia convirtiéndose en material óptimo para la construcción de muebles más acabados, revestimientos y enchapados. Por tener alta densidad y durabilidad se recomienda el uso en zonas con alta humedad por ello es un material propicio para la fabricación de toneles o barriles.

- **Roble:** Esta madera cuenta con grandes cualidades para maniobrar la facilidad flexionar y mayor tiempo de durabilidad. Por esa razón es posible construir piso, muebles y revestimiento interiores y para la fabricación de tonelerías.
  
- **Nogal:** Este especie alcanza su estado de madurez en mayor tiempo, es una de maderas más duras de color café oscuro con una mediana densidad, lo hacen perfecto para muebles, gabinetes, adornos, torneados y toneles para la maceración de vinos y mostos de caña.

#### **2.10.4. Zonas productoras de madera en Perú.**

- √ **Pasco:** Roble, Aliso.
- √ **Cusco:** Tornillo, Cedro, Eucalipto, Aliso, Roble.
- √ **Huancavelica:** Eucalipto, Aliso.

#### **2.10.5. Maderas para la fabricación de barriles.**

- a) **Pino.** (*Pinus Canariensis*). Se usa en las Islas Canarias, por ser una variedad de pino autóctona. Principalmente se emplea para fermentación y crianza de vinos tintos en menor medida en blanco y rosado. Los vinos que son criados en esta madera son denominados “vinos al tea”, cuya cualidad más importante es el gusto resinoso aportado por el pino.
  
- b) **Roble** (*Quercus robur L*). es una madera con gran potencial utilizada para la fermentación y crianza de vinos tintos aporta aromas a café, cacao y notas ahumadas, también notas golosas de caramelo y almendras.

**Fernández de simón B, (2004).** Indica que el roble es un vegetal leñoso cuyo desarrollo puede prolongarse durante más de 600 años de antigüedad (el legendario roble de Guemica supero los 1000 años, en Dinamarca se cita más de 1600 años). Los robles son arboles de tronco recto y elevado que se ramifican a cierta altura. Es un árbol muy alto y apreciado en la fabricación de muebles su fruto es la clásica bellota que cuelga de las ramas de unos cabos bastante largos, que contienen un 50 % de fécula y azucares graso y taninos.

- **Habitad y lugar de origen.** Es originario de Europa, forma grandes extensiones de bosque especie muy común en la península Ibérica.

- **Usos del roble.**

**Fernández de simón, B (2004).** La madera de roble es estimada por ser dura y pesada, la mayoría de las industrias utilizan maderas de esta especie para diversas aplicaciones y usos.

Una de los afanes más conocidos es la construcción de cubas y toneles para la industria vinícola. Los taberneros difunden con un valor agregado durante la maduración de los vinos en toneles de roble.

## **2.11. AGUARDIENTE.**

**Ramírez De La Torre N, (2010).** Todas son bebidas alcohólicas de alto grado, secas o aromáticas obtenidas por destilación de mostos o pastas fermentadas, pudiendo ser cebada, caña de azúcar, patata, etc. Esta palabra deriva del término latino "agua ardens" como el alcohol obtenido por destilación.



Son todos líquidos obtenidos por la destilación de bebidas hechas por fermentación. La destilación es conocida desde los tiempos antiguos.

Hipócrates, Galeno y Plinio estaban al tanto de este proceso, ya que lo describen al referirse a cómo se extraía el agua olorosa de las hierbas aromáticas. Incluso Avicena, en el siglo X, describe el proceso de destilación y alambique, aunque eran conocidos, pero no eran conocidos por las bebidas fermentadas.

Fue el alquimista francés provenzal, el primero en hablar de alcohol. Según muchos estudiosos, un discípulo suyo, Rimundo Lulio, fue el inventor del brandy, pero en lo que casi concuerda, fue el primero en llamar al alcohol un espíritu de vino concentrado. Por otro lado, hay autores que dan a los árabes la invención y la propagación del alambique y sus aplicaciones.

#### **2.11.1. Origen del Aguardiente.**

**Ramírez De La Torre N, (2010).** Las referencias muestran que se extiende a través de Persia, Siria, Egipto y Sicilia, bajo el reinado de Alejandro Magno que en ese momento era el Rey de Macedonia, durante la conquista y organización del Imperio Persa en el año 327 años antes de Cristo, La expansión de sus dominios abrió canales comerciales que facilitan la transmisión y la influencia de artículos, especies y costumbres entre el sur de Asia, el sur y sudeste de Asia y el norte de África.

Solo después del siglo XV, la caña de azúcar fue a gran escala y se convirtió comercialmente en un producto importante y atractivo para el mercado mundial. Fue introducido en Portugal a través de la isla de La Madera en el mismo siglo.

### 2.11.2. Propiedades.

El aguardiente denominado Coñac está entre los licores con bajo contenido de sodio, ya que 100 g de este licor contiene sólo 0,00 mg. Entre las propiedades nutricionales del coñac, se debe notar que posee los siguientes nutrientes

*Tabla 5. Propiedades nutricionales del aguardiente Coñac de un litro.*

Nutrientes	Valor
Calcio	1 mg
Fósforo	1 mg
vitamina K	1 ug
Calorías	222 KC

*Fuente: Ramírez De La Torre N, (2010).*

### 2.11.3. Características Organolépticas

- **Olor y sabor:** Aroma suave bien definido de caña de azúcar. Sabor típico del aguardiente de caña, bien balanceado y definido.
- **Aspecto:** Líquido brillante y transparente, libre de sólidos en suspensión y sedimentos.
- **Especificaciones físicas y químicas:** es el % de alcohol en volumen a 20°C:  $40 \pm 0.2$  grados Gay Lussac.
- **Acidez total:** 2 – 8.5 g de ácido acético por 100 L de alcohol absoluto.

#### **2.11.4. Tipos de aguardiente.**

**Ramírez De La Torre N, (2010).** A partir de la materia prima que producen y cuando envejecen, El licor se puede clasificar de dos maneras diferentes:

- **Licores de la Uva.**

Dentro de esta clasificación se encuentra el brandy, que se utiliza para hacer cócteles, elaborado con tres uvas blancas y tomado como estimulante es similar al coñac, casi siempre se sirve al final de ingerir el alimento; Pisco, brandy peruano con jugo de limón y grappa, brandy italiano con pepitas y uvas.

- **Licor de Cereales.**

En esta clase se encuentra el whisky, hecho con cebada, centeno o trigo de origen Irlandés, Escocés o Estadounidense, El Vodka es de origen Ruso y Ginebra, hecha con centeno, maíz o trigo. Este tipo de alcohol tiene diferentes formas de consumo, por ejemplo: el whisky se utiliza para acompañar platos hechos con carne. El vodka se usa para hacer cócteles, mientras que en Ginebra se utiliza para preparar el clásico Martini.

- **Bebidas de frutas.**

Este tipo de alcohol son menos conocido en el Perú son agradables que se pueden hacer con diversas frutas como por ejemplo pera, manzana, ciruela, albaricoque, etc.

- **Aguardiente de Agave.**

Es conocida como tequila, de origen Mexicano, que suele tomarlas solo, y también se utiliza para preparar cócteles.

- **Aguardiente de Caña.**

Se obtienen por destilación directa del jugo de caña de azúcar previamente fermentado, por lo que estos destilados se obtienen con la bebida de ron o de caña de azúcar obtenido como conservado o envejecido en el tiempo suficiente en contenedores adecuados y debido a las condiciones ambientales. Dependiendo de si están hechos directamente de la caña de azúcar o de su melaza, nos darán bebidas de mayor y menor calidad, respectivamente.

#### **2.11.5. La otra clasificación de acuerdo al tiempo de maduración.**

**Ramírez De La Torre N, (2010).** Los aguardientes también se clasifican de acuerdo al tiempo de maduración y aroma y tienen cuatro tipos diferentes.

- **Jóvenes:** Esta clase de aguardientes presentan un color claro cristalino.
- **Añejados:** Estos se colocan en toneles de roble durante un tiempo, cuentan con un color amarillento.
- **Aromáticos:** tienen un aroma a uvas, tales como moscatel o malvasía.
- **Aromatizados:** Estas se maceran con hierbas medicinales, como el mirto, y se caracterizan por tener un color rojo o violeta.

Otras clasificaciones de bebidas alcohólicas atienden simplemente a la graduación alcohólica que presentan, es decir, al porcentaje en volumen de etanol que poseen. Esta clasificación es menos descriptiva, pero sirve para categorizar los diferentes niveles organolépticos del alcohol

- Bebidas alcohólicas comunes: hasta 20° a 25°.
- Bebidas alcohólicas semifinales: entre 25 y 35.
- Bebidas alcohólicas finas: entre 35° y 40°.
- Bebidas alcohólicas extrafinas: más de 55°

### 2.11.6. Clasificación de acuerdo al grado de alcohol

Ramírez De La Torre N, (2010). Menciona:

- **Cabeza:** Consistente en sustancias que son volátiles a diferencia del etanol, con un punto de ebullición inferior a 78.4 °C, representa la primera fracción del condensado al comienzo del líquido de destilación. Porción destilada con un grado superior al 75% en volumen.
- **Corazones:** formados por conjunto de compuestos que tienen una ebullición entre 78.4 y 100°C. El porcentaje de destilación se encuentra entre el 75% y el 50% del volumen.
- **Adhesivos:** presentan compuestos con un punto de ebullición superior a 100°C. y la ración destilada inferior al 50% en volumen.

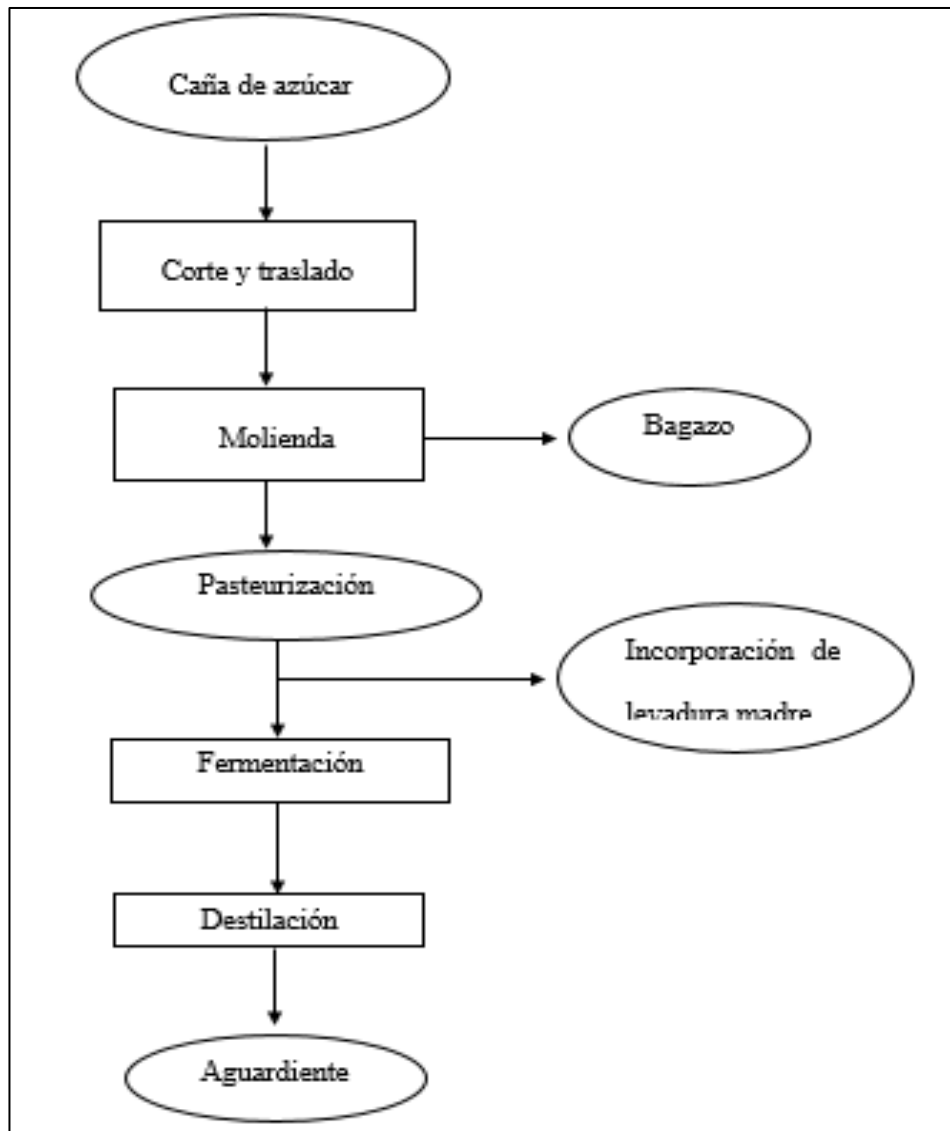


Figura 2. Proceso de elaboración de aguardiente de caña.  
Fuente: Elaboración propia.

- **Corte y traslado.**

El corte de caña se realiza de acuerdo a la variedad instalada de ocho y doce meses posteriormente a la siembra, generalmente cuando la caña de azúcar alcanza su estado de madurez fisiológica. La operación de transporte y / o transferencia se realiza mediante un tractor con remolque.

- **Molienda y filtrado.**

La extracción del jugo de la caña se lleva a cabo en molinos, el cual constituye la primera etapa, antes del proceso de la fermentación.

Los molinos de piedra tradicionales son alimentados por la corriente de agua. El círculo de madera dura es golpeado por el agua que retuerce las ruedas del molino, mientras que las alfombras se insertan cuidadosamente entre dos rodillos pesados. Luego se muele a través de una tela blanco que actúa como un filtro para separar los contaminantes que pueden ocurrir en jugo de la caña de azúcar.

El resto de las variedades de caña de azúcar son conocidas como bagazo.

- **Bagazo.**

Es la fibra de caña deshidratada que comprende leño celulosa, y este es usado como combustible para pasteurizar el jugo de caña y luego para la destilación del jugo fermentado, evitando la necesidad de cortar árboles de madera para combustible.

- **Pasteurización.**

Es el proceso térmico realizado a partir del jugo de caña para minimizar la presencia de agentes patógenos, ciertas bacterias, protozoos, mohos, levaduras, etc., que pueden contener. Este calentamiento fue descubierto por el científico y químico francés Louis Pasteur junto con Claude Bernard el 20 de abril de 1864.

Una medida del procedimiento térmico es una desinfección parcial de los alimentos líquidos y cambia la estructura física, los componentes

químicos y sus propiedades organolépticas menos posibles. A diferencia de la desinfección, la pasteurización no desaparece completamente las esporas de los microorganismos ni elimina todas las células de los organismos térmicos.

- **Incorporación de la levadura madre.**

El catalizador conocido como *Saccharomyces cerevisiae* es responsable de la conversión de °brix en alcohol. Esta levadura se encuentra en la naturaleza. En ambientes con mucho oxígeno, esta levadura no puede desarrollarse o hacer su trabajo sin condiciones ambientales adecuadas.

- **Temperatura:** La temperatura óptima es 25°C para el desarrollo de esta levadura *Saccharomyces cerevisiae*, si la temperatura comienza a aumentar la actividad de la levadura se vuelve más lenta lo que se debe hacer es disminuir la velocidad lentamente porque la *cerevisiae* no necesita temperatura alta, sino que se genera los cambios bruscos de temperatura. A una temperatura 18 °C esta levadura puede hacer su trabajo muy bien.

- **Oxígeno:** El *Saccharomyces cerevisiae* necesita oxígeno para vivir y multiplicarse, pero a diferencia de los humanos, puede dejarlo por un tiempo razonable (básicamente puede trabajar en ambientes anaeróbicos). Una aireación al comienzo del proceso de fermentación garantiza una buena cantidad de levadura que se multiplicará y hará bien su trabajo cuando falte aire.

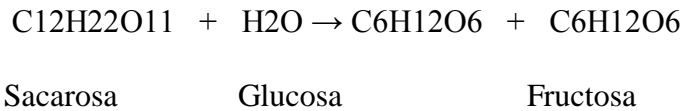


- **Alcohol:** *Saccharomyces cerevisiae* puede funcionar bien en los mostos que se convierten en vino y aguardiente, pero no son resistentes a temperaturas extremas. En contenidos de 14 grados de alcohol su trabajo es por debajo de lo normal.
- **Dióxido de azufre:** Es muy importante en la elaboración de un buen vino. Alguna de sus características tiene alta potencia antiséptica, antioxidante y macerado,
- **Fermentación.** La fermentación define como un proceso en el cual ocurren cambios químicos en una sustancia orgánica por la acción de catalizadores bioquímicos llamados enzimas que producen tipos específicos de microorganismos vivos.

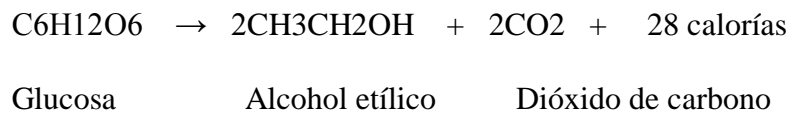
El jugo o mosto de caña debe fermentar unos días el tiempo necesario para convertir el azúcar en alcohol. La levadura se puede agregar al jugo de fruta, pero también se puede fermentar con levadura natural del aire.

La fermentación del alcohol es la conversión de azúcar líquido en alcohol. En este transcurso biológico el azúcar fermentado se convierte en alcohol etílico por la acción de microorganismos citados como las levaduras o enzimas. Estas levaduras que crecen en el jugo se almacenan durante mucho tiempo en barriles de maderas. Los jugos hechos con cultivos de levadura son conocidos como "levadura madre". Ahora los mostos obtenidos de la molienda se almacenan en barriles de maderas para luego añadir la sustancia madre, iniciando el transcurso de fermentación.

La fermentación es la consecuencia de la labor de las levaduras que comienzan a revertirse disminuyendo el contenido de sacarosa en la composición de monosacáridos de glucosa y fructosa. Que es una enzima producida por la misma levadura.



Los azúcares invertidos se convierten en bebida etílica y dióxido de carbono a través de una mezcla enzimática de la misma levadura. La siguiente reacción corresponde a la transformación de la glucosa.



La etapa de fermentación depende de la actividad fermentativa del compuesto original, que varía de 2 y 5 días, hasta que la totalidad de los azúcares se han convertido en alcohol. Ya que estas fermentan solos y no se requiere que ningún operador lo controle.

- **Destilación.**

**Rodríguez, R. (2008).** Cuando un líquido se calienta sobre su punto de ebullición, la placa de fase hierve y el líquido produce grandes cantidades de vapor que fluye de ella. Si estos vapores están fríos, vuelven al estado líquido. Este proceso se lleva a cabo en un sistema cerrado para que los vapores no se pierdan y el líquido condensado pueda separarse del líquido en ebullición, puede servir para separar varios componentes en una mezcla y se conoce como destilación.

Es el transcurso que implica calentar un líquido y que sus elementos más volátiles pasan a través de fase de vapor y que esta se enfría para recobrar los componentes del líquido proporcionado por un proceso de condensación. En la gasificación y el secado, el objetivo es obtener la parte menos volátil; El componente más evaporable que es el agua se deshecha. Sin embargo el objetivo fundamental de la destilación es alcanzar el componente más volátil en forma pura. La condensación en esta fase de vapor proporciona una fase líquida enriquecida en los componentes más volátiles de la mezcla original

- **Tipos de destilación.**

**Rodríguez, R. (2008).** Da a conocer cuatro tipos de destilación que son los siguientes a enumerar.

- Destilación simple.
- Destilación al vacío.
- Destilación fraccionada.
- Destilación al vapor.
- Destilación artesanal.

- **La destilación simple.**

**Rodríguez, R. (2008).** Es una técnica muy útil en la separación de gases, que está fuertemente vinculada a los diferentes puntos de ebullición de los líquidos que forman la mezcla a destilar. Además, los resultados de la destilación dependen de la muestra utilizada para los dispositivos de

laboratorio, ya que, si utiliza instrumentos con una capacidad no suficiente para la muestra, el destilado puede alterar y dañar el conjunto.

- **La destilación al vacío.**

Esta actividad se emplea cuando el punto de ebullición del compuesto a destilar es mayor que la temperatura de descomposición química del producto.

- **Destilación fraccionada.**

**Rodríguez, R. (2008).** Se realiza en la industria, para mezclas simples de dos componentes (como alcohol y líquido en proceso de fermentación u oxígeno y nitrógeno en aire líquido) y mezclas más complicadas que se encuentran en el alquitrán de hulla y el aceite.

- **La destilación al vapor.**

**Rodríguez, R. (2008).** Se calientan dos líquidos insolubles, no se ven afectados por la presencia de otro (durante el cual se elimina el líquido más liviano y evitar que forme una capa impermeable y el más pesado) impedir que evapore en cierta medida. Por lo cual la mezcla siempre hierve a una temperatura inferior de cada componente. El % de cada componente en el vapor depende de la presión de vapor a esta temperatura. Este principio puede aplicarse a sustancias que pueden verse afectadas negativamente por el exceso de calor si se destilan constante.

- **Destilación artesanal.**

Íñiguez, (2010). El alambique se considera un dispositivo más antiguo, el mismo que se utiliza para la destilación de mostos fermentados y esencias vegetales. El cobre simple todavía se utiliza en la producción de algunas de las bebidas más finas y reconocidas del mundo, como el coñac. Sin embargo, el hecho de que una o más de las hipótesis anteriores no correspondan a lo que es posible o puede hacerse en la práctica, el análisis teórico basado en este modelo es capaz de proporcionar un marco de referencia de razonable precisión con el que comparar el funcionamiento

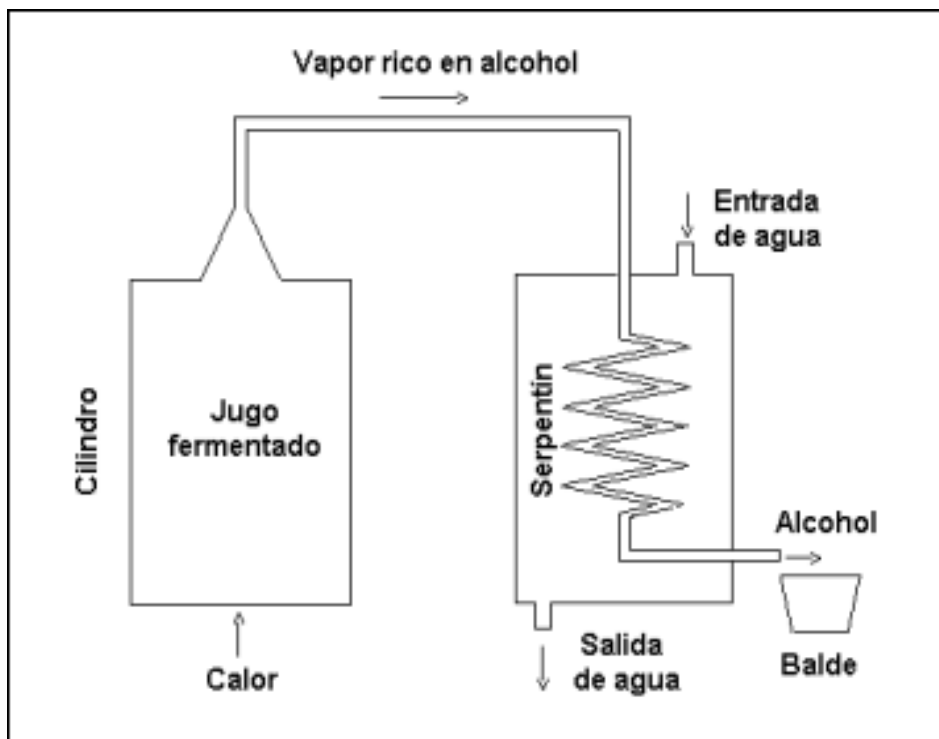


Figura 3. Proceso de destilación.  
Fuente: Íñiguez, (2010).

real.

## **2.12. BARRIL POLIETILENO.**

Los tanques de almacenamiento son estructuras cilíndricas ideales para el almacenamiento de agua y más de 300 productos químicos, tales como ácidos, cloruros y fosfatos, se fabrican con una elevada densidad de polietileno de grado de alimentos 100% de una pieza virgen, todos los tanques polietileno no generan color, oler o probar el producto almacenado, no oxidar o corroer. Además, estos tanques de polietileno son fáciles de instalar, dependiendo de la necesidad en cualquier parte del tanque.

- Son tanques reforzados que resisten a sustancias corrosivas y densas, gracias a su refuerzo del 20% y del 40%.
- Los tanques de polietileno pueden ser elegidos en neutro (blanco) y negro, siendo el neutro preferido para las industrias química y alimenticia.
- Por otro lado, el negro es preferido para uso agroindustrial y externo.
- Los tanques de polietileno tienen una garantía de 3 años, su vida útil promedio puede ser de 35 años o más
- El material de polietileno del tanque no es corrosivo, por lo que no contamina el producto con fibras plásticas y resiste sustancias ácidas.
- Los principales productores siguen las estrictas regulaciones de salud en los Estados Unidos, con la certificación de la NSF (Fundación Nacional de Saneamiento).

### **2.12.1. Beneficios del barril polietileno.**

- a) Almacenamiento adecuado de agua y 300 componentes artificiales (desagradables, cloruros y fosfatos);
- b) Tenemos una variedad de diversidad de modelos de capacidad y almacenamiento. Desde 250 a 25.000 litros.
- c) Se fabrican con polietileno de alta densidad al 100%.
- d) Tienen fácil instalación de conexiones según las necesidades del cliente.
- e) Son súper invulnerables a componentes altamente corrosivas y densas, debido a su refuerzo del 20% y 40%.

### **2.12.2. Características físicas del barril polietileno**

Capa externa de luz ultravioleta (luz ultravioleta) UV-negra, evita el progreso de microbios y bacterias.

Tiene un interior clara de color blanco (EXPEL). Facilita la limpieza es suave, no se pega para que pueda observar la claridad del líquido.

Evita la multiplicación de bacterias. Polietileno AB Anti bacteriano.

No es dañino contra la salud están aprobados por la FDA - Administración de Alimentos y Medicamentos. Lo más clics. Evita la salida a la tierra del líquido a través de su interrupción perfecto, conserva el líquido incoloro y cristalina.



## CAPITULO III.

### MATERIALES Y METODO.

A continuación, se dará a conocer el método y materiales que han sido utilizados para realizar el trabajo de investigación.

#### 3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.

El trabajo actual se realizó en el centro de investigación Santo Tomas de la Universidad Tecnológica de los Andes, ubicada en la comunidad de Auquibamba en el distrito de Pichirhua, provincia de Abancay.

#### 3.2. UBICACIÓN POLÍTICA.

Región: Apurímac.

Provincia: Abancay.

Distrito: Pichirhua.

Sector: Pachachaca.

Fundo: Santo Tomas.

#### 3.3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.



**INEI CENSOS 2015.** Abancay es un importante centro económico, político y cultural de la región de Apurímac. La economía se destaca por las actividades de servicios terciarios, la producción de destilados y minería y cada vez menos actividad agrícola primaria.

Pachachaca está ubicado en un valle baja y cálido, msnm.

➤ Ubicación geográfica.

- Latitud : 13°39'38.61"S
- Longitud : 72°56'52.91"O
- Altitud : 1878 msnm.
- Superficie : 313.07 km<sup>2</sup>

➤ Clima.

- Temperatura máxima media : (°C) 24.9
- Temperatura media : (°C) 16.7
- Temperatura mínima media : (°C) 8.6
- Precipitación pluvial : 685 mm.

### **3.4. MATERIALES.**

#### **3.4.1. Materiales de gabinete**

- Computadora y/o Laptop
- Impresora.
- Útiles de escritorio.
- Cuaderno de campo
- Cámara fotográfica.

### **3.4.2. Materiales de campo.**

- Trapiche
- Paila de cobre (olla)
- Barriles de madera
- Destilador artesanal
- Alambique.

### **3.4.3. Materiales de laboratorio**

- PH metro
- Refractómetro
- Alcoholímetro
- Mostímetro
- Termómetro
- Probeta
- Jarras medidoras
- Embudo
- Baldes de 20 litros
- Bidón de 200 litros.

### **3.5. METODO DE INVESTIGACION.**

El presente trabajo de investigación se realizó con una ruta cuantitativo, con método experimental estadístico de 03 repeticiones que es insuficiente para llevar a un tipo de diseño estadístico para su interpretación, se utilizó cuadros y gráficas para ilustrar los resultados obtenidos durante el proceso de evaluación sobre la fermentación del mosto de caña de azúcar en barriles de madera y polietileno para la producción de aguardiente en el Centro de investigación y producción de Santo Tomas – Abancay. De tal manera se detalla el proceso de evaluación efectuada.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES.

#### 4.1. Fermentación del mosto de caña de azúcar en dos tipos de barriles.

En la siguiente tabla N° 6. Se muestra los datos tomados durante el proceso de fermentación del mosto de caña de azúcar en barriles de madera y polietileno, donde se evalúa la temperatura, potencial de hidrogeniones, porcentaje de alcohol, porcentaje de azúcar y el tiempo de fermentación.

*Tabla 6. Resultados del proceso de fermentación del mosto.*

Tiempo (días)	T° (°C) Madera	T° (°C) Madera	T° (°C) Madera	T°x	T° (°C) PE	pH Madera	pH Madera	pH Madera	pHx	pH PE	% de Alcohol Madera	% de Alcohol Madera	% de Alcohol Madera	% Al x	% de Alcohol PE	% de Azúcar Madera	% de Azúcar Madera	% de Azúcar Madera	% Az x	% de Azúcar PE
	R1	R2	R3		R1	R2	R3	R1		R2	R3	R1	R2		R3	R1	R2	R3		
1	28	27	26	27	27	6.96	6.86	6.76	6.86	6.86	10	10	10	10	10	25	25	26	25	25
2	30	29	26	28	28	6.78	6.69	6.63	6.7	6.77	10.35	10	10.1	10.15	10.05	21	22	20	21	24
3	30	30	30	30	27	7.05	6.37	5.57	6.33	6.45	10.45	10.1	10.2	10.25	10.1	20	19	16	18.3	23
4	28	27	26	27	26	6.93	6.05	5.5	6.16	6.3	10.5	10.3	10.3	10.37	10.2	19	15	15	16.3	22
5	24	24	22	23	25	6.8	5.7	5.45	5.98	6.02	10.6	10.5	10.4	10.5	10.3	17	13	12	14	20
6	20	20	21	20	24	5.7	5.66	5.59	5.65	5.89	10.7	10.8	10.6	10.7	10.4	16	10	11	12.3	19
7	19	18	17	18	23	5.3	5.25	5.2	5.25	5.71	10.8	10.8	10.7	10.77	10.5	14	12	10	12	17
8					22					5.55					10.5					14
9					20					5.35					10.6					12
10					20					5.33					10.7					11
11					19					5.3					10.7					10

*Fuente: Elaboraci*

#### 4.2. Temperatura del mosto de caña de azúcar en dos tipos de barriles.

En la presente tabla N° 7. Se detalla los datos obtenidos durante el proceso de fermentación de mosto de caña de azúcar para determinar la diferencia de la concentración de temperatura en barril de madera y polietileno.

*Tabla 7. Determinación de la temperatura durante el proceso de fermentación en barril de madera y polietileno.*

<b>Días</b>	<b>Temperatura en Barril de Madera</b>	<b>Temperatura en Barril Polietileno</b>
1	27	27
2	28	28
3	30	27
4	27	26
5	23	25
6	20	24
7	18	23
8		22
9		20
10		20
11		19

*Fuente: Elaboración propia.*

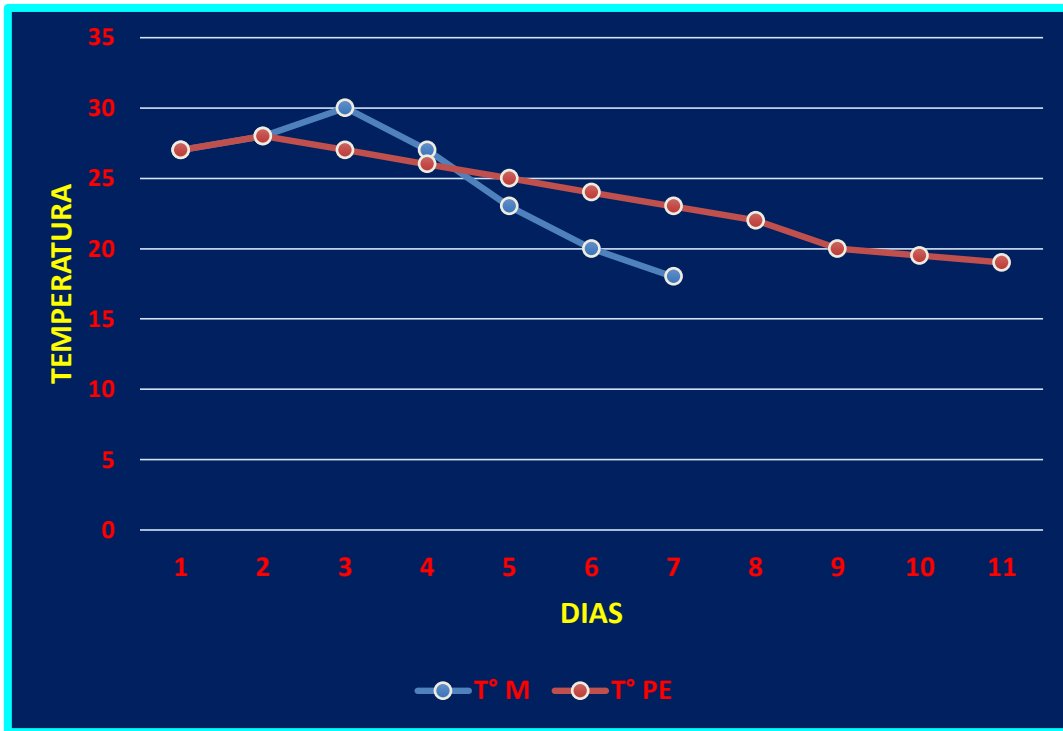


Figura 5. Determinación de la temperatura durante el proceso de fermentación del mosto de caña en barril de madera y polietileno.

Fuente: Elaboración propia.

La temperatura del mosto de caña de azúcar inicia con 27 °C en ambos barriles de madera y polietileno, donde se observa a los 3 días mayor concentración de Temperatura de 30 °C en barril de madera, a partir del día 4 desciende a 18 °C en un tiempo de 7 días, a diferencia con barril de polietileno la Temperatura máxima llega a 28 °C a los 2 días, luego desciende hasta llegar 19 °C en 11 días, momento óptimo para la destilación.

En consecuencia el resultado obtenido en el proceso de evaluación de la fermentación del mosto de caña de azúcar en barril de madera la concentración de temperatura es invariable con la temperatura del ambiente favoreciendo la actividad de las bacterias en la conversión de azúcar en alcohol, en caso de barril de polietileno la concentración de temperatura en el proceso de fermentación es variable, debido a que no retiene la concentración de calor en temperaturas frías y no favorece la actividad de las bacterias.

### 4.3. Potencial de hidrogeniones en el mosto de caña de azúcar.

En la siguiente tabla N° 8. Se muestra los datos resultantes de la medida de Potencial de hidrogeniones utilizando un pHmetro durante la evaluación de proceso de fermentación del mosto de caña de azúcar en barril de madera y barril de polietileno.

*Tabla 8. Ph durante el proceso de fermentación en barriles de madera y polietileno.*

<b>Días</b>	<b>pH Barril de Madera</b>	<b>pH Barril de Polietileno (PE)</b>
1	6.86	6.86
2	6.7	6.77
3	6.33	6.45
4	6.16	6.3
5	5.98	6.02
6	5.65	5.89
7	5.25	5.71
8		5.55
9		5.35
10		5.33
11		5.3

Fuente: Elaboración propia.

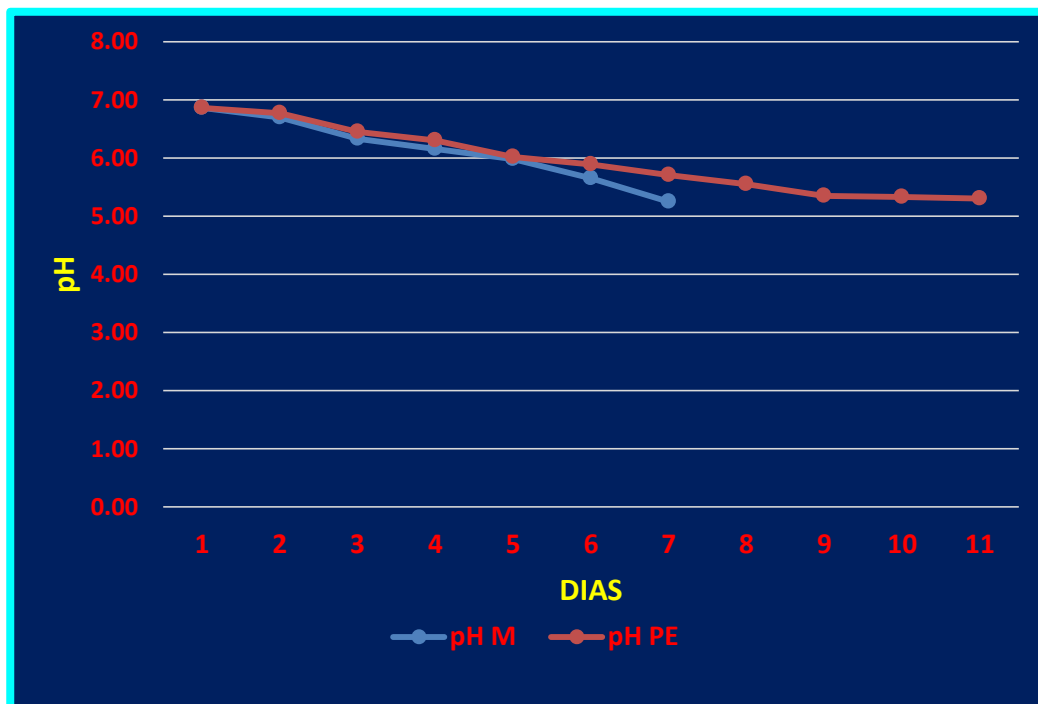


Figura 6. Comparación del Ph durante el proceso de fermentación en barril de madera y polietileno.  
Fuente: Elaboración propia.

En la figura se observa que en barril de madera el mosto de caña de azúcar presenta un potencial de hidrogeniones que inicia con 6,86, en el transcurso de 7 días de fermentación baja a 5,25 aproximándose ligeramente ácido, a diferencia del mosto de caña de azúcar en barril de polietileno el potencial de hidrogeniones inicial es igual al anterior sin embargo a los 11 días llega a 5.30 que es ligeramente ácido.



#### 4.4. Contenido del porcentaje de azúcar en el mosto de caña de azúcar.

En la siguiente tabla N° 8. Se muestra los datos obtenidos utilizando Brixometro instrumento que nos permite medir el % de azúcar del mosto de caña de azúcar en dos tipos de barriles de madera y polietileno.

Tabla 9. Evaluación del porcentaje de azúcar durante el proceso de fermentación en barriles de madera y polietileno

Días	% de Azúcar en Barril de Madera	% de Azúcar en Barril Polietileno
1	25.00	25.00
2	21.00	24.00
3	18.33	23.00
4	16.33	22.00
5	14.00	20.00
6	12.33	19.00
7	12.00	17.00
8		14.00
9		12.00
10		11.00
11		10.00

(%).

Fuente: Elaboración propia

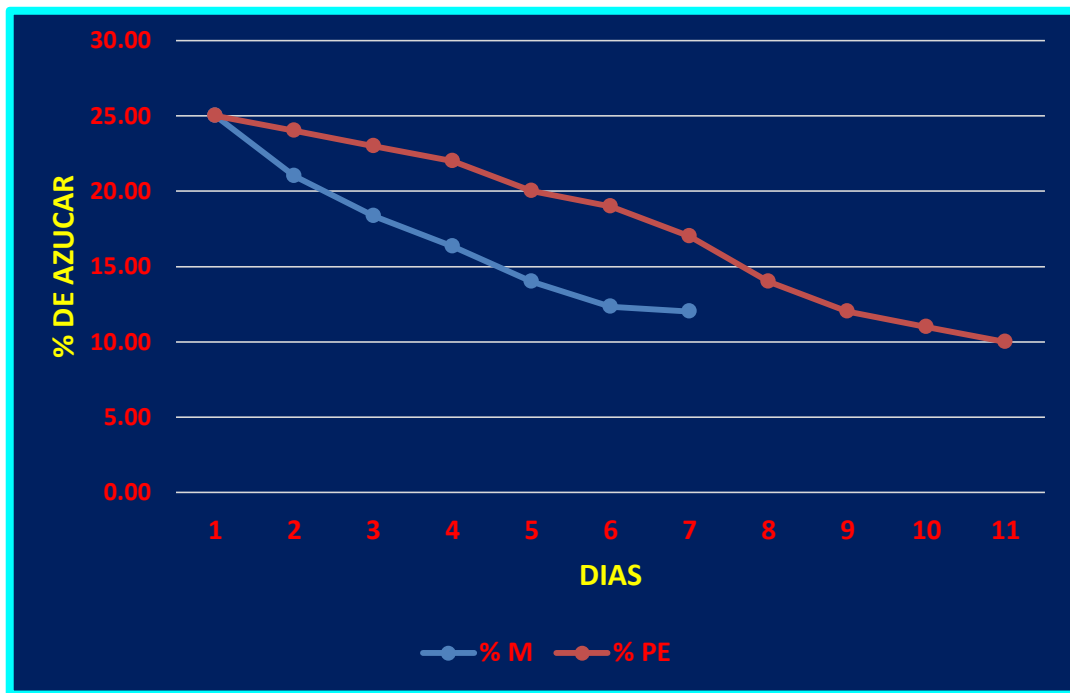


Figura 7. Comparación del % de azúcar durante el proceso de fermentación en barriles de madera y polietileno.

Fuente: Elaboración propia.

El mosto de caña de azúcar en barril de madera el % de azúcar inicial es 25 %, a partir de ello desciende de manera constante hasta llegar a 12% en 7 días, en comparación del mosto de caña de azúcar el % de azúcar inicial 25% disminuyendo ligeramente hasta llegar 10% en un periodo de 11 días, lo que resulta que la conversión de azúcar en alcohol se da más rápido en barril de madera por brindar las condiciones adecuadas para la actividad de las bacterias cerviseae saccharomices.

#### 4.5. Grado alcohólico del mosto de caña de azúcar.

En la siguiente tabla N° 10. Se especifica los datos obtenidos durante el proceso de fermentación del mosto de caña de azúcar en dos tipos de barriles de madera y polietileno.

*Tabla 10. Determinación del grado alcohólico en el proceso de fermentación en barriles de madera y polietileno).*

<b>Días</b>	<b>Grado de alcohol de barril de madera</b>	<b>Grado de alcohol de polietileno (PE)</b>
	10	10
2	10.15	10.05
3	10.25	10.1
4	10.37	10.2
5	10.5	10.3
6	10.7	10.4
7	10.77	10.5
8		10.5
9		10.6

10		10.7
11		10.7

Fuente: Elaboración propia.

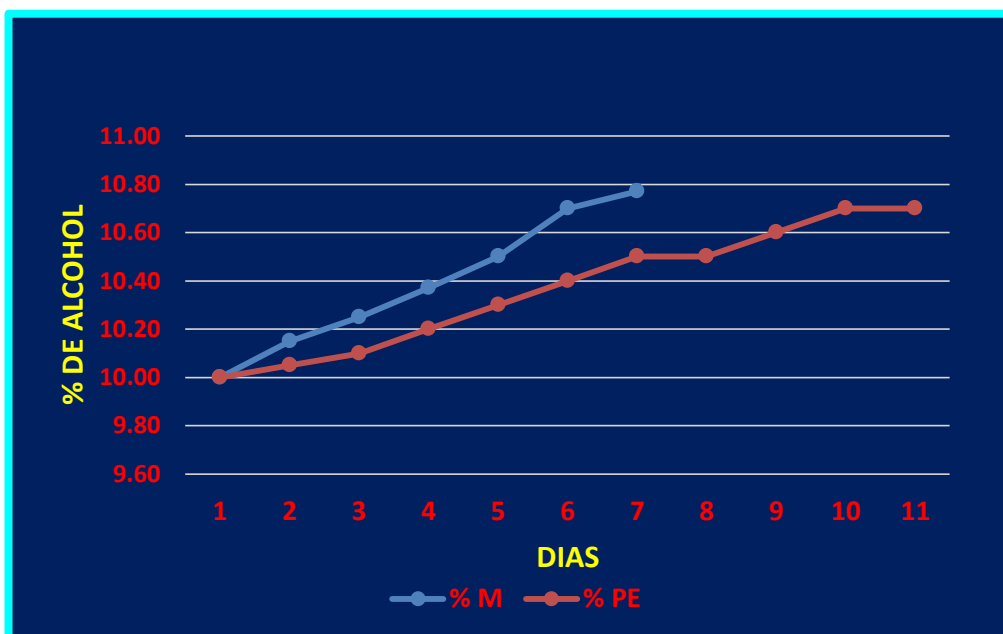


Figura 8. Comparación de porcentaje del alcohol en el proceso de fermentación en barriles de madera y polietileno.

Fuente: Elaboración propia.

El mosto de caña de azúcar en barril de madera el % de alcohol inicial es 10% incrementándose de manera ascendente llegando 10,77 % de alcohol en un periodo de 7 días, en cuanto al barril de polietileno el % de alcohol inicial es 10% incrementándose a 10,70 % de alcohol en 11 días.

Se tiene como resultado en barril de madera el contenido del grado alcohólico es mayor concentrado obteniéndose a los 7 días, en comparación con barril de polietileno el contenido de grado alcohólico es un % menor.

#### 4.6. Tiempo de fermentación del mosto de caña de azúcar.

En la siguiente tabla N° 11. Se muestra la diferencia en cuanto al tiempo de fermentación de mosto de caña de azúcar utilizando dos tipos de barril de madera y polietileno.

Tabla 11. Evaluación de tiempo de fermentación durante el proceso de fermentación en barriles de madera y polietileno.

MATERIAL	DIAS
Barril de Madera	7
Tanque de Polietileno	11

Fuente. Elaboración propia.

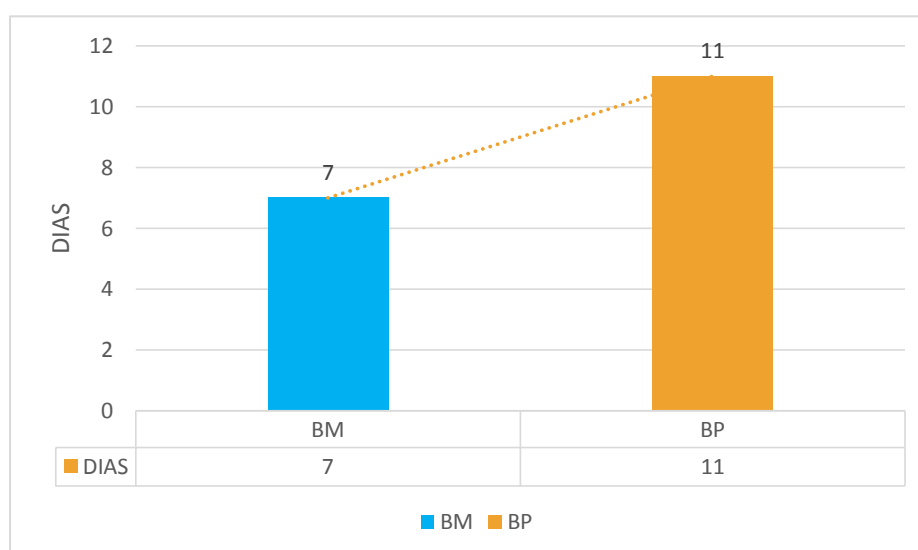


Figura 9. Comparación en la evaluación del tiempo.  
Fuente. Elaboración propia.

En la evaluación del tiempo del proceso de fermentación en barriles de madera y polietileno para la producción de aguardiente, gráficamente se puede determinar que en el barril de madera llego al punto de destilación a los 7 días, en cuanto en el Tanque de polietileno 11 días con una diferencia de 4 días entre ambos materiales.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

#### **5.1. CONCLUSIONES.**

- ✓ Se deduce que la temperatura durante el proceso de fermentación del mosto de caña de azúcar en barril de madera nos muestra mayor concentración de calor a los 3 días logrando alcanzar 30 °C, a partir del día 4 desciende a 18 °C en un periodo de 7 días punto óptimo para la destilación, en comparación con el barril de polietileno la máxima concentración de temperatura llego a 28°C a los 2 días, a partir del día 3 desciende a 19°C en 11 días.
  
- ✓ En cuanto al potencial de hidrogeniones durante el proceso de fermentación del mosto de caña de azúcar, en el barril de madera el potencial de hidrogeniones inicial es 6,86 en el transcurso de 7 días logra un potencial de hidrogeniones de 5.25, en comparación con barril de polietileno el pH inicial es igual que en barril de madera en un periodo de 11 días alcanza 5.30 que es ligeramente ácido. Se concluye que en barril de madera el mosto de caña de azúcar durante la fermentación adquiere un potencial de hidrogeniones más ácido.

- ✓ El % de azúcar durante los procesos de fermentación del mosto de caña de azúcar, barril de madera y barril de polietileno al inicio es de 25 %, a partir de ello desciende de manera constante hasta llegar a 12% en 7 días en barril de madera, en caso del barril de polietileno disminuye ligeramente hasta llegar 10% en 11 días, por lo cual se determina que en barril de madera la conversión de azúcar en alcohol es más rápido.
  
- ✓ El % de alcohol en el proceso de fermentación del mosto de caña de azúcar para la producción de aguardiente en barril de madera y polietileno es de 10%, en el barril de madera incrementa 10.77% en un periodo de 7 días, en caso del barril de polietileno incrementa a 10.70% en 11 días, concluyendo que en barril de madera el % de alcohol es mayor en comparación del barril de polietileno.
  
- ✓ En la evaluación del tiempo del proceso de fermentación en barriles de madera y polietileno para la producción de aguardiente, gráficamente se puede determinar que en el barril de madera llego al punto de destilación a los 7 días, en cuanto en el Tanque de polietileno 11 días con una diferencia de 4 días entre ambos materiales.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Se propone aplicar los conocimientos presentados en este trabajo de investigación como una alternativa durante el proceso de fermentación del mosto de caña, utilizando los barriles de madera que concentra mayor temperatura, ayuda a la conversión de azúcar en alcohol, hace que el potencial de hidrogeniones adquiere más ácido y el proceso de fermentación del mosto de caña de azúcar es en menor tiempo, y mejora las características organolépticas del aguardiente.



## **BIBLIOGRAFÍA.**

**Bustillo Pardey Alex Enrique.** Insectos Plaga y Organismos Benéficos del Cultivo de la Caña de Azúcar en Colombia. 2013. Septiembre

**Chaves Solera Marco.** Nutrición y Fertilización de la Caña de Azúcar en Costa Rica (en línea). Nutrición del cultivo. Consultado 22 sept. 2002.

**Chaves solera Marco.** La caña de azúcar como materia prima para la producción de alcohol (2004).

**Díaz Montejo, Lisandro.** Manual de producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), (2002).

**Fernández Ibañez Carmelo.** Boletín del Museo de las Villas Pasiegas 1.LA MADERA: Composición, Alteraciones y Restauración (2001).

**Fernández de Simón, Brígida.** Secado - curado en tonelería de madera de roble de diferentes procedencias europeas. Evolución de los polifenoles, elagitaninos y volátiles. Viticultura/enología profesional, 98: 45-52, (2005).

**Fernández de Simón, Brígida.** La madera en el envejecimiento de los vinos. Viticultura/enología profesional, 92: 45-53, (2004).

**Fernández de Simón, Brígida.** Tratamiento de la madera de roble para tonelería, IV encuentro enológico. Crianza en barricas y otras alternativas: 9-23. Ed. Fundación para la cultura del vino. Madrid, (2007).

**García Velázquez Inés**, Manual Requerimientos climáticos sobre la caña de azúcar, (2007).

**Iñiguez M.** Estudio del color de los vinos tintos Vol. 7: 167-186. Ed. Instituto De Estudios Riojanos. Logroño, (2010).

**Osorio Cadavid, Guillermo.** Manual técnico buenas prácticas agrícolas (BPA), en producción de caña de azúcar, (2007).

**Ojeda García Sonia** Nuevos orígenes de la madera de roble para la crianza de vinos tintos de la D.O. Ca. Rioja, Logroño mayo 2012.

**Peña, M.** Propagación In vitro de la caña de azúcar. Tesis Ing. Agr. Honduras, Zamorano. 39p (1997).

**Ramírez De La Torre Nuria**, Los Aguardientes: Definición, Origen, Tipos, (2010).

**Rodríguez, R. 2008.** Elaboración artesana de aguardiente de sidra. I. Sistemas de destilación. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Tecnología Agroalimentaria N° 5. pp. 32-36.

**Vázquez, Héctor Javier.** Fermentación alcohólica: Investigación y Tecnología, vol. VIII, núm. 4, octubre-diciembre, 2007, pp. 249-259 Universidad Nacional Autónoma de México Distrito Federal, México.

## **REVISTAS**

[www.agrobanco.com.pe](http://www.agrobanco.com.pe) (2010).

[www.infoagro.com/herbáceos/industriales/caña de azucar.htm](http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/caña_de_azucar.htm).(2010).