

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRIA EN CIENCIAS ECONÓMICAS**

**MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL**



**ESTADO SITUACIONAL TECNOLÓGICO DEL  
PROCESAMIENTO DE LA CAÑA DE AZÚCAR Y SU  
INFLUENCIA EN LA CALIDAD DEL AGUARDIENTE EN LA  
PROVINCIA DE SAN MARTIN, AÑO 2016.**

**TESIS**

**Para optar al Grado Académico de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS ECONÓMICAS**

**MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL**

**VICTOR CHAPPA SANTA MARÍA**

**Tingo María- Perú**

**2018**





## ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

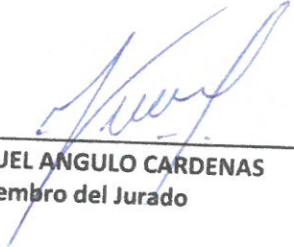
En la ciudad de Tingo María, siendo las 5:00 del día 14 de noviembre del 2018, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la UNAS, se instaló el jurado calificador a fin de proceder a la Sustentación de la Tesis titulada: "**ESTADO SITUACIONAL TECNOLOGICO DEL PROCESAMIENTO DE LA CAÑA DE AZÚCAR Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DEL AGUARDIENTE, EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, AÑO 2016**", a cargo de la candidata al grado de Maestro en Ciencias Económicas, Mención Gestión Empresarial, **Ing. Víctor CHAPPA SANTA MARIA.**

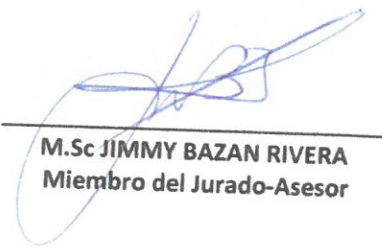
Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el jurado calificador procedió a emitir su fallo, declarando APROBADO con el calificativo de BUENO.

Acto seguido, a horas 6:15 pm el Presidente dió por culminada la Sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente Acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

  
DR. EFRAIN ESTEBAN CHURAMPI  
Presidente

  
M.Sc. HUGO SOTO PEREZ  
Miembro del Jurado

  
DR. MIGUEL ANGULO CARDENAS  
Miembro del Jurado

  
M.Sc JIMMY BAZAN RIVERA  
Miembro del Jurado-Asesor

## **DEDICATORIA**

**A mi esposa Irma y a mis hijos  
Bony y Patrick.**

## **AGRADECIMIENTOS**

- ✓ A Dios, por darme la fuerza y ánimo para la culminación de mi informe de investigación.
  
- ✓ A la Universidad Nacional Agraria de la Selva por darme la oportunidad de estudiar una vez más.
  
- ✓ A mi asesor de tesis de posgrado, M.Sc. Econ. Jimmy Bazan Rivera por su ayuda y colaboración en cada momento del desarrollo del informe de investigación.

## ÍNDICE TEMÁTICO

FICHA CATALOGRÁFICA	
ACTA DE SUSTENTACIÓN	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE TEMÁTICO	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRACT	

### CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.1. CONTEXTO.....	1
1.1.2. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1.3. INTERROGANTES.....	5
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	5
1.2.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	5
1.2.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	6
1.3. OBJETIVOS .....	6
1.3.1. OBJETIVO PRINCIPAL.....	6
1.3.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS .....	6
1.4. HIPÓTESIS .....	6
1.4.1. HIPÓTESIS .....	6
1.4.2. VARIABLES E INDICADORES.....	7

### CAPITULO II: METODOLOGÍA

2.1. CLASE DE INVESTIGACIÓN.....	8
2.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	8
2.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	8
2.4. POBLACIÓN.....	8
2.5. MUESTRA.....	10
2.6. UNIDAD DE ANÁLISIS.....	10
2.7. MÉTODO.....	10

2.7.1.	Método Deductivo.....	10
2.7.2.	Método Inductivo .....	10
2.8.	TÉCNICAS .....	10
2.8.1.	Análisis Bibliográfico.....	10
2.8.2.	La Observación experimental .....	10
2.8.3.	La Encuesta .....	11
2.8.4.	Entrevista Estructurada .....	11
2.8.5.	Fuentes de información: .....	11

### **CAPITULO III: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

3.1.	TEORÍA SOBRE LA CAÑA DE AZÚCAR PARA LA ELABORACIÓN DEL AGUARDIENTE .....	12
3.1.1.	Generalidades y Botánica.....	12
3.1.2.	Clasificación Taxonómica de la caña de azúcar .....	12
3.1.3.	Genética y selección.....	13
3.1.4.	Variedades y Rendimiento de la caña de azúcar .....	14
3.1.5.	Período vegetativo.....	23
3.1.6.	Ecología y n <sup>o</sup> utrición .....	23
3.1.7.	Prácticas culturales.....	26
3.1.8.	Fito sanidad.....	27
3.1.9.	Factores climáticos .....	28
3.1.10.	Factores bióticos .....	29
3.1.11.	Factores agronómicos .....	29
3.1.12.	Factores fisiológicos .....	29
3.2.	PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE “AGUARDIENTE” .....	30
3.2.1.	Maduración de la caña de azúcar .....	30
3.2.2.	Factores que influyen en la maduración de la caña de azúcar.....	31
3.2.3.	Calidad de la materia prima .....	32
3.2.4.	Colado del jugo en los molinos .....	33
3.2.5.	Proceso del encalado .....	33
3.2.6.	Fermentación dirigida .....	33
3.2.7.	Factores que influyen en el proceso fermentativo .....	34
3.2.8.	Destilación y rectificación.....	36
3.2.9.	Destilación simple.....	37

3.2.10.	Aguardientes.....	39
3.2.11.	Envejecimiento de los aguardientes.....	39
3.2.12.	Equipos empleados en la elaboración de aguardiente .....	40
3.2.13.	Factores que influyen en el procesamiento de elaboración de aguardiente.....	45
3.2.14.	Extracción de caña .....	47
3.2.15.	Tecnología en el procesamiento del aguardiente a partir de la caña de azúcar .....	51
3.2.16.	Tecnología a desarrollarse .....	53
3.2.17.	Principales análisis que se debe de realizar en la industria de elaboración de aguardiente.....	57

## **CAPITULO IV: RESULTADOS**

4.1.	RESULTADOS DESCRIPTIVOS .....	59
4.2.	VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS .....	68

## **CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

5.1.	ANÁLISIS DE INFLUENCIA .....	70
5.1.1.	Análisis comparativo con otros resultados .....	70
5.2.	CONCORDANCIA CON OTROS RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN .....	75
<b>CONCLUSIONES</b> .....		78
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		79
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....		80
<b>ANEXOS</b> .....		81

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción de principales productos agrícolas, región San .....	2
Tabla 2. Productores de caña de azúcar para la elaboración de aguardiente en la provincia de San Martín .....	9
Tabla 3. Tipificación Taxonómica de la caña de azúcar .....	13
Tabla 4. Producción de caña de azúcar por provincia: Campaña agrícola 2000-2003 región San Martín .....	21
Tabla 5. Composición de la Caña de Azúcar .....	22
Tabla 6. Composición del jugo de caña .....	23
Tabla 7. Intervalo de ph favorables y óptimos para el desarrollo de diversos tipos de microorganismos.....	35
Tabla 8: Costo de producción tradicional de aguardiente .....	51
Tabla 9. Costo de producción mejorado.....	56
Tabla 10. Resultados de laboratorio - Zona 01 .....	60
Tabla 11. Condiciones climáticas para el cultivo de caña de azúcar- Zona 01	61
Tabla 12. Resultados de laboratorio - Zona 02 .....	61
Tabla 13. Condiciones climáticas para el cultivo de caña de azúcar- Zona 02	62
Tabla 14. Resultados de laboratorio - Zona 03 .....	62
Tabla 15. Condiciones climáticas para el cultivo de caña de azúcar- Zona 03	63
Tabla 16. Resultados de laboratorio - Zona 04 .....	63
Tabla 17. Condiciones climáticas para el cultivo de caña de azúcar- Zona 04	64
Tabla 18. Resultados de laboratorio - Zona 05 .....	64
Tabla 19. Condiciones climáticas para el cultivo de caña de azúcar- Zona 05	65
Tabla 20. Resultados de laboratorio - Zona 06 .....	65
Tabla 21. Condiciones climáticas para el cultivo de caña de azúcar- Zona 06	66
Tabla 22. Resultados de laboratorio - Zona 07 .....	66
Tabla 23. Condiciones climáticas para el cultivo de caña de azúcar- Zona 07	67
Tabla 24. Resultados de laboratorio - Zona 08 .....	67
Tabla 25. Condiciones climáticas para el cultivo de caña de azúcar- Zona 08	68
Tabla 26. Coeficientes <sup>a</sup> .....	68
Tabla 27. Resumen del modelo.....	70
Tabla 28. ANOVA <sup>a</sup> .....	70
Tabla 29. Coeficientes <sup>a</sup> .....	71



Tabla 30. Estadísticos descriptivos .....	72
Tabla 31. Correlaciones .....	72
Tabla 32. Resumen del modelo <sup>b</sup> .....	73
Tabla 33. ANOVA.....	73
Tabla 34. Resultados del modelo- Determinación grado alcohólico.....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción de caña de azúcar, Región San Martín, 2008-2017. ....	1
Figura 2: Diagrama de flujo de elaboración de aguardiente.....	48
Figura 3: Balance de masa tradicional. ....	50
Figura 4: Diagrama de flujo mejorado para la elaboración de aguardiente. ....	52
Figura 5: Balance de masa mejorado.....	55

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Estadísticos descriptivos .....	82
Anexo 2 Correlaciones .....	82
Anexo 3 Variables introducidas/eliminadas <sup>a</sup> .....	83
Anexo 4 Resumen del modelo <sup>b</sup> .....	83
Anexo 5 ANOVA <sup>a</sup> .....	83
Anexo 6 Resultados del modelo- Determinación Ph .....	83
Anexo 7 Formato de encuesta .....	84
Anexo 8 Resultado de la muestra en el laboratorio.....	85
Anexo 9 Panel fotográfico .....	86

## RESUMEN

La investigación tuvo por objetivo principal estudiar el estado situacional tecnológico del procesamiento de la caña de azúcar y su influencia en la calidad del aguardiente en la provincia de San Martín año 2016.

En estas condiciones se realizó un estudio de nivel explicativo o causal teniendo en cuenta la observación experimental a cada participante con respecto al estado tecnológico del procesamiento de la caña de azúcar, para ello se utilizó un tamaño de muestra de 20 productores de aguardiente de caña de azúcar, para ello se utilizó los métodos deductivos e inductivo y se aplicó una guía de observación conformada por 6 preguntas, relacionadas a la acidez y determinación de aguardiente. También se realizó, secuencialmente, una encuesta utilizando un cuestionario de 12 preguntas referente a la producción y tecnología utilizada.

Así mismo, para la presentación de los resultados, se utilizó una guía de observación ordinaria del participante, con análisis de los datos encontrados, habiéndose utilizado los métodos de investigación deductivo e inductivo. Por lo que, el tipo de investigación es de corte transversal.

Los resultados muestran que, la mayor cantidad de productores deben de recibir cierta orientación para mejorar su tecnología y por ende mejorar la calidad del aguardiente, ello implica renovar las condiciones y equipos de producción con una mínima inversión y cuidado en el proceso. Por lo tanto, se necesita una orientación tanto en el proceso como en la mejora de equipos adecuados para garantizar la calidad del producto final.

Se concluye que existe un deficiente estado situacional del procesamiento de la caña de azúcar para la obtención del aguardiente en la provincia de San Martín.

Palabras clave: Calidad del aguardiente, Procesamiento de la caña de azúcar.

## **ABSTRACT**

The main objective of the research was to study the technological situational state of the processing of sugarcane and its influence on the quality of the liquor in the Province of San Martín, 2016. Under these conditions, an explanatory or causal level study was carried out taking into account the experimental observation of each participant regarding the technological state of sugarcane processing, for this a sample size of 20 producers was used.

Likewise, for the presentation of the results, an ordinary participant observation guide was used, with analysis of the data found, having used the methods of deductive and inductive research. So, the type of research is cross-sectional.

The results show that the largest number of producers must receive some guidance to improve their technology and therefore improve the quality of the liquor, this implies renewing the conditions and production equipment with a minimum investment and care in the process. Therefore, guidance is needed both in the process and in the improvement of adequate equipment to guarantee the quality of the final product.

It is concluded that there is a deficient situational state of the processing of sugarcane to obtain the liquor in the Province of San Martín.

Keywords: Grape quality, Sugarcane processing.

# CAPITULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

#### 1.1.1. Contexto

San Martín es una Región tradicionalmente cañera, pero con muy bajos rendimientos en su campo. Su producción está destinada mayormente a la elaboración de aguardiente y en menor escala de chancaca; por lo que, la producción de caña de azúcar ha mostrado un comportamiento decreciente durante los últimos 4 años (véase Figura 1). Además, se observa que durante el período 2008-2017. El año donde se registró la mayor producción de este cultivo fue claramente el año 2013 (310,692 toneladas). Producto de ello la producción agrícola de la Región se incrementó en 9.3%.

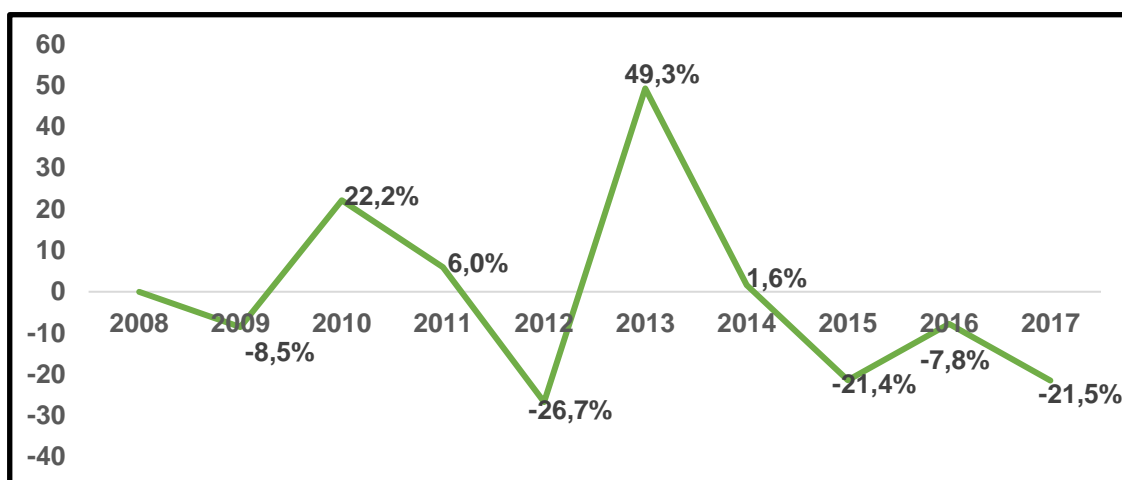


Figura 1. Producción de caña de azúcar, Región San Martín, 2008-2017.

Fuente: Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), sobre la base de cifras oficiales.

No obstante, según el Ministerio de Agricultura y Riego, estos rendimientos presentados en la Región se pueden incrementar con aplicaciones de buena semilla, adecuada preparación de tierras, control de malezas, plagas y enfermedades (MINAGRI, 2012).

Habría que mencionar, además, que en el año 2016 la producción de este cultivo presentó una disminución en 7.8%, en otras palabras, paso de 248,051 TM (toneladas métricas) – 2015 a 228,673 TM-2016.

Representando el 27% del total del sub sector agrícola orientado a la industria en la Región. Porcentaje que disminuyó para el 2017(22%), tal como se muestra en la Tabla 1:

*Tabla 1. Producción de principales productos agrícolas, región San Martín, 2016-2017 (toneladas)*

SUB SECTOR	Enero-Diciembre				
	2016	2017	Var. %	Estructura Porcentual-2016	Estructura Porcentual-2017
<b>Agrícola</b>					
Orientado a la industria	840,920	832,981		<b>100%</b>	<b>100%</b>
Caña de azúcar	228,673	179,477	-21.51	27%	22%
Palma aceitera	381,664	419,534	9.92	45%	50%
Maíz amarillo duro	102,266	92,319	-9.73	12%	11%
Cacao	45,997	50,451	9.68	5%	6%
Café	82,320	91,200	10.79	10%	11%

*Fuente: Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), sobre la base de cifras oficiales.*

Cabe señalar, que el cultivo de la caña de azúcar en la Región y en especial en la provincia data desde 1930, donde se reporta la producción de este cultivo como materia prima para la elaboración de aguardiente, que se utilizaba en la celebración de fiestas populares.

Por otro lado, en la década de 1970, en San Martín se implementa a través de la Central de Cooperativa Agraria de Producción Azucarera del Perú (CECOAAP). El "Proyecto Azucarero del Huallaga Central" conocido como Proyecto Azúcar Selva con perspectiva para la instalación de 12,000 Has. de caña de azúcar y un ingenio azucarero con una capacidad de molienda de 6,000 TM Caña Corte/Día. Se instalaron semilleros con introducción de 30 variedades; lamentablemente, este proyecto quedó paralizado por la coyuntura política del momento y el deterioro del sistema cooperativo nacional (Dirección Regional Agraria de San Martín, 2003).

Por lo que, en el año de 1990, se presentó una nueva oportunidad para el desarrollo del cultivo de la caña de azúcar en la Región, con la presencia e introducción de capitales de una empresa italiana. Este proyecto también fracasó por las circunstancias de seguridad interna de

nuestro País y en particular de la Región, además una distorsionada y mal intencionada información sobre este cultivo en la zona.

En el año 2000, la Dirección Agraria San Martín inicia sus actividades en el proyecto de caña de azúcar con la instalación de semillero con variedades CH-32 8560, CH- 37 1933, H57-5174 y Azul; Casa Grande P12-745. También, en la Región se cultivan aproximadamente alrededor de 2,500 Has. de caña de azúcar; cuya producción es destinada exclusivamente a la producción de aguardiente, (utilizando tecnología artesanal e inadecuada) con trapiches de madera o de fierro a tracción animal o motor, alambiques y otros elementos que dan como resultado bajos rendimientos y productos finales de incipiente calidad (Dirección Regional Agraria de San Martín, 2003).

## **1.1.2. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1.2.1. Problema Central**

La baja calidad del aguardiente en la provincia de San Martín.

### **1.1.2.2. Descripción**

Una de las fuentes de desarrollo de la provincia de San Martín está definida en el campo de la agricultura, especialmente, en el cultivo de la caña de azúcar y su respectivo procesamiento para su transformación.

Esta actividad dio lugar al desarrollo de empresas unipersonales, que buscan ampliar fronteras agrícolas transformando la producción para obtener mayor renta. Así lo perciben los productores e ingenieros desde el ámbito de la ingeniería agroindustrial en la provincia de San Martín; sin embargo, a pesar de los esfuerzos generados por los productores se percibe algunos problemas relacionados directamente con la tecnología y de la calidad del procesamiento de la caña de azúcar, deficiencia que implica ampliar el mercado más allá del ámbito

regional. Referida situación empeora, en razón directa, al manejo tradicional de dicha actividad.

Por consiguiente, para mejorar el estado situacional tecnológica y de la calidad del procesamiento de la caña de azúcar en la obtención del aguardiente en la provincia de San Martín se debe unir esfuerzos para organizarlo empresarialmente.

### **1.1.2.3. Explicación**

La provincia de San Martín cuenta con tierras aptas para la agricultura y ganadería. En este contexto, el gran porcentaje de agricultores han optado por dedicarse a la siembra de caña de azúcar. Esta actividad se inició en los primeros años de 1970, cuyo objetivo era de empezar como eje de desarrollo en la región.

Esto se demuestra cuando se revisa los planes de gobiernos regionales del presidente Juan Velasco Alvarado, que planteaba la industrialización de la caña de azúcar para obtener azúcar refinada bajo la marca de Azúcar Selva.

Sin embargo, a pesar de que los agricultores no llegaron a organizarse empresarialmente, siguieron promoviendo el cultivo de la caña de azúcar hasta alcanzar un nivel de procesamiento tradicional.

El producto, resultado del procesamiento tradicional, se ha derivado en la producción de aguardiente y chancaca. En este contexto, tuvo mejor resultado la producción de aguardiente la cual, por el incremento del potencial en la siembra de la caña de azúcar actualmente, se está introduciéndose a los mercados, pero no con los mecanismos adecuados para su aprovechamiento.

Este problema se presenta por la variedad en la materia prima y los materiales a ser utilizados en el proceso como una razón directa a la eficiencia organizacional en quienes han emprendido esta noble tarea del procesamiento de la caña de

azúcar. Este acontecimiento no le permite el acceso al crédito para adquirir tecnología adecuada y mejorar la calidad del producto a ofertar en el mercado.

La situación problemática empeora porque se carece de una política, administrativa y gestión estratégica que conduzca a la empresa hacia la competitividad. El mismo problema impide la evaluación permanente de los procesos interaccionando información sobre producción, productividad, eficiencia, eficacia y rentabilidad como instrumento básico que orienta la gestión empresarial.

### **1.1.3. INTERROGANTES**

#### **1.1.3.1. Principal**

¿Cuál es el estado situacional tecnológico del procesamiento de la caña de azúcar y su influencia en la calidad del aguardiente en la provincia de San Martín, año 2016?

#### **1.1.3.2. Secundarios**

a) ¿Cuál es el estado situacional tecnológico del procesamiento de la caña de azúcar para la producción de aguardiente, en la provincia de San Martín, año 2016?

b) ¿Cuál es el nivel de calidad del aguardiente de caña de azúcar en la provincia de San Martín, año 2016?

## **1.2. Justificación**

### **1.2.1. Justificación teórica**

La escasez de tecnología constituye la carencia del componente industrial, es decir, la falta de una planta o módulo agroindustrial para captar su producción actual y proyectada para su desarrollo.

La agricultura es uno de los ejes principales de la economía nacional, por esa razón, los esfuerzos profesionales deben de orientarse a profundizar la investigación para mejorar esta actividad. En ese sentido el



trabajo permite corroborar la teoría a través del contraste en la variedad de la materia prima con los materiales a ser utilizados en el proceso.

### **1.2.2. Justificación práctica**

El mejoramiento de la producción y procesamiento de la caña de azúcar en la provincia de San Martín, se obtendrá a partir de la puesta en práctica de las recomendaciones de la presente tesis, por esa razón, es imprescindible que se ejecute esta investigación.

Los beneficiarios en primera instancia serán los agricultores dedicados a la producción de caña de azúcar y la región san Martín a través de la aplicación precisa de sus políticas de gobierno.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo principal**

Estudiar el estado situacional tecnológico del procesamiento de la caña de azúcar y su influencia en la calidad del aguardiente en la provincia de San Martín, año 2016.

### **1.3.2. Objetivos secundarios**

- Precisar el estado situacional tecnológico del procesamiento de la caña de azúcar para la producción de aguardiente en la provincia de San Martín, año 2016.
- Cuál es la calidad del aguardiente de caña de azúcar en la provincia de San Martín, año 2016.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis**

El estado situacional tecnológico del procesamiento de la caña de azúcar es deficiente e influye significativamente en la calidad baja del aguardiente en la provincia de San Martín.

### 1.4.2. Variables e indicadores

#### a) Variables:

- **Variable Dependiente**

$C_A$  = Calidad del aguardiente.

- **Variable Independiente**

$P_{CA}$  = Procesamiento de la caña de azúcar.

#### b) Indicadores:

- **Indicador de la variable dependiente ( $C_A$ )**

$C_{A1}$  = Determinación de acidez total.

$C_{A2}$  = Determinación de PH.

$C_{A3}$  = Determinación de alcoholes superiores.

$C_{A4}$  = Determinación de grado alcohólico.

- **Indicador de la variable independiente ( $P_{CA}$ )**

$P_{CA1}$  = Variedad de la materia prima.

$P_{CA2}$  = Materiales a ser utilizados en el proceso.

## **CAPITULO 2**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1. Clase de investigación**

La investigación es aplicada porque depende de los descubrimientos y avances de la investigación básica, pero se caracteriza por su interés en la aplicación, utilización y puesta en práctica la tecnología.

#### **2.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación es de corte transversal, ya que se tomó en cuenta datos primarios de una realidad específica en un tiempo determinado.

#### **2.3. Nivel de investigación**

El nivel de investigación es explicativo porque trata de descubrir, establecer y explicar las relaciones causalmente funcionales que existen entre las variables estudiadas. Además, sirve para explicar cómo, cuándo, dónde y por qué ocurre el proceso de producción.

#### **2.4. Población**

La población en estudio está constituida por 20 productores de caña de azúcar para la elaboración de aguardiente en la provincia de San Martín.

*Tabla 2. Productores de caña de azúcar para la elaboración de aguardiente en la provincia de San Martín*

<b>N°</b>	<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Lugar (Empresa)</b>	<b>Producción de caña de azúcar</b>
01	Roberto Dávila Torres	Morales- Sector Polvoraico.	02
02	Segundo Daniel Paredes Murrieta	Picota	02
03	Luciano Flores Torres	Morales – Sector Polvoraico – “Tropezón	05
04	Rubén Reyna Arévalo	Morales – Sector Polvoraico – “La	03
05	Juan José Torres Vásquez	Sector Leguía Carretera Auca loma	03
06	Junter Ojanama Apagueño	Tununtunumba	01
07	Mauricio Pezo Dávila	Morales- Sector Polvoraico “ Vista	02
08	Alanes Trigozo Torres	Picota Fundo “Tres Marías”	04
09	Luis Alberto Flores Garazatua	Tununtunumba Fundo “El Paraíso”	02
10	Sergio Chujandama Chucuitally	TRununtunumba	01
11	Julio Arevalo Garazatua	Chazuta Fundo “El Porvenir”	07
12	Eyner Isuiza Isuiza	Sector Mayopampa Fundo “ La Tonelada”	02
13	Mario Dávila Pezo	Sector Mayopampa Fundo “Puerto Rico”	06
14	Humberto Tapullima Araujo	Tununtunumba Fundo “El Coco”	2.5
15	Teidy Sánchez Rodríguez	Lamas Fundo “El Pajonal”	3
16	Eduardo Rodríguez López	Lamas Fundo “Colombia”	03
17	Jorge Raúl Reátegui Vargas	Lamas Fundo “Santa Victoria”	10
18	Jorge Cueva Bardales	Tabalosos Fundo “Tihuinsa”	03
19	Gonzalo Cueva Bardales	Tabalosos Fundo “Palo Alto”	03
20	Francisco Cueva Bardales	Tabalosos Fundo “ Luz Estela”	03

## **2.5. Muestra**

La muestra es la misma que la población, constituyéndose de esta manera en el universo muestral.

## **2.6. Unidad de análisis**

La unidad de análisis fue el productor de caña de azúcar para la obtención del aguardiente en la provincia de San Martín.

## **2.7. Método**

### **2.7.1. Método Deductivo**

Este método permitió el estudio a partir de la teoría general hacia el conocimiento de la realidad particular, que en este caso es la provincia de San Martín. Se obtuvo conclusiones particulares en base a la teoría general. Por lo tanto, se trata de un estudio corroborativo, del que permitió descubrir las especificidades de la realidad de producción del aguardiente a base de caña de azúcar.

### **2.7.2. Método Inductivo**

Este método permitió obtener conclusiones generales a partir de premisas particulares a través de cuatro pasos esenciales: la observación de los hechos para su registro; la clasificación y el estudio de estos hechos; la derivación inductiva que parte de los hechos y permite llegar a una generalización y la contrastación.

## **2.8. Técnicas**

### **2.8.1. Análisis Bibliográfico**

Esta técnica permitió el manejo eficiente del material bibliográfico sobre temas referidos al problema de investigación, que comprendió: revisión de libros, trabajos de investigación, documentos oficiales, publicaciones y otros.

### **2.8.2. La Observación experimental**

Se tuvo en cuenta cuando se visitó a los productores en su respectivo lugar geográfico, para observar el proceso que utilizaron para la obtención del aguardiente.

### **2.8.3. La Encuesta**

Se tuvo un cuestionario para encuestar a los productores considerados en la muestra.

### **2.8.4. Entrevista Estructurada**

La entrevista se realizó por etapas a 20 productores y permitió la contrastación empírica, en distintas etapas y fases del modelo.

### **2.8.5. Fuentes de información:**

#### **➤ Observación al participante en el campo**

Se visitó organizadamente a los productores en diversos momentos, para registrar el proceso y uso de la materia prima para la elaboración de aguardiente.

## **CAPITULO 3**

### **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. Teoría sobre la caña de azúcar para la elaboración del aguardiente**

##### **3.1.1. Generalidades y botánica**

La caña es una porción del tallo que se siembra alrededor de la yema (una banda de primordios de raíces) que se desarrollan rápidamente, muy ramificadas y finas por medio de las cuales se alimenta el rebrote hasta que se forman raíces cilíndricas, gruesas y blancas, de corta duración pero que se renuevan constantemente. El sistema radical está formado por raíces superficiales y de penetración profunda para un mejor anclaje. La planta posee tallos sólidos que actúan como órganos de reserva, conformados por nudos y entrenudos cilíndricos, lisos o con grietas longitudinales con un surco vertical corto en la parte inferior, en cuya base está la yema que puede medir de 2 a 6 m. de altura, según la variedad y de 4 a 8 cm. de diámetro.

Las hojas se componen de vaina, cuello y lámina. Las hojas inferiores se reducen a vainas triangulares y semi envolventes. No existe en la vaina ningún nervio principal. La inflorescencia en panícula terminal, ancha, piramidal, a veces de 1 m. de longitud; glumas con nervio poco marcado; tres estambres con filamentos largos y delgados con antenas versátiles; semillas oblongas, generalmente estériles.

##### **3.1.2. Clasificación Taxonómica de la caña de azúcar**

La caña de azúcar es una gramínea grande y propia de los climas tropicales y subtropicales, que presenta la siguiente clasificación taxonómica (véase Tabla 3):

*Tabla 3. Tipificación Taxonómica de la caña de azúcar*

Nombre científico	Saccharum officinarum L.
Nombre comunes	Cañamiel, Caña dulce, Cañamelar.
Reino	Vegetal.
Clase	Angiospermae.
Sub clase	Monocotyledoneae.
Orden	Glumiflorae.
Familia	Graminaceae.
Género	Saccharum.
Especie	Officinarum. L.

### **3.1.3. Genética y selección**

La idea de una esterilidad total de la flor de caña persistía cuando de diversas partes del mundo, casi simultáneamente, se anunciaba la aparición de nuevos tipos de caña, que no podían haber tenido otro origen que la semilla.

Los estudios que contribuyeron a reconocer en la caña, una fanerógama perfecta fueron igualmente los propios trabajos de selección relativos a esta planta. Estos trabajos fueron abordados independientemente por:

Aneus Harper y Parris en Barbados (1858); Rouf en la Martinica; Lemerle en la Isla Mauricio (1871); Bernardy de Sigoyer en Borbon (1885); Soltwedel en Java (1889); de Chalain y Perromat en la isla Mauricio (1891).

Todos ellos llegaron a un mismo resultado, es decir, que la caña se reproduce normalmente por semillas. Estas conclusiones se apoyaban en la observación de semilleros nacidos en las inflorescencias de las siguientes cañas nobles: Lousier, Pot-Mackay, Penang, Bambú y Bois – Rouge.

Perromat prosiguió sus investigaciones. Obtuvo una colección de cañas ricas en azúcar, la materia prima 33, 55 y 131 (Blank Innes)



nombradas con sus iniciales que despertaron un interés doblemente merecidos, ya que, al mismo tiempo que impulsaban una industria reciente, eran las precursoras de las que con el tiempo habían que suplantarlas.

Sopesando las repercusiones económicas que podrían tener, el trabajo de los precursores fue tomado cautelosamente sobre una base con cierto rigor en algunos países, especialmente en Barbados y en Java. Esta nueva actividad agro biológica se extendió con rapidez a nuevos países, apoderándose con toda rapidez en la Guayaba Británica, Hawái, La India, Puerto Rico, USA, Australia, África de Sur. Las Islas Mauricio y Reunión crearon su estación de mejora, puesto que cada vez se estaba más seguro del camino trazado (Terranova, 1995).

Por lo que concierne la caña de azúcar, la importancia que se atribuye a la mejora genética deriva del éxito de los que intensificaron las investigaciones en este sentido: Bovell, Harrinson. Kobus. Jesweir, Barber, Venkatraman, Mangelsdorf, Brandes, estuvieron a la cabeza del movimiento. Las obras de Normanking y de Stevenson, por su carácter sintético, ofrecen un planteamiento preciso de la cuestión. Citándoles a ellos con exclusión de toda otra bibliografía, se está convencido que aun han de servir el esfuerzo y al progreso gracias a su autoridad y competencia (Fauconnier & Bassereau, 1980).

#### **3.1.4. Variedades y rendimiento de la caña de azúcar**

Existen muchas variedades de la caña de azúcar en el mundo y todas se han conseguido con el propósito de obtener mayor riqueza en sacarosa, resistencia a las enfermedades y plagas, a la sequía o heladas, a la mayor molienda y clarificación fácil de sus jugos y a la adaptabilidad en el terreno y a las condiciones climatológicas.

Las variedades de la caña de azúcar se designan por letras que coinciden con el nombre de origen; así tenemos: POJ (de la estación experimental de java), H (de Hawái). PR (de Puerto Rico), etc. Los números

de serie de variedades conocidas han reemplazado las letras como sucede con la 328560 de la POJ.

Entre las variedades que más destacan en el país son las Hawaianas. Podemos indicar las siguientes.

- H 32 – 8560
- H 50 – 2036
- H 52 – 4610
- H 37 – 1993
- H 57 – 5174
- H 50 – 7209
- H 54 – 2508
- H 44 – 3098
- H 49 – 104

Las variedades que más se cultivan en nuestra región son:

**a) H o Chicama (CH) 32 – 8560.**

Es una variedad ampliamente usada como progenitora, de la cual proviene la mayoría de las variedades hawaianas o chicamas en el Perú y en el mudo. Muy adaptados a diferentes tipos de suelos y climas, tanto en seco y en riego. Cuenta con rendimientos promedios de 105 TM/caña/Hect./año., con un 12% de azúcar recuperable. Es susceptible al carbón (*Ustilago Scitaminae*) y moderadamente resistente a la roya (*Puccinia melanocephala*) en San Martín este resultado es muy insignificante con respecto al *ustilago scitaminae*.

**b) H o CH 37 – 1933**

Esta variedad es recomendable para San Martín, tanto en seco y riego. Cuenta con rendimientos promedios de 104/TM/caña/Ha./año. Con un 12.55% de azúcar recuperable.

**c) P 12- 274 (Azul Casa grande)**

Es una variedad que fue introducida y adaptada hace 25 años, caracterizada por su porte erecto, apta para el cultivo en secano y riego. Es necesario mencionar su comprobada resistencia al ataque del “carbón de la caña o látigo negro” (*ustilago scitaminea*) (MINAGRI, 1999).

En el presente cuadro, se aprecia que el mayor productor de caña de azúcar es la provincia de San Martín, y menor producción la provincia de Tocache.

#### **d) JAVANESA (POJ 2878)**

La mayoría de la caña que se utilizaba, ahora en Cuba, era de una variedad traída de Java en la década del 1920, que sucedía a la antigua *crystallina*, otra planta javanesa, y a la *otaheite* (Parrondo, 2013).

En los años veinte, en la isla de Java se obtiene la variedad conocida técnicamente por POJ 2878 (Proestation Oost Java) de alto impacto comercial. “Esta variedad de caña, la moderna panacea que aliviaba todas las preocupaciones de la producción azucarera en todo el mundo, este primer cruzamiento de cañas hizo de la variedad POJ 2878, uno de los primeros éxitos de la industria biológica, y su aplicabilidad en los logros de la llamada revolución verde” (Beltrán, 1984).

En 1929, con la llegada de La Misión Chardon se introdujeron al país las variedades javanesas de caña de azúcar: POJ 2878, 2714 y 2725. Para esta época, la Misión lo expresa así: “Prácticamente la única variedad que se siembra en el Valle es la caña Otahiti o blanca, la misma que en otros tiempos ha figurado notablemente en el cultivo de la mayoría de los países azucareros. La historia de esta famosa variedad está íntimamente ligada con el desarrollo de la industria azucarera. Su introducción, su apogeo y su rápido declinar ha marcado épocas memorables en los anales de todos los países azucareros” (Chardon, 1930).

Con la aparición de la enfermedad del “mosaico” en los monocultivos de caña tradicional, se hizo necesario adoptar las variedades de caña foráneas recomendadas por Chardon y que eran inmunes al “mosaico”.

En este proceso de sustitución jugó un rol importante la Estación Experimental de Palmira, que en 1933 había “repartido en gran escala a toda la República semillas de caña de las variedades más apropiadas sobresaliendo entre ellas la P.O.J., que ha sido la salvación de la industria azucarera” (Andreas, Obando, & Casas, 1938).

En la década de los años cuarenta, la producción anual se triplicó, llegando a ascender a 147.723 t. (el cambio de paisaje y la agroecología como alternativa a la crisis ambiental contemporánea).

En la década de los cincuenta, que es cuando se acelera el crecimiento de los ingenios grandes en la región como Manuelita, Río Paila, Mayagüez y Providencia, la producción parcelera inicia su proceso de desaparición. Entonces se comienza a tener en cuenta los conceptos técnicos de adecuación de tierras, fertilización, densidad de siembra, etc., para aumentar la producción.

A finales de los cincuenta y principios de los sesenta, algunos ingenios adquirieron tractores de oruga Cat D-6 y D-6B hidráulicos, de 76 HP en el tiro, acondicionados con “hoja topadora” y barra portaherramientas e iniciaron el mejoramiento del macro y micro relieve para adecuación de tierras. El cálculo y diseño de movimiento de tierras, que en un principio se hacía en forma empírica, se mejoró con el empleo del método de perfiles simples y dobles, la cuadrícula compensada y el centroide. Los ingenios adquirieron las traíllas sin fondo, los marcos niveladores de graduación mecánica e hidráulica,

las motoniveladoras y los cargadores de diferentes modelos (Guardiola, 1995, págs. 14-16).

En los años cincuenta se empleaban como fertilizantes químicos los nitratos de sodio y de calcio, el superfosfato simple, los sulfatos de amonio y calcio, el fosfato amoniacal, el cloruro y el sulfato de potasio.

En los años sesenta, con el uso de urea y superfosfato triple se inició la verdadera revolución en el uso de fertilizantes en (Guardiola J. , 1995, pág. 17).

El uso de fertilizantes trajo consigo la utilización de maquinaria en forma óptima. El control de malezas se realizaba en forma manual, con pala o azadón, y en forma mecánica con cultivadoras de manquera de púas o paletas; estas son jaladas por bueyes o mulas. En 1960 se comenzaron a cambiar por tractores cultivadores tipo triciclo y estándar.

La aplicación de herbicidas era mínima, aunque ya se contaba con TCA (Tricloroacetato de sodio), el 2,4-D (amina y éster), el Dalapón y el PCP (Pentaclorofenol). En los 1960, el mercado de herbicidas ofrecía Diurón (Karmex), el Picloram (Tordon 101), el Linudo (Alafon) y el Paraquat (Gramoxone) (Guardiola J. , 1995).

En 1970, los ingenios hacen altas inversiones en utensilios y maquinaria agrícola más eficiente, de mayor potencia y versatilidad para preparar los suelos, cultivar y transportar la caña. Los tractores CAT D6-C y los de aplicación especial, los arados-rastras de 10 y 12 discos de 36 pulgadas y de 16 y 22 discos de 32 pulgadas, que con el arado de cincel, reemplazaron el arado de discos tradicional. Las barras 71 subsoladoras de diseño semiparabólico más eficientes y los rastrillos gigantes de 92 discos de 24 pulgadas en tandems escualizables acoplados a tractores enllantados con 475 HP.

Otro avance significativo fue la introducción de los equipos de rayos láser, utilizados para nivelar terrenos y hacer levantamientos topográficos (Guardiola J. , 1995).

En 1953, Simeone Mancini, en su estudio sobre la tendencia y uso de la tierra por la industria azucarera, muestra cómo la expansión de la agroindustria cañera había “absorbido 332 propiedades, con una superficie total de 47049 ha en el período de 1922-1953, en el cual la industria pasó de 1 a 22 factorías de azúcar centrifugado o refinado” (Mancini S. , 1953, pág. 26).

En este estudio se puede ver que de las 332 propiedades a expensas de las cuales crecieron las centrales azucareras “más del 50% eran menores de 25 plazas” (Mancini, 1953, pág. 17).

En la década del sesenta, debido a la creciente demanda comercial, aumentaron los cultivos de arroz, sorgo, soya, maíz, frijol y algodón tecnificados. Estos cultivos merecieron especial interés en los estudios de la estación experimental: “que desarrolló los proyectos de la aclimatación, propagación, mejoramiento de las variedades, importación de semillas” (Mallama, 1996, pág. 98).

Las prácticas adoptadas por los agricultores para dichos cultivos, siguen el modelo tecnológico requerido para el desenvolvimiento económico del país. En consecuencia, lo que se busca es aumentar la producción con el uso de maquinaria agrícola.

A este propósito, los distintos gobiernos, según Salazar (1986), han adoptado diversas medidas; tales como: la realización de campañas de fomento de ciertos cultivos, la protección arancelaria, la asistencia técnica, la creación de instituciones de investigación y capacitación, el apoyo a entidades educativas para la formación de técnicos.

En 1962 se creó el Instituto Colombiano Agropecuario ICA, el cual emprendió tareas de investigación, difusión y extensión.

### **e) Piojota (POJ 28-78)**

En Junín, antes de llegar a la destilería de aguardiente de Atinio, se encuentran las fábricas de panela de Víctor Torres y Jacinto Reina. La actividad viene desde hace décadas. Reina menciona que hace siete años trabaja en la elaboración de la panela, que también se la obtiene del jugo de caña de azúcar. Explica, que si se usa la caña de la variedad piojota, la panela saldrá roja y dulce; muy apetecida en los mercados de la localidad.

Jacinto muestra un horno de barro con un caldero, que por cuatro años, sirve para hervir el jugo de caña. El líquido viscoso adquiere forma en moldes de madera.

“Esto sí que es bueno, la panela no tiene nada artificial, porque aquí todo es natural y, aunque parezca mentira, aquí nadie padece de diabetes pese a la cantidad de dulce que se consume”, comenta Víctor Torres, otro de los paneleros (El Universo, 2003).

Este material fue obtenido en la Isla de Java. Tiene tallos largos, diámetro mediano a grueso, color amarillo verdoso y entrenudos de longitud media y cubiertos con cerosina; su hábito de crecimiento es semi erecto y sus hojas abiertas.

Contiene bastante pelusa, se deshoja fácilmente y se adapta bien a diferentes agro ecosistemas. La maduración es tardía; la floración es escasa y genera jugos de buena calidad, con un equipo que cumpla con una BPM de mantenimiento y calibración adecuados se puede lograr un 55 a 60% de extracción.

En condiciones óptimas de maduración, los jugos son de fácil clarificación, y por su buena producción de biomasa se convierte en

una alternativa viable para la producción de caña como forraje para alimentación animal. Es resistente al pisoteo y a la enfermedad del mosaico (Osorio, 2007).

*Tabla 4. Producción de caña de azúcar por provincia: Campaña agrícola 2000-2003 región San Martín*

<b>Provincia</b>	<b>Producción<sup>TM</sup></b>	<b>Precios S/Kg.</b>
Rioja	6795.00	0.05
Moyobamba	22060.00	0.03
Lamas	11442.00	0.02
San Martín	22682.00	0.01
El Dorado	7220.00	0.03
Picota	5665.00	0.06
Bellavista	2578.00	0.01
Huallaga	1202.00	0.01
Mariscal Cáceres	2578.00	0.02
Tocache	163.00	0.03
<b>Total</b>	<b>823585.00</b>	

*Fuente: OIA San Martín 2000.*

Por otro lado, también se puede observar que los precios son muy bajos, costando en la provincia de Rioja el kilogramo a 0.05 soles y los precios más bajos en la provincia de Huallaga con 0.01 soles por kilo de caña de azúcar.

Además, tenemos que la caña se caracteriza por almacenar como sustancia de reserva sacarosa, dextrosa y levulosa; que sirve de sustratos para la elaboración de aguardiente. Tal como se observa en la Tabla 5.



*Tabla 5. Composición de la Caña de Azúcar*

<b>Componentes</b>	<b>Subcomponentes</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Agua		74.50
Cenizas	SiO <sub>2</sub>	0.25
	K <sub>2</sub> O	0.12
	Na <sub>2</sub> O	0.01
	CaO	0.02
	MgO	0.01
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Vestigios
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.07
	S <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	0.02
	Cl	Vestigios
Fibra	Celulosa	5.50
	Pentosana Xilan	2.00
	Goma(Araban)	0.50
	Lignina, etc.	2.00
Azúcares	Sacarosa	12.50
	Dextrosa	0.90
	Levulosa	0.60
Cuerpos	Albuminoides	0.12
Nitrogenados, Grasa y Cera	Amidas (Asparagin)	0.07
	Aminoácidos	0.20
	Ácido Nítrico	0.01
	Amoniaco y cuerpos Sálidos	0.20
Pectina(Gomas)	Málico, Succínico	0.20
Ácidos Libres	Málico , Succínico	1.08
Ácidos Combinados		0.12
Total		100.00%

*Fuente: OIA San Martín 2000.*

El contenido de fibra es un subproducto de la caña de azúcar, que es empleado en la alimentación de ganado vacuno y sirve también como combustible.

Se tiene que el mayor rendimiento de sólido soluble en jugo de caña que se encuentra en la sacarosa (véase Tabla 6).

*Tabla 6. Composición del jugo de caña*

<b>Constituyente</b>	<b>% Sólidos Solubles</b>
Sacarosa	78 – 88
Glucosa	2 – 4
Fructosa	2 – 4
Sales de Ácidos Inorgánicos	1.5 – 4.5
Sales de Ácidos Orgánicos	0.5 – 0.6
Gomas	0.3 – 0.6
No Azúcares no identificados	3.0 – 5.0
Cera , Grasa , Fosfatos	0.05 – 0.15

*Fuente: OIA San Fuente : OIA San Martín 1999.*

Por otro lado, el contenido minoritario de sólido soluble se tiene en la glucosa y la fructosa.

### **3.1.5. Período Vegetativo**

Algunos factores como la temperatura, la altura sobre el nivel del mar, la precipitación y la floración influyen sobre el período vegetativo de la caña y hacen que este sea más largo o más corto y que, por consiguiente, la cosecha se acelere o se retarde según las condiciones climáticas. A medida que aumenta la altura y disminuye la temperatura, el período vegetativo se hace más largo, así: de 0 a 1.200 m.s.n.m, la caña madura a los 12 meses; de 1.200 a los 1.500 m.s.n.m., a los 15 meses; de 1.500 m.s.n.m en adelante, a los 18 meses, aproximadamente (LLamoza Molero, 2004).

### **3.1.6. Ecología y Nutrición**

#### **3.1.6.1. Límites climáticos del cultivo**

La caña de azúcar es una planta que tolera climas relativamente variados. Tiene unas exigencias climáticas notablemente diferentes en el curso de las dos fases principales de su ciclo: crecimiento y maduración. El crecimiento puede ser

retardado o incluso suspendido por dos factores climáticos: el frío y la sequía. La madurez no se consigue o se consigue de forma deficiente por el exceso de lluvias o por las altas temperaturas nocturnas.

Las temperaturas, la luminosidad y la humedad relativa son los principales factores climáticos que inciden en el desarrollo de la caña de azúcar. Esta planta se considera tropical, desarrolladas en zonas de alta temperatura y soleadas; sin embargo, la faja se puede extender a 40°N y 32° del Ecuador. El clima ideal para la producción de caña se ha caracterizado como sigue:

1. Un ciclo de desarrollo con verano prolongado y caliente con lluvias adecuadas.
2. Un ciclo de maduración y zafra, bastante seco, soleado y fresco.
3. Ausencia de vientos fuertes o huracanados.

### **3.1.6.2. Precipitación**

El área natural de la caña de azúcar corresponde, pues a las regiones relativamente lluviosas de las zonas Inter. Sub. tropicales situadas por debajo de ciertas alturas.

Un metro es la altura anual de lluvia que generalmente se suele admitir como mínimo, siempre que esas lluvias hayan sido bien repartidas.

Por encima de tres y medio de agua es raro establecer con éxito un cultivo de caña.

Ciertas partes de la caña de azúcar se hielan a partir de 0° C y la magnitud de los daños es proporcional a los fríos. Por otra parte, el crecimiento de la caña de azúcar es nulo a 15°, prácticamente nulo a 18° y solo es normal por encima de 20°C.

Finalmente, el límite de altitud es de aproximadamente 700 m en los trópicos y se eleva hasta más de 1000 m en el ecuador.

La humedad es otro factor de suma importancia en el cultivo de la caña. Requiere 8 a 9 mm de agua por hectárea y por día durante los períodos más calurosos del verano y aproximadamente unos 3 mm por día en la época más fría. Una precipitación anual entre 1.500 y 1.750 mm es suficiente para suplir las necesidades del cultivo, si los suelos no son excesivamente sueltos.

El área de cultivo de la caña de azúcar no corresponde a su área natural. En efecto, la sequía de un clima se corrige fácilmente por el riego cuando este es posible, mientras que la actividad económica permita renunciar a algunos logros extendiendo, el cultivo de la caña a regiones más frías. En esas zonas, la caña, muy frecuentemente hace la competencia a la remolacha cuya adaptación a climas más cálidos ha sido notablemente incrementada durante los últimos años.

Los diferentes factores climáticos que actúan sobre un lugar determinado, condicionan en gran manera las fases del ciclo anual de la caña y los resultados finales de este cultivo. Dicho de otro modo, si se admite que se ha hecho todo lo humanamente posible para aumentar el rendimiento (elección del suelo y de las variedades, abonado y trabajos agrícolas) a cada lugar corresponde un rendimiento máximo, que depende de las condiciones climáticas del año. A la medida de esas condiciones climáticas corresponde una media de rendimiento máximo o rendimiento potencial del lugar considerado.

La comparación entre rendimiento obtenido en realidad y el rendimiento potencial es muy importante, ya que permite darse cuenta de la dificultad. Por lo tanto, el costo y el interés de todo esfuerzo suplementario en orden es aumentar los rendimientos: cuanto mayor sea la diferencia más fácil será obtener a precios aceptables, una mejora sensible de los resultados técnicos (Fauconnier & Bassereau, 1980).

### **3.1.6.3. Suelos**

La caña de azúcar es una planta más eficiente en almacenar energía solar. Para aprovecharla al máximo es indispensable que exista una adecuada relación entre suelo y planta, asimismo una óptima relación de los demás factores que intervienen en el desarrollo del cultivo. Si son fértiles, la caña de azúcar vive en los terrenos, aunque lo que más convienen son los arcillo arenosos, con suficiente cantidad de humus. En estos terrenos, que no son ni demasiados duros ni pastosos, quedan retenidos cierta cantidad de agua, que mantiene la planta en alto grado de humedad indispensable para su buen desarrollo. Las mejores cosechas se logran en suelos de buenas características físicas y químicas, con pH entre 5,5 y 7,5 para que la absorción de nutrimento sea más eficiente.

### **3.1.7. Prácticas culturales**

#### **3.1.7.1. Propagación**

Los sistemas más generalizados para la multiplicación de la caña de azúcar son los de renuevo y por estacas. La caña es una planta vivaz y si de cada año se cortan los tallos. Del rizoma nacen nuevos tallos que pueden cortarse cuando estén maduros. En muchos países se utiliza este sistema y se cosecha por espacio de muchos años la caña de un mismo campo sin hacer nuevas plantaciones. Un campo de caña de azúcar mantenido por renuevo ofrece mejor rendimiento de 5 a 10 años después de efectuada la plantación. A los pies de la caña, producidos por los rizomas, (los retoños), se les conoce en América como socas. A a los que nacen después de la primera cosecha se les denomina plantillas.

Una buena semilla tiene sus yemas sanas y funcionales; se encuentra libre de plagas y enfermedades; su estado nutricional es el adecuado y posee la edad y el tamaño recomendados. Se debe cortar entre 7 y 9 meses de edad, aunque esto depende de la altura sobre el nivel del mar y el desarrollo de la plantación. El tamaño debe de ser

de 40 a 45 cm y de acuerdo con la longitud de los entrenudos; puede tener entre 2 y 6 yemas.

### **3.1.7.2. Aporque**

Es la acumulación de tierra en el surco para proporcionarle un mayor anclaje a la caña en desarrollo y disminuir la cantidad de bretones tardíos.

### **3.1.7.3. Fertilización**

Se recomienda una fertilización de 130Kg. /ha de N<sub>2</sub>; 90 Kg. /ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 340 Kg. /ha de K<sub>2</sub>O; 80 Kg. /ha de Mg. y 60 Kg. /ha de S para obtener un rendimiento de 100.000 Kg. /ha, aplicando el fertilizante en el fondo del surco.

## **3.1.8. Fito sanidad**

### **3.1.8.1. Plagas**

Barrenador del tallo (*diatrea saccharalis*). Sus lavas horadan el tallo y disminuyen la producción de azúcar. Las perforaciones que producen permiten el ingreso de otros patógenos. No se recomienda el control químico, sino el uso de productos biológicos o la cría masiva de dípteros e himenópteros controladores o aplicaciones de *Bacillus thuringiensis*.

Picudos de la caña (*Metamasius hemipterus* y *Rhynchophorus palmarum* L.). Las larvas se alimentan dentro de la base del tallo haciendo galerías. Se recomienda desinfectar las semillas, destruir socas y eliminar los residuos de cosecha; usar trampas para reducir la población de adultos, colocando dentro de una guadua caña machacada, para atraer al adulto y recolectarlo.

Cabrito de caña (*caligo ilioneos* F.). Su larva se alimenta del follaje. Se recomienda usar el controlador biológico (*Bacillus thuringiensis*) o cebos trampa, con melaza e insecticidas, para atrapar adultos y larva.

Pulgones o afidos (*Rhopalosiphum maidis* y *Sipha flava*). Aunque los daños no son de importancia económica, poblaciones mayores se presentan durante un verano prolongado.

Palomilla rosada de la caña (*saccharicoccus sacchari*). El daño es proporcional a la población en el cultivo, pero se controla ahuyentando las hormigas asociadas a la plaga.

#### **3.1.8.2. Enfermedades**

Pudrición de la semilla (*physalospora tucumanensis*, *ceratocystis paradoxa* y *phythium spp*). Ataca el sistema radical inicial de las yemas, debilitándolo y causando la muerte de esas raíces y por consiguiente de las plantas.

Cogollo retorcido (*Gibberella moniliformis* y *fusarium moniliformis*). Presenta podredumbre de raíces y retorcimiento de los cogollos.

Carbón (*ustilago scitaminea*). Se observa por la formación de agallas sobre la caña, hojas y yemas axilares, de color claro, que luego se oscurecen. Se recomienda rotar cultivos y utilizar híbridos resistentes.

Roya (*Puccinia melanocephala*). Aparecen polvos rojizos de forma longitudinales sobre las hojas de las cañas. Para su control se recomienda usar variedades resistentes.

#### **3.1.8.3. Malezas**

Deben controlarse mediante herbicidas con metil 2-benzoato, ametrina o atrazina. Estos se usan para controlar malezas dicotiledóneas.

#### **3.1.9. Factores climáticos**

La disponibilidad de la energía solar (luz y temperatura) y agua para la agricultura no es constante en el tiempo ni en el espacio, dependiendo de las condiciones atmosféricas.

La temperatura afecta todos los procesos de crecimiento y desarrollo basados en reacciones químicas controladas por enzimas. Ello involucra desde la brota miento de las yemas, luego desde la siembra hasta la acumulación de sacarosa.

Para el mejor desarrollo de la caña y la absorción de los nutrientes, la temperatura debe ser cercana a 30°C en el día y entre 15-17°C en la noche.

### **3.1.10. Factores bióticos**

La caña es afectada por una serie de factores bióticos negativo que alteran los rendimientos de la caña de azúcar y aumentan los costos de producción por la necesidad de controlarlos.

Entre los factores bióticos perjudiciales podemos mencionar: malezas, plagas, insectos, nematodos, roedores y enfermedades.

### **3.1.11. Factores agronómicos**

- 1) Para operación en los campos, las empresas azucareras deben remover anualmente no menos del 10% del total de la superficie.
- 2) La siembra se realiza por medio de estacas, cola y cabeza en surcos.
- 3) La semilla seleccionada para la siembra, generalmente, es obtenida de la caña, la misma que debe estar sin picaduras.
- 4) La dosis promedio de fertilizantes nitrogenadas están oscilando de 200-300Kg. /ha.
- 5) El número de riegos promedio de la caña de azúcar debe ser de un riego/mes.
- 6) El término drenaje se refiere a la evacuación del exceso de agua presente en el suelo como consecuencia de lluvias, riegos, filtraciones laterales o profundas.

### **3.1.12. Factores fisiológicos**

- a) **Biosíntesis.** La caña de azúcar es una de las plantas más eficientes para procesos, almacena la energía solar en forma de sacarosa mediante una serie de procesos fisiológicos, que se



inician con la fotosíntesis. Se efectúan principalmente en las hojas coordinándose en las células que rodean los haces vasculares y luego son rápidamente traslocados fuera de las hojas.

- b) Tras locación.** Una vez formado la sacarosa en las hojas debe ser traslocada rápidamente fuera de ella, ya que su acumulación inhibe la fotosíntesis. La translocación depende de una serie de factores como la luz, temperatura, humedad y nutrientes. Tiene lugar tanto en el día como en la noche, especialmente cuando la temperatura de la zona reticular es entre 15 – 17°C.
- c) Acumulación.** Durante la etapa de crecimiento activo de la caña, una parte de las hexosas acumuladas en el citoplasma son utilizadas en la biosíntesis de componentes celulares (proteínas, grasas, celulosa y otros); otra parte de hexosas se consume en reacciones para diversos procesos metabólicos, solamente una pequeña parte se convierte en sacarosa. Durante el período de maduración, una vez que la división y alargamiento celulares han cesado, las hexosas del citoplasma son utilizadas en su mayor parte para la biosíntesis de sacarosa que se acumula en las vacuolas (Terranova, 1995).

### **3.2. Proceso para la elaboración de “Aguardiente”**

#### **3.2.1. Maduración de la caña de azúcar**

Los mayores rendimientos de azúcar se obtienen cuando la caña se somete a un adecuado período de maduración, antes de la cosecha. La maduración de la caña de azúcar depende de la variedad, la edad de los tallos, factores climáticos y manejo de cultivo de aumentar el porcentaje de sacarosa en los tallos. Se produce una disminución en el porcentaje de los azúcares en los reductores, azúcares no cristalizables (glucosa y fructosa).

Para determinar la madurez de las cañas es necesario realizar análisis continuos y cercanos al período de madurez calculado. Se analizan los jugos de las partes inferiores, media y superior de los tallos de las muestras de caña por cosechar. Se determina el índice de madurez (IM)

perforando las cañas para extraer el jugo y establecer la relación de los sólidos totales refractométricos, entre el canuto superior e inferior. Cuando el índice de madurez es 1.0, la caña está madura; si es superior, se ha pasado de madurez. Si por el contrario es menor, la caña no está madura.

Después de la extracción del jugo de la caña se separan las partículas pesadas del bagazo y se procede a calentar para después decantarlo, para que el jugo adquiriera características de coloides y gomas con pH que varía de 7.8 a 8.8; luego se extrae la cachaza dando un pH de 6.8 a 7.2. El jugo clarificado es encalado nuevamente a un proceso de decantación para extraer, los jarabes, los cuales son evaporados reguladamente con el fin de que precede.

### **3.2.2. Factores que influyen en la maduración de la caña de azúcar**

#### **a) Temperaturas bajas**

Las temperaturas bajas disminuyen el crecimiento, en parte, debido a la reducción en la absorción de nutrientes y agua. Siendo el factor más eficiente en la inducción de la maduración. Las temperaturas nocturnas altas aceleran la utilización de los azúcares producidos durante el día, en consecuencia, la ganancia neta de sacarosa es muy pequeña. Por ello, la calidad de los jugos de las cañas cosechadas a fines del verano en el Perú no es muy buena.

#### **b) Disminución de la humedad**

El agoste es una práctica muy utilizada en las zonas cañeras para acelerar el proceso de maduración e incrementar el contenido de sacarosa en el período previo a la cosecha. En la práctica el Agoste constituye el secamiento del follaje en la parte superior de los tallos, lo que ayuda a la quema previa a la cosecha de la caña.

#### **c) Edad y variedades**

La caña en las condiciones adecuadas acumula la sacarosa en los tallos; primero en los entrenudos inferiores y luego en las superiores.

La edad a la que se produce una óptima concentración de sacarosa depende entre otros, de la variedad que pueden ser:

1. Variedad de la caña de madurez temprana (12 – 14 meses).
2. Variedad de la caña de madurez intermedio y tardía o cañas de período largo (18 – 24 meses).

#### **d) Floración**

Causa cese del crecimiento de los tallos que florecen y en consecuencia se reduce su capacidad para producir y almacenar sacarosa.

#### **e) Momento Óptimo de Cosecha.**

La edad a que se debe cosechar un campo constituye un problema complejo (Chem, 1990).

### **3.2.3. Calidad de la materia prima**

La fabricación de azúcares en alcohol, envuelve procesos de transformación del caldo de caña de azúcar, siendo influenciada preponderantemente por la calidad de materia prima.

La industria utiliza proceso físico – químico de tratamiento, procurando eliminar impurezas, cantidades de materia prima y teniendo como meta obtener un producto final de alta calidad.

La calidad de la caña de azúcar para la industria cuenta con innumerables factores, siendo la principal, materia extraña en estado de deterioro

El control de la materia necesita de un sistema de amortiguación en análisis especial para que exista representatividad en los resultados. Desde el punto de vista industrial el Pol de caña, generalmente determinará el balanceo material. Además, de los parámetros citados en cada uno indicarán la calidad de caña de azúcar. Por ejemplo; pH de un caldo de 5.0 podrán significar una caña deteriorada.

### **3.2.4. Colado del jugo desde los molinos**

Los jugos provenientes de los molinos contienen partículas finas de bagazo y de tierra que requieren eliminarse antes de que el jugo pase al proceso de clarificación.

### **3.2.5. Proceso del encalado**

Con esta muestra se controla la eficiencia del encalado (lechado de cal), con lo que el jugo debe ser tomado su pH indicando el grado de neutralización (7.0), la cal es el material más comúnmente usado en la clarificación del jugo de caña, siendo efectivo en la preparación de compuestos coloreados de naturaleza insoluble. Usualmente se añade la suficiente cantidad de cal para neutralizar los ácidos orgánicos contenidos originalmente en el jugo, se indica que esta variación puede ir de 450 – 750 gr. de cal por tonelada de caña, dependiendo de las condiciones de proceso de pH.

### **3.2.6. Fermentación dirigida**

#### **a. Cinética de la fermentación**

La cinética de la fermentación alcohólica ha suscitado últimamente gran interés debido, fundamentalmente, a dos factores.

Por una parte, la reciente recuperación del etanol como fuente alternativa de energía, ha hecho que se incremente enormemente la producción industrial de dicho compuesto, esta producción se realiza mediante la fermentación alcohólica de caldos azucarados y posterior destilación.

El control de la fermentación alcohólica exige un exhaustivo conocimiento de la cinética para poder dirigir su desarrollo hacia el producto deseado en las condiciones del óptimo económico.

### **3.2.7. Factores que influyen en el proceso fermentativo**

#### **1) Concentración de nutrientes.**

El desarrollo de las células de los microorganismos exige que el medio contenga todos los elementos necesarios para el buen funcionamiento de los sistemas bioquímicos. Se considera nutriente a todos los compuestos, que en mayor o menor medida constituyen el origen de algunas de las cadenas del metabolismo celular.

Existen nutrientes que son consumidos en grandes cantidades. Por lo tanto, su concentración en el medio es determinante. Al nutriente mayoritario se le denomina generalmente sustrato.

Otros nutrientes son consumidos en pequeñas cantidades. Por lo tanto, no es necesaria que su concentración sea elevada. Sin embargo, deben estar presentes en determinada cantidad mínima, por encima de la concentración límite que provoca la paralización de la cadena de reacciones.

En la fermentación alcohólica, el sustrato básico son los azúcares. Por lo tanto la concentración de los mismos determina la velocidad específica de crecimiento de las levaduras vínicas.

#### **2) Temperatura**

Cada tipo de microorganismo posee una temperatura óptima de crecimiento y presenta un intervalo fuera del cual no puede desarrollarse.

#### **3) Acidez del medio.**

El pH es otro factor que influye de modo importante en la velocidad específica de crecimiento. Al igual que ocurre con otras variedades, cada tipo de microorganismos posee un intervalo de pH fuera del cual es imposible su desarrollo. En la tabla se exponen los intervalos de pH favorables para el desarrollo de algunos tipos de microorganismos.

*Tabla 7. Intervalo de ph favorables y óptimos para el desarrollo de diversos tipos de microorganismos*

<b>Microorganismos</b>	<b>Favorable</b>	<b>Óptimo</b>
Bacterias	5.0 – 8.5	6.5 – 7.5
Levaduras	2.5 – 8.5	4.0 – 5.0
Hongos	3.0 – 8.5	5.0 – 7.5

*Fuente: Carrasco. 2003.*

Como se puede observar en dicha Tabla, la mayoría de los microorganismos soportan más fácilmente condiciones ácidas que alcalinas.

#### **4) Concentración de inhibidores o activadores**

Como se sabe, los inhibidores del desarrollo microbiano son compuestos que consiguen paralizar o desviar la cadena de reacciones que constituyen el crecimiento celular.

Existen diversos tipos de agentes que pueden provocar la inhibición del desarrollo de las levaduras durante la fermentación alcohólica.

El etanol provoca la inactivación del crecimiento de las levaduras, de tal modo que, la concentración de este compuesto controla en muchas ocasiones la duración de los procesos fermentativos.

En un medio de plena fermentación, la velocidad de crecimiento se reduce a una tercera parte, cuando la graduación alcohólica se sitúa por encima de 6° G.L. Los activadores del crecimiento son compuestos que lógicamente influyen en sentido contrario a los inhibidores sobre la velocidad específica de crecimiento.

#### **5) Fermentación dirigida de mostos**

Es un moderno sistema de fermentación empleado en la elaboración de aguardiente. El curso del proceso es llevado a cabo por una cepa elegida, por tener capacidad de producir compuestos de calidades organolépticas deseables (Carrasco Gonzales , 2003).

### 3.2.8. Destilación y rectificación

Todo líquido azucarado que ha experimentado una fermentación no se ha transformado solamente en alcohol etílico y dióxido de carbono. La glucosa se desdobla en un 94% en  $C_2H_2O$  Y  $CO_2$ , sino que, además, se obtiene un buen número de distintos productos, unos volátiles y otros fijos. Entre los primeros figuran los alcoholes propílicos; iso propílico, butílico, amílico e iso amílico; Los ácidos acéticos, málico butílico y sus éteres correspondientes; el aldehído etílico, etc. En los segundos, figuran todas las materias albuminoideas.

Para poder separar el alcohol etílico de todos estos productos que le acompañan en la composición de los líquidos procedentes de una fermentación es necesario recurrir a la destilación para poder desembarazarle de parte de los compuestos volátiles; si se desea un alcohol etílico neutro, ha de conseguirse por medio de la rectificación.

Este doble trabajo de destilar y de rectificar puede hacerse en una o dos operaciones. Al destilar se logra un alcohol más o menos concentrado, llamado alcohol ordinario o flema; al rectificar, se consigue el alcohol neutro exento de impurezas.

Al realizarse la purificación del alcohol en dos operaciones, primero se obtienen las flemas por destilación; seguidamente se rectifican mientras que al hacerse en una sola operación se rectifican, directamente al caldo de tal manera que solamente ha de disminuir, aumentándose el volumen de la burbuja.

La destilación es la vaporización de un líquido; seguida de la condensación de los vapores producidos. Por medio de la destilación se logra separar las sustancias más volátiles de una mezcla.

### 3.2.9. Destilación simple.

La destilación simple se utiliza para la obtención de la diversidad de aguardientes simples y licores. Los aparatos destinados a la destilación simple son:

#### a. Alambique simple.

Un alambique simple se compone de los siguientes elementos:

1. Una caldera de cobre estañado de forma ancha y achatada, que actúa de recipiente del líquido que se va a destilar.
2. La montera, casquete o cabeza de moro de cobre estañado que va colocada sobre la caldera a manera de embudo envuelto.
3. El cuello de cisne es un largo tubo encorvado, de cobre estañado, que une la montera con el serpentín del refrigerante.
4. El serpentín de cobre estañado también va colocado al interior del depósito refrigerador o refrigerante.
5. El refrigerante es el recipiente por donde el cual circula el agua fría de refrigeración, desde el fondo hacia la superficie, o sea, en oposición a la marcha de los vapores que circulan por el serpentín.
6. Al final del serpentín va colocada la probeta de salida de los líquidos condensados.

Al hacer uso del vapor de agua, como medio proporcionar del calor, ha sido preciso dotar a la caldera o cucúrbita del alambique de un doble fondo o de un serpentín, donde penetra el vapor con su correspondiente boya de desagüe; con un manómetro indicador de presiones y de una llave reguladora de entrada. También, los alambiques actuales van provistos de válvulas de seguridad ( Carbonell Razquin, 1970).



### **b. Alambique con rectificación**

En la actualidad, se emplean los alambiques con rectificador ya que a su vez pueden funcionar como tales o bien como alambiques simples.

El alambique con rectificador tiene la gran ventaja sobre el alambique simple porque se obtiene el aguardiente con diferente graduación. El rectificador aplicado al primitivo alambique sistema Deroy, consistía en una cúpula rectificadora colocada en el reborde superior de la caldera y funcionando mediante unas juntas hidráulicas.

El rectificador añadido a un alambique simple tiene por objetivo y misión no permitir que los vapores de la destilación vayan directamente al cuello del cisne, des esta manera algunos los menos volátiles, se condensan antes y así vuelvan a re destilarse. Por lo tanto, un rectificador es un dispositivo adecuado para provocar una primera condensación, anterior a la definitiva y ultima que se ha de verificar en el serpentín.

En cualquier tipo de alambique, adicionándole una lenteja de rectificación es posible obtener aguardientes de 75° a la primera pasada. La lenteja de rectificación está formada por dos conos de poca altura, cuyo material es de cobre estañado, unidos por las bases, que colocada entre la montera y el cuello de cisne cumple perfectamente su misión de primera condensación al ser humedecida constantemente por un chorro de agua. La graduación de los destilados aumenta o disminuye según la cantidad de agua que se vierte en la superficie de la lenteja. Si se tiene el interés de hacer funcionar el alambique sin el rectificador, se retira la lenteja o simplemente se prohíbe la llegada de agua de refrigeración sobre su superficie; entonces, es una porción más del cuello de cisne.

Existe en el mercado múltiples tipos de alambiques de variadas formas y dimensiones; los hay de basculante para facilitar la carga y descarga. Para destilar plantas o frutos, los hay t con agitador mecánico, acoplado en el interior de la caldera para poder imprimir, si

es necesario un movimiento continuado a las plantas y líquidos que se destilen.

### **3.2.10. Aguardientes**

El alcohol etílico rectificado, químicamente considerado, es siempre el mismo; sea cual fuere la sustancia de que proceda. Los alcoholes de graduación baja, obtenidos por simple destilación, mantienen plenamente el olor, sabor y demás características del caldo fermentado del cual proceden.

### **3.2.11. Envejecimiento de los aguardientes**

Un aguardiente recién destilado presenta múltiples inconvenientes: Es incoloro posee un porcentaje alcohólico excesivo; su aroma es escaso e incompleto y presta un gusto acre y poco agradable con un inadecuado e insuficiente añejamiento.

Los aguardientes salidos del alambique contienen la gran mayoría de los componentes del caldo que han sido extraídos, que se vaporizan por su punto de ebullición y también por arrastre con la mezcla alcohol y agua.

Con el añejamiento se producen las siguientes modificaciones en el aguardiente:

- Aumenta la acidez proporcionalmente con el tiempo o edad a la oxidación del alcohol, facilitada por la porosidad de la madera. Los ácidos de la madera también se solubilizan.
- Disminuye el porcentaje alcohólico, influyendo en ello la oxidación y la evaporización.
- Se reduce considerablemente el volumen del líquido que suele ser de un 20% en 10 años, debido a la porosidad de la madera que permite la evaporación.
- El aguardiente adquiere un color ambarino por la solubilidad de las materias tánicas de la madera.
- Los ácidos formados y adquiridos reaccionan con alcoholes formando esteres, componente principal del buque. El buque,

que es una de las características de los aguardientes, deriva de la presencia de esteres y de otras materias extrañas al alcohol etílico.

- El añejamiento natural de los aguardientes se realiza en recipientes de madera, preferentemente roble y de buena calidad. El roble francés de Limousine y el roble americano, son los más apreciados.
- En los recipientes de grandes cavidades, el proceso de envejecer es más lento. Varios de los procedimientos de añejamiento rápido o artificial de un aguardiente que pueden ser utilizados de manera indistinta:
  1. Por calentamiento o trancha ge, que es una operación distinta y que consiste en calentar un aguardiente de 65° a 75°C con la cual se logra una homogeneización de aroma y sabores.
  2. Rebaje con agua criada en madera de roble. Una forma de mejorar un aguardiente joven, consiste en efectuar el rebaje de grado alcohólico con agua criada en recipiente de madera de roble o que contenga virutas de la misma. Para proporcionar una mayor facilidad de solubilización a las materias tánicas y colorantes de la madera se puede alcoholizar el agua en 10°.
  3. Añejamiento por un álcali volátil, que consiste en el procedimiento de añadir al aguardiente un álcali volátil. Por ejemplo, amoniaco a razón de 15 gramos por hectolitro o bien 6 gotas por litro. La agitación ha de ser rápida e intensa ( Carbonell Razquin, 1970).

### **3.2.12. Equipos empleados en la elaboración de aguardiente**

En la industria de la elaboración de aguardiente se emplean los siguientes equipos y maquinas que a continuación se describen:

➤ **Equipo para limpieza de la caña**

El proceso de limpieza de la caña forma parte del equipo transportador, o constituye un proceso auxiliar del mismo. Y es necesario en aquellas regiones donde predominan los métodos mecánicos de recolección de caña.

En 1972 se desarrolló un sistema que consiste en una mesa alimentadora con una inclinación de 45° y se obtuvo una delgada capa continua de caña de 12 a 18 pulgadas (0.3 a 0.5 m), utilizando el agua de lavado de una manera eficiente. La efectividad de lavado en una mesa a 45° se comprende mejor si se menciona que la ceniza en el bagazo se reduce del 27 al 49%.

Esto significa, que el aumento de la energía en el bagazo es de un 3.0 a un 4,6%. Además, el lavado ahorra de 6 a 8 lb. de azúcar por tonelada de caña.

Con el objeto de retirar la caña utilizable de la corriente de agua y depositarla de nuevo en el transporte principal, muchos ingenieros de Luisiana han instalado el transportador cribador móvil (Palacios J. 1956).

La limpieza minuciosa de la caña da como resultado un menor desgaste del equipo de molienda y del sistema del bombeo del jugo. Reduce, asimismo las pérdidas de sacarosa en la cachaza del filtro porque reduce la cantidad de lodo en el mismo.

En Hawái, el problema adquiere proporciones muy diferentes, ya que es posible que del 25 al 45% del peso bruto de la caña entregada consista en rocas, tierra del campo y basura. En estas condiciones, la limpieza de la caña o "lavado" requiere una planta completa. Según la descripción de este proceso, hecha por un fabricante, varios transportadores extienden el cochón de caña y lo revuelven bajos chorros de agua de modo que se eliminan piedras, tierra y el lodo, los mismo que son llevados por otros transportadores hacia su eliminación. Las pérdidas de azúcar en el

agua de lavado descargada en un canal de irrigación ascendieron a 0.15% y entre 0.18 y 2.4% de la caña.

### ➤ **Desfibradores**

Como su nombre lo indica, una desfibradora desgarrar los pedazos de caña provenientes de las cuchillas, convirtiéndolos en tiras, sin extraer jugo alguno. Los desfibradores más modernos son del tipo de martillos oscilantes (1200 rpm). Por ejemplo: las desfibradoras Searby y Gruendler. En la mayoría de los países la desfibradora precede a la desmenuzadora o trituradora. La desfibradora no es capaz de manejar los tallos enteros, pero en trenes, en los que las cuchillas han cortado las cañas en astillas, la desfibradora puede sustituir a la desmenuzadora. A pesar de que la caña picada tiene una apariencia esponjosa, tiene una densidad de 40% mayor que de la caña suelta y entera, debido a la ausencia de espacios vacíos. Esto permite una alimentación más uniforme de los molinos, asegura un aumento en la capacidad del trapiche y en la extracción de sacarosa y hace que se pierda menos sacarosa en el bagazo. La práctica usual es mover las desfibradoras con motores eléctricos de corriente directa y acoplamiento flexible.

El último adelanto lo constituye el Unigrator, que funciona tanto como cortadora o como desfibradora. Esta unidad realiza el corte y la desfibración en una sola operación y requiere 3.75 Hp por tonelada de caña por hora. Puede acoplarse en el lugar del segundo juego de cuchillas, actualmente el primer juego como nivelador.

### ➤ **Desmenuzadoras o trituradoras**

En general, las desmenuzadoras están constituidas de dos rodillos, con muescas profundas que desmenuzan o pican la caña, exprimiendo de un 40% a un 70% del jugo. Las cuchillas giratorias, ya descritas son suplementarias a las desmenuzadoras. Todos los rodillos de desmenuzadora tienen dos tipos de rasuración: El tipo

Krajewski con ranuras en zigzag o chevron en sentido longitudinal, El tipo fulton con dientes cortantes en forma de V, dispuestos en espiral, con una separación o paso de 2 a 3 pulgadas. La ranura tipo krajewski tiende a impedir el libre flujo del líquido y sufrió modificaciones. En Cuba se utilizaron desmenuzadores dobles antes de que se hiciera predominante el uso de las cuchillas giratorias y se instalaron algunas trituradoras triples.

Las desmenuzadoras de tres rodillos, llamadas trituradoras de molino son en realidad molinos de tres rodillos con ranuras profundas en V. Se han recibido informes favorables de ellas procedentes de Hawái, donde se siguen usando ampliamente.

#### ➤ **Maquinaria de molienda**

La combinación clásica de tres rodillos o mazas dispuestas en forma triangular es la unidad estándar de molienda en la industria azucarera. En la actualidad, se usan de tres a siete jugos de dichas unidades llamadas respectivamente molinos de nueve a veintiún rodillos. Si bien los molinos de nueve rodillos no se ven más que en ingenios pequeños y antiguos. Las combinaciones de 15 a 18 rodillos son los que predominan mundialmente en la actualidad. Los rodillos tienen de 24 a 36 pulgadas de diámetro y de 48 a 84 pulgadas de largo.

Normalmente cada unidad de molino es movida por una unidad motriz individual, que puede ser una máquina de vapor, un motor eléctrico o una turbina de vapor.

Los tres rodillos se conocen respectivamente como rodillo superior o mayor, rodillo cañero (por donde entra la caña) o de alimentación y rodillo bagacera o de descarga. Los dos rodillos inferiores tienen una posición fija. El rodillo superior controlado por un embolo hidráulico puede subir, bajar o flotar según sean las variaciones en la alimentación de la caña. En la tapa del rodillo superior se muestra en corte transversal el embolo hidráulico. La

caña triturada llamada ahora bagazo es conducida desde la abertura entre el rodillo superior y el rodillo de descarga por medio de una lámina o placa curva que se le conoce con varios nombres, cuchilla central, puente recogedor con cuchilla, torna bagazo o parihuela, soportada por una maciza barra de acero.

➤ **Cuchillas corta caña giratoria**

Por lo general, se utiliza dos juegos de cuchillas que giran a velocidades que oscilan entre 450 a 700 rpm. En el presente se cuentan con varios diseños patentados de cuchillas que han sido desarrolladas en el transcurso de los años y facilitan la sustitución y el afilado, además de reducir la rotura de las hojas. Algunos prefieren las hojas oscilantes del tipo Ramsey, otros las hojas con filos serrados o las hojas de doble filo y aun otros las hojas autoafilantes. También se utilizan hojas de filo curvo. Varios informes determinan que la potencia requerida para operar un juego de cuchillas varía entre 1 y 2 Hp por tonelada de caña por hora.

Se acepta generalmente que la velocidad optima de rotación de una cuchilla oscila entre 500 y 600 rpm. Algunos autores recomiendan 500 rpm para el primer juego y 600 rpm para el segundo. Otros prefieren la misma velocidad para ambos juegos.

Es práctica general que las cuchillas corta caña giren en la misma dirección con que avanza la caña. Sin embargo, en algunos ingenios se hace que las cuchillas giren en direcciones opuestas (Clark Sugar , 1982).

### **3.2.13. Factores que influyen en el procesamiento de elaboración de aguardiente**

#### **3.2.13.1. Influencia de la estructura de la caña sobre la molienda**

La estructura de la caña de azúcar tiene una marcada influencia sobre los resultados de la molienda. Con una molienda eficiente, algunas cañas producen bagazo que contiene 50% de fibra y 45% humedad; otras cañas, al ser molidas en los mismos molinos ajustados en la misma forma y con una eficiencia aparentemente igual.

#### **3.2.13.2. Preparación de la caña para la molienda**

El proceso de la molienda se divide en dos partes: El rompimiento de las estructuras duras y las células, y la verdadera molienda de la caña.

La preparación de la caña se lleva a cabo de varias maneras, tales como:

1. Mediante cuchillas giratorias se cortan la caña en trozos, pero no extraen el jugo.
2. Con desfibradores que reducen la caña a tiras, sin extraer el jugo.
3. Por medio de desmenuzadores que quiebran y aplastan la caña y extraen una gran parte del jugo.
4. Mediante combinaciones de algunos o todos los medios antes enumerados.

El índice de preparación (IP) es el porcentaje del lavado de Pol extraído por desintegración. El IP se correlaciona bien con la extracción del molino. Los resultados muestran una mejor extracción con una preparación mejor.



### **a. Impulsores de los molinos**

Durante más de 150 años se han utilizado máquinas de vapor del tipo Corliss, pero en la actualidad son obsoletas. Alrededor de 1923 se comenzó a utilizar motores eléctricos para este servicio; sin embargo, estos presentan ventajas y desventajas. Muchos creían que las ventajas del mejor control de los molinos, la facilidad de arranque y parada, las reducciones en los costos de operación y mantenimiento y la mayor higiene y limpieza en la nave de los molinos quedaban neutralizados por los mayores costos de instalación. La necesidad de montar una planta generadora, separada de electricidad para los molinos y la necesidad de personal más especializado. La impulsión mediante turbinas de vapor, introducida en 1947, combina las mejores características de las máquinas de vapor y la de los motores eléctricos.

### **b. Capacidad de molienda**

La capacidad de una tanda de molienda se expresa por lo general en toneladas de caña por hora (tch) o toneladas de caña por día (tcd); Tch es la expresión de la capacidad real y tcd es la capacidad global incluyendo el tiempo perdido.

### **c. Presión sobre los rodillos**

La presión que se ejerce sobre el rodillo superior se regula casi universalmente por medio de presas hidráulicas. La razón más evidente para regular la presión es la de compensar las variaciones en el volumen de caña que pasa a través del molino. El procedimiento más moderno para este fin hace uso de aire comprimido en el cilindro que actúa como acumulador. El aire acerca la tapa hidráulica y se utiliza un cilindro en cada extremo del rodillo del molino. Unos indicadores directo del movimiento ascendente proporcionan valiosa información sobre la presión en cada extremo del rodillo. indican, por ejemplo, si el molino está cargado uniformemente o si por el contrario está cargado más caña en un extremo que en el otro. Estas mejoras en la regulación de la presión

constituyen un avance importante en la operación de los molinos de caña.

#### **d. Ajustes y velocidades de los molinos**

Las aberturas entre los diversos rodillos y la relación entre la cuchilla central y los mismos, generalmente, denominado el ajuste setting del molino, varían mucho con los diferentes equipos y condiciones de operación.

Asimismo la calidad de la caña, la cantidad molida por hora, el estriado o ranurado de las masas, las presiones y sobre todo las velocidades de los molinos son factores que influyen en la cuestión (Chen , 1990).

### **3.2.14. Extracción de caña**

#### **a. El proceso de molienda**

Con el equipo que se acaba de describir la caña preparada con el 70 al 80% de su peso en jugo pasa a través de la desmenuzadora. La molienda en seco produce una mezcla aproximadamente igual de fibra y jugo. El añadir agua o jugo diluido al bagazo después de cada molino diluye a su vez el jugo contenido y aumenta la extracción a medida que se exprime este jugo.

El porcentaje de fibra, tiene una influencia notable sobre la extracción, a mayor cantidad de fibra, menor extracción trabajando con la misma eficiencia de molienda.

#### **b. Eficiencia de la molienda**

La eficiencia de la molienda se expresa por lo general como Pol en el jugo, en función del porcentaje de Pol en la caña. En algunos países el termino extracción de sacarosa significa realmente extracción de Pol.

### 3.2.14.1. Diagrama de flujo de elaboración de aguardiente en forma tradicional.

En el siguiente flujo se da una tecnología rudimentaria en la elaboración de aguardiente.

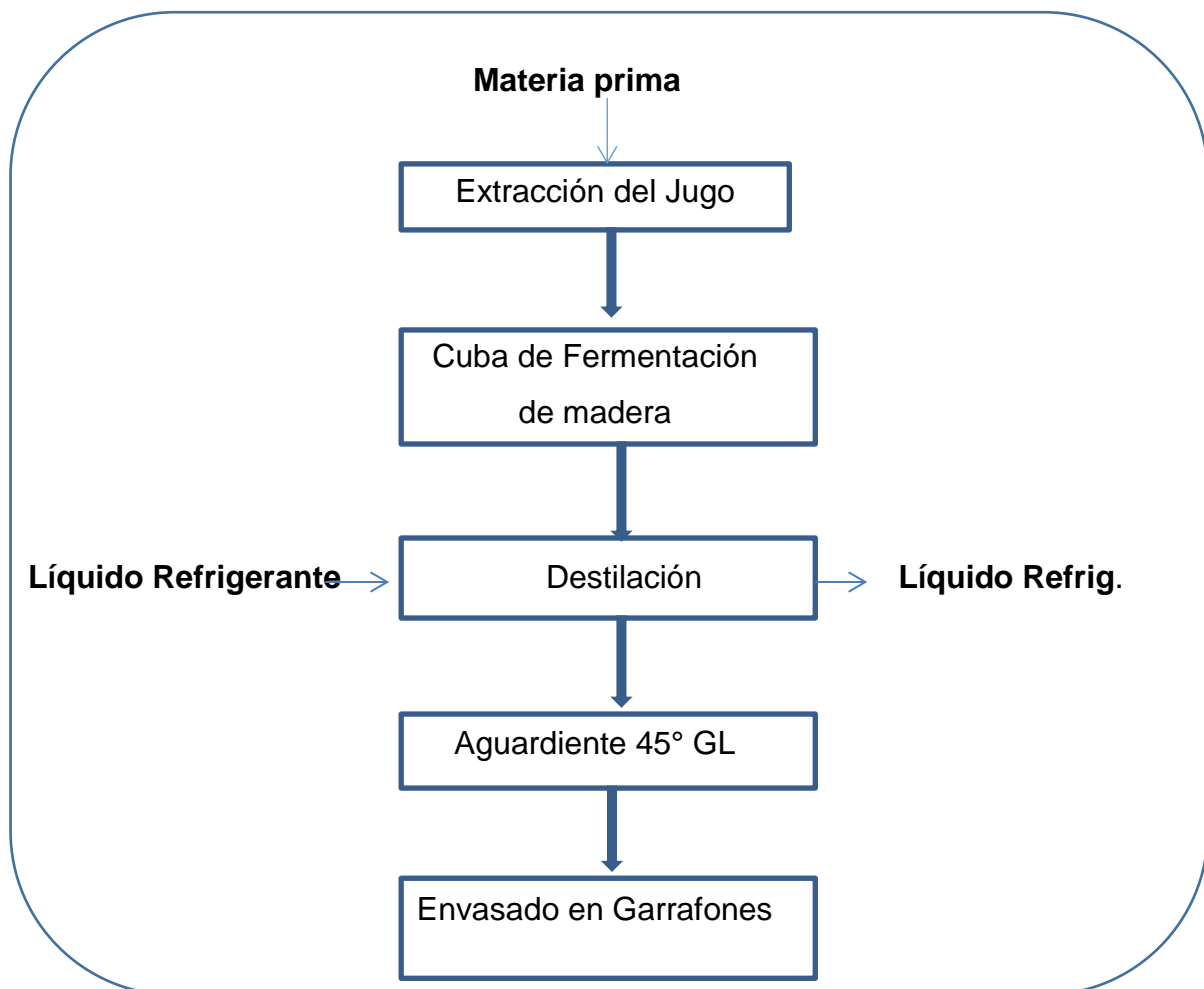


Figura 2: Diagrama de flujo de elaboración de aguardiente.

#### a. Materia Prima (cosechado y Transporte)

La cosecha se realiza cuando la caña adquirió su período vegetativo óptima madurez. El corte se realiza en forma manual utilizando machete y midiendo las cañas aproximadamente 1.5 m. El transporte lo realizan en forma manual.

### **b. Extracción**

Consiste en hacer pasar las cañas por unos molinos de rodillos que es de fierro, que se conocen con el nombre de trapiche. Es el caso que esta maquinaria no cumple con los requisitos mínimos para esta operación por ser de un material de fierro. Lo más recomendable es de acero inoxidable quirúrgico.

### **c. Fermentación**

Este proceso se inicia cuando se agrega jugo en los depósitos de fermentación que contiene la fermentada base. Durante la fermentación el producto sufre unos movimientos en forma de hervor, con bastante espuma al inicio, muy tumultuosa en fase media y lenta al final.

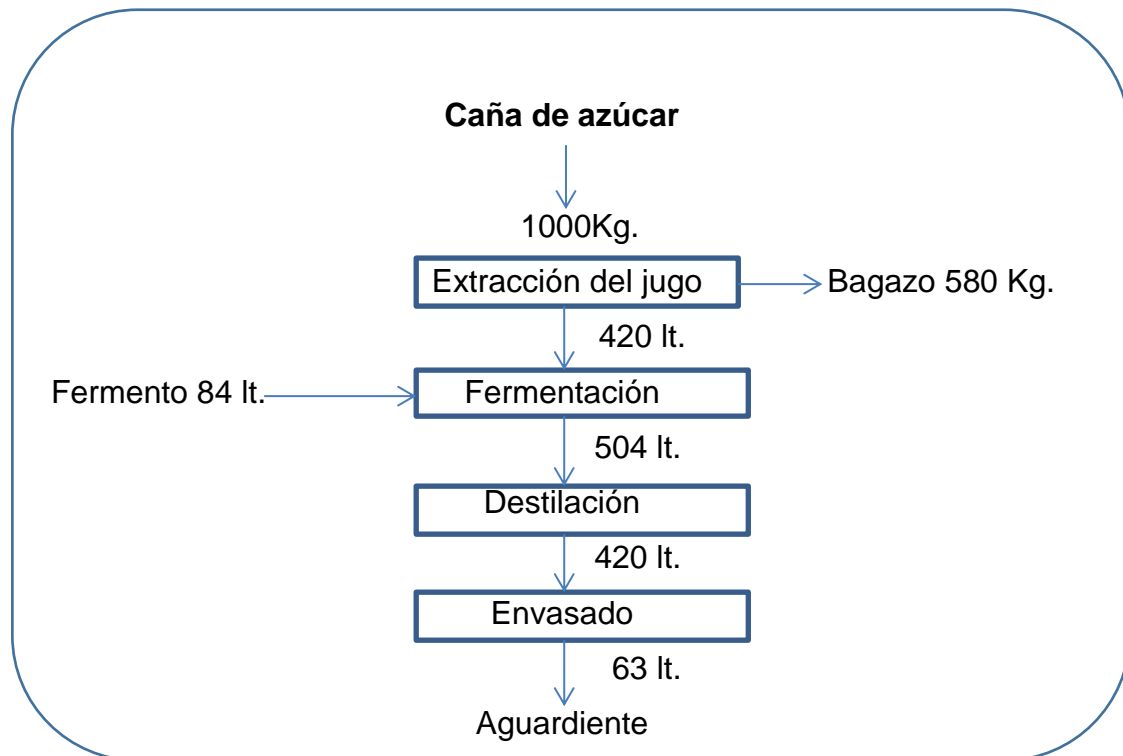
Los depósitos que se utilizan son de madera. El proceso dura un tiempo de 18 a 35 horas, dependiendo de la cantidad y calidad del fermento base. En este período, para la fermentación es de mucha importancia mantener temperaturas de 24 a 27 grados centígrados.

### **d. Destilación**

Se inicia cuando se coloca en el alambique el jugo fermentado inmediatamente se agrega calor, utilizando leña o bagazo. La temperatura no es controlada. Las primeras gotas del aguardiente se obtienen después de 1 y 1 ½ horas. El proceso total dura entre 3 a 4 horas.

### **e. Envasado**

Se recoge el destilado en depósitos de plástico. Se cierra bien los depósitos para evitar pérdidas de alcohol y de esta forma realizan la comercialización



*Figura 3: Balance de masa tradicional.*

La pérdida durante la extracción de jugo es de 58% de bagazo, a su vez la cantidad de fermento es de 20% en relación a los 420 lt. y como resultado 63 lt. De aguardiente a 15% de sólidos solubles.

*Tabla 8: Costo de producción tradicional de aguardiente*

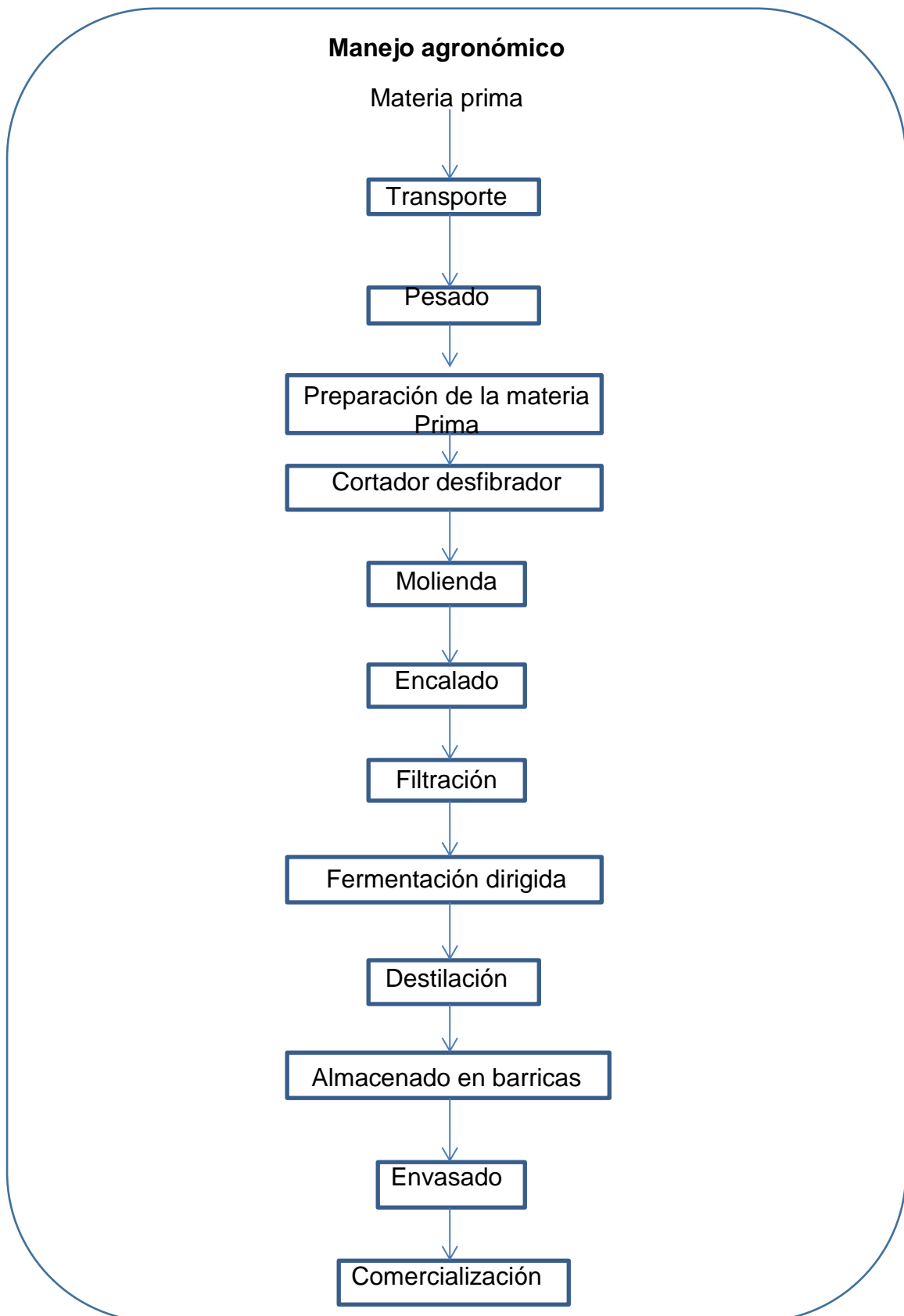
DESCRIPCION	UNID.	CANT.	COSTO S/.	
			PREC.UNIT. S/.	TOTAL
<b>Materiales e insumos</b>	TM	1	40	40
Caña de azúcar				
Combustible(leña y bagazo)	Tercio	2	2	4
Petróleo	Galón	1	8.5	8.5
Levadura	Kg.	1	5.0	5.0
<b>Sub total S/.</b>				57.5
Mano de obra	Jornal	0.4	10.0	4.0
Sub total S/.				
<b>Gastos generales</b>				
Depreciación				3
Movilidad para venta				2
<b>Sub total S/.</b>				5
<b>Total de costos de producción S/.</b>				66.5
Producto terminado	lt.	63	1.05	
Precio de venta	Garrafón	2.6	30	78
Utilidad				11.5

### **3.2.15. Tecnología en el procesamiento del aguardiente a partir de la caña de azúcar**

De acuerdo a la propuesta del informe, se formula las siguientes etapas para un mejor rendimiento de elaboración de aguardiente según el diagrama de flujo que se observa en la figura 4.

#### **3.2.15.1. Calidad del aguardiente de caña de azúcar**

- a. Determinación de acidez total
- b. Determinación pH.
- c. Determinación de alcoholes superiores.
- d. Determinación del grado alcohólico.



*Figura 4: Diagrama de flujo mejorado para la elaboración de aguardiente.*

### **3.2.16. Tecnología a desarrollarse**

El presente informe recomienda desde un adecuado manejo agronómico hasta la comercialización, se detalla las siguientes etapas:

#### **3.2.16.1. Manejo agronómico**

Para obtener materia prima de calidad y rendimiento satisfactorio es necesario realizar un manejo agronómico oportuno para medir algunas plagas y enfermedades que repercuten en la calidad y rendimiento de caña en la elaboración de aguardiente según el anexo 04, costos de la instalación por hectárea de semillero de caña de azúcar.

#### **3.2.16.2. Transporte**

Realizarlo con medio apropiado que facilite el acceso al campo de cultivo. Como medio de alternativa se emplea el transporte como carretera jalado por bestias o por tractor.

#### **3.2.16.3. Pesado**

Es la operación necesaria para conocer el rendimiento por tonelada de caña en la elaboración de aguardiente.

#### **3.2.16.4. Preparación de la materia prima**

A la materia prima se debe de hacer una limpieza: las impurezas, tierra y pajas de la caña por medio de presión de agua. Anexo 05, mesa de alimentación para limpieza de la caña.

#### **3.2.16.5. Cortador desfibrador.**

Esta unidad realiza el corte y la desfibración en una sola operación en el que se requiere 3.75 Hp. por tonelada de caña por hora, para luego pasar al molino (Anexo 06, desfibrado picador)



**3.2.16.6. Molienda**

Son unidades múltiples de combinación de tres masas, los cuales pasa sucesivamente la caña exprimida. Anexo 07, se sugiere un molino para la extracción de jugo de caña de azúcar de 14 TM/Turno de trabajo.

**3.2.16.7. Encalado**

El jugo obtenido se decepciona en tanque de acero inoxidable, luego se clarifica por acción de cal, añadiendo la suficiente cantidad de cal para neutralizar los ácidos orgánicos contenidos originalmente en el jugo. Se indica que esta variación puede ir de 450 – 750 gr. de cal por tonelada de caña, dependiendo de las condiciones de proceso de pH.

**3.2.16.8. Filtración**

Consiste en eliminar por filtración, en serie de paños con carbón vegetal.

**3.2.16.9. Fermentación dirigida**

Durante este proceso el azúcar se convierte en alcohol por acción de levaduras al cual se incorpora nutrientes necesarios para el desarrollo de las levaduras. Es más eficientemente realizar la fermentación en tanques de acero inoxidable. La temperatura de fermentación no debe superar los 28°C para tal fin deberá contar con dispositivo de control de mediana temperatura entre 20° a 40°C. (Ver anexo 08).

**3.2.16.10. Destilación**

Al cocerse el líquido produce vapor de etanol. Este se condensa y da como resultado el etanol líquido que se recoge finalmente. Es importante el control de temperatura; no debe pasar los 100°C. Este equipo debe de contar con un dispositivo de control de alta temperatura de 50° a 100°C. (Anexo 09), de equipo destilador.

### 3.2.16.11. Almacén en barricas

Almacenar el producto por período corto para que el aguardiente mejore sus características organolépticas.

### 3.2.16.12. Envasado

Envasar en depósitos adecuados que no altere su composición del producto; así como en botella y como alternativa envases de plástico de alta calidad.

### 3.2.16.13. Comercialización

Desarrollar los canales de comercialización respectivos para mejorar las ventas.

- **Método para mejorar la elaboración de aguardiente:** La siguiente figura muestra el balance de materia para la fabricación de aguardiente a partir de 1000 Kg. de caña de azúcar.

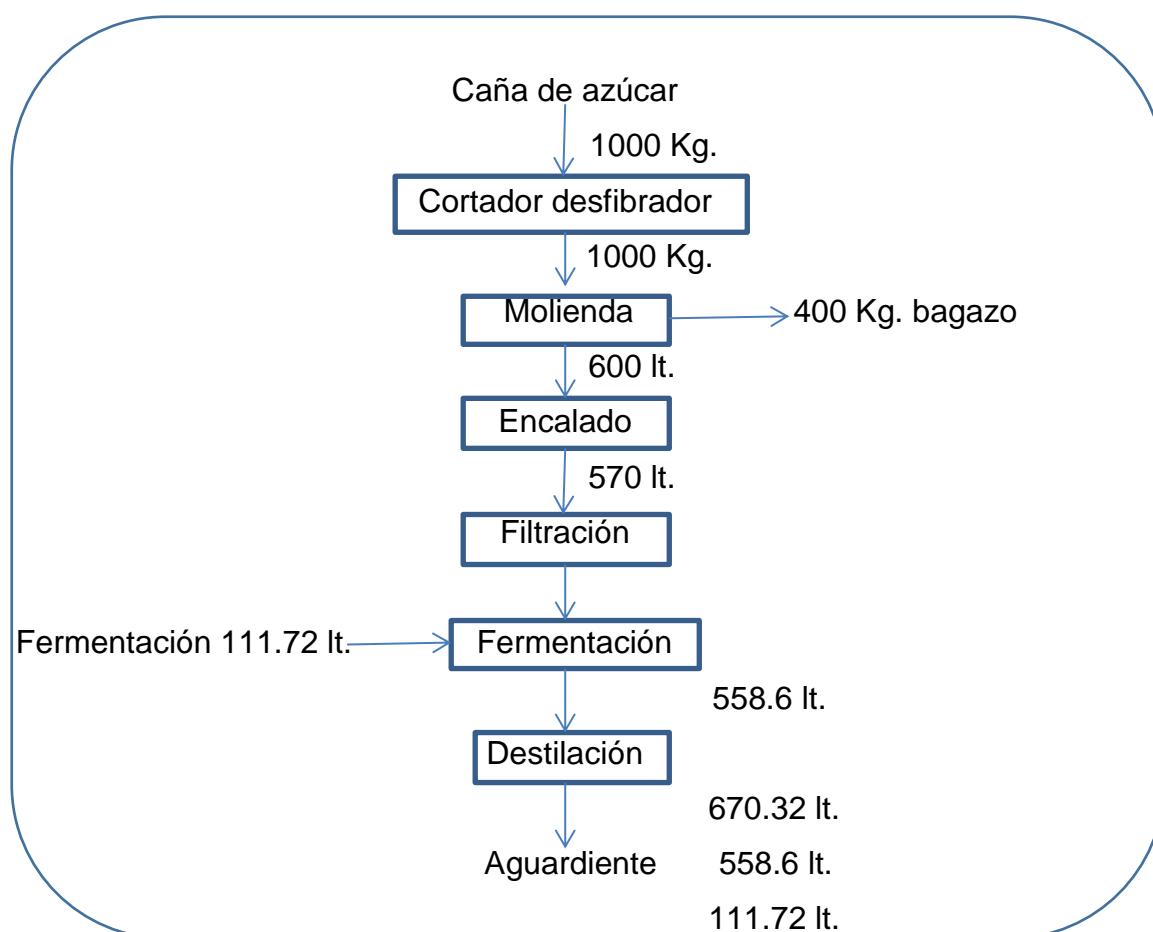


Figura 5: Balance de masa mejorado.

La pérdida durante la extracción de jugo es de 40% de bagazo. A su vez, la cantidad de fermento es del 20% en relación a los 558.6 lt. y como resultado 111.72 lt. de aguardiente a un 20% de sólidos solubles.

*Tabla 9. Costo de producción mejorado*

DESCRIPCION	UNID.	CANT.	COSTO S/.	
			PREC.UNIT.S/.	TOTAL
<u>Materiales e insumos</u>				
Caña de azúcar	TN	1	40	40
Combustible (briquetas de residuos)	Tercio	10	0.8	8
Petróleo	Galón	1.5	8.5	12.75
Levadura	Kg.	0.5	30	15
Sub total S/.				75.75
Mano de obra	Jornal	0.5	12.5	6.25
Sub total S/.				6.25
Gastos generales				
Depreciación				9
Movilidad para venta				4
Sub total S/.				13
<b>Total de costos de producción S/.</b>				<b>95</b>
Producto terminado	lt.	111.72	0.85	
Precio de venta	Garrafón	4.5	30	135
Utilidad				44

### 3.2.17. Principales análisis que se debe de realizar en la industria de elaboración de aguardiente

Para la elaboración de un aguardiente de calidad se deben realizar los siguientes controles:

#### a. Jugo extraído

La muestra debe ser continua. Toma de muestra de jugo deben ser tomadas en depósitos de acero inoxidable. Se toman análisis brix y temperatura haciendo sus respectivos registros de control.

#### b. Grados Brix

Brix indican el porcentaje de sacarosa en la solución relacionada con la densidad. El instrumento para medir el grado brix se llama brixometro, es manual.

#### c. Jugo en calado

Sirve para controlar la eficiencia del encalado. El °C pH de una solución acuosa describe su acidez o alcalinidad.

#### d. Filtración.

El precipitado por carbonato de calcio y las impurezas se eliminan por filtración.

Es necesario determinar la presencia o ausencia de sacarosa, que se espera sea mínimo (lectura polarímetro).

#### e. Fermentación.

En el inicio de la fermentación alcohólica todo el proceso de cambios físicos y químicos a experimentarse en el mosto es originado por la disminución de la densidad y la elevación activa de temperatura, requiriendo seguir la marcha mediante controles de 2 a 3 veces diario. De esta manera es necesario intervenir en caso necesario para conducir la fermentación hay que controlar la marcha, lo cual implica determinar la densidad y toma de la temperatura.

#### f. Grado alcohólico.

Para determinar los grados alcohólicos por destilación su dopaje es muy importante. La técnica tomar 200 cm<sup>3</sup> en un matraz aforado, transversal a un caldero, enjuagar dos o tres veces el matraz con el que se ha medido el alcohol con 250 cm<sup>3</sup> de agua destilada

añadiendo en el caldero. Neutralizar el alcohol con hidróxido de sodio N/1 y ácido tánico para su arrastre al fondo en las distancias en suspensión y evitar la evaporación de los ácidos volátiles, causado problemas en la lectura, se destila hasta recoger aproximadamente las  $\frac{3}{4}$  partes del volumen. Se completan hasta el volumen primitivo con agua destilada y verter el destilado homogéneo en una probeta perfectamente limpia seca introducir el alcoholímetro concentrado; hacer la lectura del destilado consultando luego a las tablas de corrección alcohometría y obtener el grado real a la temperatura de 15° o 20°C. en todo caso del alcoholímetro (Cano Legua, 2003).

**g. Análisis de bagazo.**

Es el residuo de la molienda de la caña. Su propiedad más importante, desde el punto de vista de la producción del vapor es la humedad. Cuando el trabajo de los molinos es deficiente, su humedad será 50% aproximadamente, mientras que con un buen trabajo su humedad será 40%.

**h. Determinación humedad.**

Se tara la malla y se pesa 100 gr. de muestra y en seguida se coloca en un desecador por 15 minutos y se determina la humedad por diferencia de peso.

Peso de bagazo:  $(100 \text{ gr} + \text{tara}) - (\text{peso de bagazo secado} + \text{tara})$ . Es muy importante obtener resultados menores de 50%.

## CAPITULO 4

### RESULTADOS

#### 4.1. Resultados descriptivos

- Las cañas de azúcar en su mayoría se reciben en los centros de producción en patios abiertos expuestos al medio ambiente la cual corren el riesgo de contaminarse.
- La variedad de caña que se utilizan para la elaboración de aguardiente varían de acuerdo a la zona, por factores ambientales y técnicas de cosecha en diferentes tiempos, lo que se da por resultado diferente contenido en sacarosa y rendimiento.
- Esta operación se realiza con mucha deficiencia perdiendo aproximadamente entre 20% - 25% de jugo de caña, porque lo realizan en una sola molienda.
- El jugo extraído de la molienda es transportado por un sistema de cañería de PVC (seccionado por la mitad), seguido de un material (bambú), hacia los tanques de fermentación. El jugo está expuesto al medio ambiente. Por lo tanto, hay riesgos de contaminación por bacterias.
- Los tanques de fermentación son en su mayoría PVC (timbo); el tiempo de fermento varía entre dos a tres días, se deja 15 minutos antes de ser transportado al destilador con previa separación de la espuma.
- El sistema de calentamiento se realiza a fuego directo utilizando combustible como el bagazo de caña o leña.
- El tiempo de destilación que utilizan es generalmente por 6 horas. El suministro de agua es abastecida por un manantial (quebrada) que llega al tanque de enfriamiento por gravedad. En algunos casos lo realizan manualmente con abastecimientos y utensilios de baldes con agua.
- El envasado y almacenado lo realizan en garrafones con diferentes capacidades.

De acuerdo a los resultados de las diferentes plantas de procesamiento del aguardiente, tales como:

**Zona 01****Sector: Polvoraico – Morales.****Plantas N° 1, 3, 4 y 7.****A. Equipos de proceso:**

- Trapiche mecánico para la molienda de fierro dulce.
- Fermentación del jugo de caña en timbos PVC.
- Alambique para el destilado de cilindro de fierro.

**30% de eficiencia.****Optima:** 45% de eficiencia si los equipos son de acero inoxidable.**B. Análisis en el laboratorio del producto elaborado (aguardiente)***Tabla 10. Resultados de laboratorio - Zona 01*

Muestra N°	Determinación de Acidez %	Determinación de PH	Determinación del grado alcohólico	Alcoholes Superiores (200 ml.)				
				Methyl Alcohol ml.	Alcohol Étilico ml.	2-propanol Iso propanol ml.	1-propanol normal ml.	Agua ml.
1	0.12	5.0	43°	0.1	40	45.5	36.4	78
3	0.108	4.88	44°	0.09	19	40.8	90.11	50
4	0.10	4.73	38°	0.08	28	45.52	87.4	39
7	0.10	4.57	45°	0.08	39	48.4	71.52	41

## C. Condiciones climáticas

Tabla 11. Condiciones climáticas para el cultivo de caña de azúcar- Zona 01

Del Sector		Optima	
Temperatura	24°C ----- 32°C	Temperatura	23°C ----- 26°C
Precipitación	1200mm – 1300mm	Precipitación	1000mm --- 1200mm
Humedad	70% ----- 80%	Humedad	71% ----- 83%

## Zona 02

**Sector: Mayopampa – Morales**

**Planta N° 13 y 14**

### A. Equipos de proceso:

- Trapiche mecánico para molienda de fierro dulce.
- Fermentación del jugo de caña en timbos PVC.
- Alambique para el destilado, de cilindro de fierro.

### **30% Eficiencia**

**Optimo: 45%** de eficiencia si es que los equipos son construidos a base de acero inoxidable.

### B. Análisis en el laboratorio del producto elaborado (aguardiente)

Tabla 12. Resultados de laboratorio - Zona 02

Muestra	Determinación de Acidez %	Determinación de PH	Determinación del grado alcohólico	Alcoholes Superiores (200 ml.)				
				Methyl Alcohol ml.	Alcohol Etílico ml.	2-propanol Iso propanol ml.	1-propanol normal (alcohol normal) ml.	Agu a ml.
12	0.132	4.45	38°	0.07	34	38.5	37.43	90
13	0.066	4.71	40°	0.09	35	43.7	41.21	80



### **C. Condiciones climáticas**

*Tabla 13. Condiciones climáticas para el cultivo de caña de azúcar- Zona 02*

<b>Del Sector</b>		<b>Optima</b>	
Temperatura	24°C ----- 32°C	Temperatura	23°C ----- 26°C
Precipitación	1200mm – 1300mm	Precipitación	1000mm --- 1200mm
Humedad	70% ----- 80%	Humedad	71% ----- 83%

### **Zona 03.**

**Sector: Lamas.**

**Plantas 15, 16 y 17**

#### **A. Equipos de proceso:**

- Trapiche mecánico para molienda de fierro dulce
- Fermentación del jugo de caña en timbos PVC.
- Alambique para el destilado de cilindro de fierro.

**30% Eficiencia**

**Optima:** 45% de eficiencia si los equipos son de acero inoxidable.

#### **B. Análisis en el laboratorio del producto elaborado(aguardiente).**

*Tabla 14. Resultados de laboratorio - Zona 03*

Muestra	Determinación	Determinación	Determinación	Alcoholes Superiores (200 ml.)				
				Methyl Alcohol ml.	Alcohol Etílico ml.	2-propanol Iso propanol ml.	1-propanolnormal (alcohol normal) ml.	Agua ml.
<b>15</b>	0.18	4.66	44°	0.1	36	48.6	27.3	88
<b>16</b>	0.072	4.60	45°	0.09	37	47.3	28.61	87
<b>17</b>	0.18	4.22	40°	0.1	38	46.7	29.2	86

### **C. Condiciones climáticas**

*Tabla 15. Condiciones climáticas para el cultivo de caña de azúcar- Zona 03*

	<b>Del Sector</b>		<b>Optima</b>
Temperatura	22°C ----- 28°C	Temperatura	23°C ----- 26°C
Precipitación	1000mm – 1200mm	Precipitación	1000mm --- 1200mm
Humedad	75% ----- 85%	Humedad	71% ----- 83%

### **Zona 04:**

**Sector: Aucaloma Fundo “Bello Horizonte”**

**Planta N° 5**

#### **A. Equipos de proceso:**

- Trapiche mecánico para molienda de fierro dulce
- Fermentación del jugo de caña en timbos PVC.
- Alambique para el destilado, de cilindro de acero quirúrgico.

**35% Eficiencia.**

**Optima:** 45% de eficiencia si los equipos son de acero inoxidable.

#### **B. Análisis en el laboratorio del producto elaborado (aguardiente)**

*Tabla 16. Resultados de laboratorio - Zona 04*

Muestra	Determinación	Determinación	Determinación	Alcoholes Superiores (200 ml.)				
				Methyl Alcohol ml.	Alcohol Etilico ml.	2-propanol Iso propanol ml.	1-propanolnormal (alcohol normal) ml.	Agua ml.
<b>5</b>	0.072	4.79	49°	0.06	27	43.7	49.24	80

## **B. Condiciones climáticas del sector.**

*Tabla 17. Condiciones climáticas para el cultivo de caña de azúcar- Zona 04*

	<b>Del Sector</b>		<b>Optima</b>
Temperatura	30°C ----- 33°C	Temperatura	23°C ----- 26°C
Precipitación	800mm – 1200mm	Precipitación	1000mm --- 1200mm
Humedad	60% ----- 65%	Humedad	71% ----- 83%

## **ZONA 05**

**Sector: Picota**

**Planta N° 2 y 8.**

### **A. Equipos de proceso.**

- Trapiche mecánico para molienda de fierro dulce.
- Fermentación del jugo de caña en timbos PVC.
- Alambique para destilado de cilindro de fierro.

**30% Eficiencia.**

**Optima:** 45% de eficiencia si los equipos son de acero inoxidable.

### **C. Análisis en el laboratorio del producto elaborado (aguardiente)**

*Tabla 18. Resultados de laboratorio - Zona 05*

Muestra	Determinación	Determinación	Determinación	Alcoholes Superiores (200 ml.)				
				Methyl Alcohol ml.	Alcohol Etílico ml.	2-propanol Iso propanol ml.	1-propanolnormal (alcohol normal) ml.	Agua ml.
<b>2</b>	0.11	5.0	43°	0.2	32	46.6	38.2	83
<b>8</b>	0.114	4.55	39°	0.07	25	40.3	42.63	92

#### **D. Condiciones climáticas para el cultivo de caña de azúcar**

*Tabla 19. Condiciones climáticas para el cultivo de caña de azúcar- Zona 05*

	<b>Del Sector</b>		<b>Optima</b>
Temperatura	30°C ----- 35°C	Temperatura	23°C ----- 26°C
Precipitación	800mm – 1200mm	Precipitación	1000mm --- 1200mm
Humedad	50% ----- 60%	Humedad	71% ----- 83%

#### **Zona 06.**

**Sector: Chazuta.**

**Planta N° 11**

#### **A. Equipos de proceso.**

- Trapiche mecánico para la molienda de fierro dulce.
- Fermentación del jugo de caña en timbos de PVC.
- Alambique para destilado de cilindro de fierro.

**30% Eficiencia**

**Optima:** 45% de eficiencia si los equipos son de acero inoxidable.

#### **B. Análisis en el laboratorio del producto elaborado (aguardiente)**

*Tabla 20. Resultados de laboratorio - Zona 06*

Muestra	Determinación	Determinación	Determinación	<b>Alcoholes Superiores (200 ml.)</b>				
				Methyl Alcohol ml.	Alcohol Etílico ml.	2-propanol Iso propanol ml.	1-propanolnormal (alcohol normal) ml.	Agua ml.
N°	de Acidez %	de PH	del grado alcohólico					
11	0.069	4.61	45°	0.06	37	48.6	45.34	69

## **E. Condiciones climáticas para el cultivo de caña de azúcar**

*Tabla 21. Condiciones climáticas para el cultivo de caña de azúcar- Zona 06*

<b>Del Sector</b>		<b>Optima</b>	
Temperatura	30°C ----- 33°C	Temperatura	23°C ----- 26°C
Precipitación	800mm – 1200mm	Precipitación	1000mm --- 1200mm
Humedad	50% ----- 60%	Humedad	71% ----- 83%

### **Zona 07.**

**Sector: Tununtunumba.**

**Planta N° 6, 9, 10 y 14.**

#### **A. Equipos de proceso**

- Trapiche mecánico para molienda de fierro dulce.
- Fermentación del jugo de caña en timbos PVC.
- Alambique para destilado de cilindro de fierro.

**28% Eficiencia**

**Optima:** 45% de eficiencia si los equipos son de acero inoxidable.

#### **B. Análisis en el laboratorio del producto elaborado (aguardiente)**

*Tabla 22. Resultados de laboratorio - Zona 07*

Muestra N°	Determinación de Acidez %	Determinación de PH	Determinación del grado alcohólico	Alcoholes Superiores (200 ml.)				Agua ml.
				Methyl Alcohol ml.	Alcohol Etílico ml.	2-propanol Iso propanol ml.	1-propanol Normal (alcohol normal) ml.	
6	0.108	4.57	37°	0.07	32	46.6	47.33	74
9	0.126	4.53	40°	0.09	32	44.6	28.3	95
10	0.126	4.56	40°	0.08	28	45.3	38.62	88
14	0.216	4.23	35°	0.07	34	41.4	37.53	87

### **C. Condiciones climáticas**

*Tabla 23. Condiciones climáticas para el cultivo de caña de azúcar- Zona 07*

<b>Del Sector</b>		<b>Optima</b>	
Temperatura	30°C ----- 33°C	Temperatura	23°C ----- 26°C
Precipitacion	800mm – 1200mm	Precipitacion	1000mm --- 1200mm
Humedad	50% ----- 60%	Humedad	71% ----- 83%

### **Zona 08.**

**Sector: Tabalosos**

**Planta 18, 19 y 20**

#### **A. Equipos de proceso.**

- Trapiche mecánico para la molienda de fierro dulce.
- Fermentado del jugo de caña en timbos PVC.
- Alambique para el destilado de acero inoxidable.

**35% Eficiencia**

**Optima:** 45% de eficiencia si los equipos son de acero inoxidable.

#### **B. Análisis en el laboratorio del producto elaborado (aguardiente)**

*Tabla 24. Resultados de laboratorio - Zona 08*

Muestra	Determinación	Determinación	Determinación	<b>Alcoholes Superiores (200 ml.)</b>				
				MethylAlcohol ml.	Alcohol Etilico ml.	2-propanol Iso propanol ml.	1-propanolnormal (alcohol normal) ml.	Agua ml.
<b>18</b>	0.066	4.63	42°	0.1	43	43.6	36.3	77
<b>19</b>	0.12	4.47	42°	0.08	38	48.5	41.42	72
<b>20</b>	0.12	4.44	40°	0.07	37	47.7	49.2	66

## C. Condiciones climáticas

Tabla 25. Condiciones climáticas para el cultivo de caña de azúcar- Zona 08

	Del Sector		Optima
Temperatura	24°C ----- 30°C	Temperatura	23°C ----- 26°C
Precipitación	1000mm – 1500mm	Precipitación	1000mm --- 1200mm
Humedad	70% ----- 80%	Humedad	71% ----- 83%

### 4.2. Verificación de hipótesis

Tabla 26. Coeficientes<sup>a</sup>

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
	B	Error típ.	Beta		
(Constante)	,138	,075		1,845	,086
Trapich	-,017	,012	-,333	-1,368	,193
Fermentación	,008	,018	,126	,444	,664
Alambiq	,034	,014	,581	2,457	,028
Tanq_Refriger	-,025	,015	-,631	-1,626	,126
Eficienc	,000	,002	-,069	-,143	,889

Variable dependiente: Acidez

El resultado de la regresión es significativa, la relación entre la variable dependiente y los regresores. Entonces se ha realizado una prueba t para determinar la significancia de cada uno de los parámetros individuales.

Para cualquier parámetro B, se plantea los siguiente:

$$H_0 = B_i = 0$$

$$H_1 = B_i \neq 0$$

Se observa que la variable alambique explica el comportamiento de la determinación de acidez, con un nivel de significación de 0,05. (Resultó significativo  $p= 0,028$ ). A partir de los resultados anteriores, se tiene la ecuación de la recta de regresión múltiple ajustada por el método de mínimos cuadrados.

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_4X_4 + B_5X_5 + e$$

$$Y = 0,138 + (-0,017) X_1 + (0,008) X_2 + 0,034X_3 + (-0,05) X_4 + (0,000) X_5 + e$$

Donde, manteniendo constantes las variables: Trapiche, fermentación, tanque de refrigeración, eficiencia del estudio, un incremento en el alambique de un punto es acompañado por un incremento en la determinación de la acidez de 0,034.



## CAPITULO 5

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1. Análisis de influencia

Para el manejo de la relación e influencia del estado situacional Tecnológico del procesamiento de la caña de azúcar en la calidad del aguardiente, se analizó por cada dimensión, los cuales se especifica la secuencia de las intervenciones que resultaron significativas en la regresión y en el anova (Se utilizó el Softward estadístico SPSS. versión 22).

##### 5.1.1. Análisis comparativo con otros resultados

###### ➤ Determinación de Acidez

Tabla 27. Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,757 <sup>a</sup>	,573	,420	,02306

a. Variables predictoras: (Constante), Eficienc, Alambiq, Trapich, Fermentacion, Tanq\_Refriger

Tabla 28. ANOVA<sup>a</sup>

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	0,010	5	0,002	3,756	,023 <sup>b</sup>
Residual	0,007	14	0,001		
Total	0,017	19			

a. Variable dependiente: Acidez

b. Variables predictoras: (Constante), Eficienc, Alambiq, Trapich, Fermentación, Tanq\_Refriger

Si se comparan las probabilidades, si p-valor < 0,05, se rechaza la hipótesis nula. En este caso p-valor = 0,023 y menor que 0,05; entonces se rechaza la hipótesis nula y concluimos que al menos uno de los parámetros es diferente de cero al nivel de significación 0,05.

Tabla 29. Coeficientes<sup>a</sup>

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
	B	Error típ.	Beta		
(Constante)	0,138	0,075		1,845	0,086
Trapiche	-0,017	0,012	-0,333	-1,368	0,193
Fermentación	0,008	0,018	0,126	0,444	0,664
Alambique	0,034	0,014	0,581	2,457	0,028
Tanq_Refrigerac.	-0,025	0,015	-0,631	-1,626	0,126
Eficiencia	0,000	0,002	-0,069	-0,143	0,889

a. Variable dependiente: Acidez

Al resultar significativa la regresión; es decir la relación entre la variable dependiente y los regresores.

Entonces se ha realizado una prueba t para determinar la significancia de cada uno de los parámetros individuales.

Para cualquier parámetro B, se plantea los siguiente:

$$H_0 = B_i = 0$$

$$H_1 = B_i \neq 0$$

Se observa que la variable alambique explica el comportamiento de la determinación de la acidez, con un nivel de significación de 0,05. (Resultó significativo  $p = 0,028$ ). A partir de los resultados anteriores, se tiene la ecuación de la recta de regresión múltiple ajustada por el método de mínimos cuadrados.

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_4X_4 + B_5X_5 + e$$

$$Y = 0,138 + (-0,017) X_1 + (0,008) X_2 + 0,034X_3 + (-0,05) X_4 + (0,000) X_5 + e$$

Donde, manteniendo constantes las variables: Trapiche, fermentación, tanque de refrigeración, eficiencia del estudio, un incremento en el alambique de un punto es acompañado por un incremento en la determinación de la acidez de 0,034.

➤ **Determinación grado alcohólico**

*Tabla 30. Estadísticos descriptivos*

	<b>Media</b>	<b>Desviación típica</b>	<b>N</b>
Grado de alcohol	41,4500	3,36350	20
Trapiche	2,4500	,60481	20
Fermentación	1,7000	,47016	20
Alambique	1,4500	,51042	20
Tanque de refrigeración	1,8000	,76777	20
Eficiencia	31,5000	6,70820	20

*Tabla 31. Correlaciones*

		<b>Grado de alcohol</b>	<b>Trapiche</b>	<b>fermentación</b>	<b>Alambique</b>	<b>Tanque de refrigeración</b>	<b>Eficiencia</b>
Correlación de Pearson	Grado de alcohol	1,000	0,387	-0,176	0,397	0,465	0,225
	Trapiche	0,387	1,000	-0,611	0,503	0,544	0,668
	Fermentación	-,176	-,611	1,000	-0,504	-0,612	-0,768
	Alambique	0,397	0,503	-0,504	1,000	0,645	0,638
	Tanq_Refrigerac.	0,465	0,544	-0,612	0,645	1,000	0,879
	Eficiencia	0,225	0,668	-0,768	0,638	0,879	1,000
Sig. (unilateral)	Grado de Alcohol	.	0,046	0,228	0,042	0,019	0,170
	Trapiche	0,046	.	0,002	0,012	0,007	0,001
	Fermentación	0,228	0,002	.	0,012	0,002	0,000
	Alambique	0,042	0,012	0,012	.	0,001	0,001
	Tanq_Refrigerac.	0,019	0,007	0,002	0,001	.	0,000
	Eficiencia	0,170	0,001	0,000	0,001	0,000	.
N	Grado de Alcohol	20	20	20	20	20	20
	Trapiche	20	20	20	20	20	20
	Fermentación	20	20	20	20	20	20
	Alambique	20	20	20	20	20	20
	Tanq_Refrigerac.	20	20	20	20	20	20
	Eficiencia	20	20	20	20	20	20

Tabla 32. Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,733 <sup>a</sup>	,537	,372	2,66649

a. Variables predictoras: (Constante), Eficienc, Alambiq, Trapich, Fermentacion, Tanq\_Refriger

b. Variable dependiente: Grado de alcohol

Tabla 33. ANOVA

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	115,408	5	23,082	3,246	,037 <sup>b</sup>
	Residual	99,542	14	7,110		
	Total	214,950	19			

a. Variable dependiente: Grado de alcohol

b. Variables predictoras: (Constante), Eficiencia, Alambique, Trapiche, Fermentación, Tanque de Refrigeración.

Si se comparan las probabilidades, si **p-valor < 0,05**, se rechaza la hipótesis nula. En este caso **p-valor = 0,037** y MENOR que 0,05; entonces **se RECHAZA la hipótesis nula** y concluimos que al menos uno de los parámetros es diferente de cero al nivel de significación 0,05.

Tabla 34. Resultados del modelo- Determinación grado alcohólico

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Intervalo de confianza de 95,0% para B		Correlaciones		
	B	Error típ.	Beta			Límite inferior	Límite superior	Orden cero	Parcial	Semi parcial
(Constante)	45,492	8,629		5,272	,000	26,984	64,000			
Trapiche	2,682	1,411	,482	1,901	,078	-,344	5,708	,387	,453	,346
Fermentación	-,505	2,113	-,071	-,239	,815	-5,037	4,027	-,176	-,064	-,043
Alambique	1,261	1,624	,191	,777	,450	-2,221	4,743	,397	,203	,141
Tanq_Refriger.	5,310	1,769	1,212	3,001	,010	1,515	9,105	,465	,626	,546
Eficiencia	-,671	,253	-1,339	2,650	,019	-1,214	-,128	,225	-,578	-,482

Al resultar significativa la regresión entre la variable dependiente y los regresores.

Entonces se ha realizado una prueba t para determinar la significancia de cada uno de los parámetros individuales.

Para cualquier parámetro B, se plantea los siguiente:

$$H_0 = B_i = 0$$

$$H_1 = B_i \neq 0$$

Se observa que las variables tanque de refrigeración y eficiencia explican el comportamiento de la determinación del grado alcohólico, con un nivel de significación de 0,05. (Resultaron significativos  $p = 0,010$  y  $p = 0,019$  respectivamente)

A partir de los resultados anteriores, se tiene la ecuación de la recta de regresión múltiple ajustada por el método de mínimos cuadrados.

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_4X_4 + B_5X_5 + e$$

$$Y = 45,492 + 2,682X_1 + (-0,505) X_2 + 1,261X_3 + 5,310X_4 + (-0,671) X_5 + e$$

Donde, manteniendo constantes las variables: Trapiche, fermentación, alambique, eficiencia del estudio, un incremento en el tanque de refrigeración de un punto es acompañado por un incremento en la determinación del grado alcohólico de 5,310.

## 5.2. Concordancia con otros resultados de investigación

Como antecedentes a la investigación tenemos lo siguiente:

1. **Molero Rimarachin, Carlos E. (2004).** El cultivo de la caña de azúcar en la región San Martín data desde 1930. Se reporta la producción de este cultivo como materia prima para la elaboración de Aguardiente y Chancaca, que se utilizaba en la celebración de fiestas populares.

En la década de 1970 en San Martín se implementa a través de la Central de Cooperativas Agrarias de Producción Azucarera del Perú (CECOAAP), el “Proyecto Azucarero del Huallaga Central” conocido como Proyecto Azúcar Selva, con perspectivas para la instalación de 12,000 Has. de caña de azúcar y un ingeniero azucarero con una capacidad de molienda de 6,000 TM caña corte/día. Se instalaron semilleros con introducción de 30 variedades. Lamentablemente, este proyecto quedó trunco por la coyuntura política de aquel entonces y el deterioro del sistema cooperativo nacional. En 1990, se presentó una nueva oportunidad para el desarrollo del cultivo de caña de azúcar en nuestra región con la presencia e introducción de capitales de una empresa italiana, fracasando también en este segundo intento por circunstancias de seguridad interna de nuestro país y en particular de nuestra Región y por una distorsionada y mal intencionada información sobre este cultivo en la zona (Molero Rimarachin , 2004).

2. **MINANGRI, (2003).** En el año 2000, la dirección Agraria San Martín inicia sus actividades en el proyecto de caña de azúcar con las instalaciones de semillero con las variedades CH-32 8560, CH-37 1933, H57-5174 y Azul Casa Grande P12-745.

En el año 2003, la firma norteamericana instala un semillero de caña de azúcar en el sector Carhuapoma de la provincia de Bellavista con el

objetivo de producción de etanol para emplearlo como recurso energético renovable.

En la región San Martín se cultivan actualmente alrededor de 2,500 Has. de caña de azúcar, cuya producción es destinada exclusivamente a la producción de aguardiente y chancaca, utilizando tecnología artesanal, con trapiches de madera o de fierro, a tracción animal o motor, alambiques y otros elementos que dan como resultado bajos rendimientos y productos finales de incipiente calidad (MINAGRI-Oficina de Información Agraria (OIA), 2003 ).

Se justifica adicionalmente porque la propuesta que está enmarcado dentro del Plan Nacional de Desarrollo Agropecuario, la sustitución de cultivos ilícitos la lucha frontal contra la pobreza y la generación de empleo en el proceso de reactivación económica del País.

**3. Añi Ughas, Carlos (2001).** La Cía. PILLSBURY asume la misión de producir alimentos 100% seguros para los vuelos espaciales, ellos determinan que los sistemas de control de calidad están orientados hacia la inspección del producto final, es decir hacia la parte curativa y no a la prevención ( García Pantigozo, 1998).

Su primera presentación se dio en la conferencia nacional de protección alimentaria en 1971. Este sistema ofrece un plan integral para el control microbiológico de los alimentos supera los inconvenientes surgidos durante la inspección y análisis microbiológico del producto final. Hace hincapié sobre aquellos factores que influyen directamente en la contaminación microbiana y en la calidad de un alimento a lo largo de toda producción. Además, es necesario mencionar las ventajas económicas del sistema, así un alimento cuya elaboración ha seguido un alto grado de seguridad sobre la inocuidad microbiana y su calidad.

**4. Barthe Puscan, Luis (2003).** En la región San Martín, hay actualmente pequeñas empresas dedicadas a la producción de

aguardiente. La elaboración se hace en forma artesanal y el producto obtenido es de baja calidad, consecuentemente el producto se vende a bajo precio. En la línea de producción de elaboración de aguardiente de caña de azúcar, la calidad implica muchos factores (materia prima, equipo, almacenamiento entre otros) que afectan directa e indirectamente en el producto terminado. Aplicando un buen sistema se podrá identificar los riesgos dentro de la línea de producción y a la vez hacer el monitoreo pertinente que controle los riesgos, para así, obtener productos de buena calidad que cumpla los estándares de calidad establecidos por INDECOPI, institución encargada de hacer cumplir con las normas de calidad.



## CONCLUSIONES

1. No se realiza el control de índice de madurez para el procesamiento, asimismo el rendimiento de producto terminado es relativamente bajo en función del jugo de caña extraído.
2. La maquinaria empleada en el sistema de operación de la molienda es deficiente perdiendo relativamente de un 20% - 25% en la extracción de jugo, además la infraestructura y equipos no presenta las condiciones mínimas para la elaboración de aguardiente.
3. El ambiente para la elaboración de aguardiente y la masa de moliendas no es el adecuado y la fermentación se realiza en diferentes tipos de envases debido a que no se realiza algún tipo de control físico-químico.
4. De acuerdo con los indicadores, en la provincia de San Martín, la calidad del aguardiente de caña de azúcar es media porque el porcentaje de la presencia de alcoholes superiores es elevada, pasando del 60 a 65% de la cantidad que se obtiene.

## RECOMENDACIONES

1. Seleccionar la variedad de caña y realizar estudios de índice de madurez adecuada para el procesamiento de la caña en la elaboración de aguardiente desinfectando los equipos en cada programa de producción cuidando que la fermentación se debería realizar en envases herméticos.
2. Los tanques de fermentación deben ser de madera y contar con un dispositivo de control de temperatura y la recepción de la materia prima debe realizarse en ambientes adecuados para luego realizar la limpieza de la caña de azúcar.
3. Durante la elaboración de aguardiente es necesario controlar la temperatura en el destilador con un rango 50 – 100°C, además el sistema de destilación deberá contar con dispositivo de control de temperatura y presión y así evitar la presencia de alcoholes superiores.
4. Realizar estudio comparativo detallado de la tecnología tradicional y la tecnología mejorada en beneficio socioeconómico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andreas, H., Obando, N., & Casas, T. (1938). Informe de la comisión encargada de visitar los ingenios azucareros del país. Bogotá.
- Beltrán, E. (1984). Ayer, hoy y mañana de la caña de azúcar en Colombia. Cerrito.
- Books.google. (s.f.). Google Libros. Obtenido de books.google.com.pe
- Cano Legua, F. (2003). Elaboración de vino. Tarapato, Perú.
- Carbonell Razquin, M. (1970). Elaboración de aguardiente. Barcelona.
- Carrasco Gonzales , J. (2003). Consultores asociados SAC. Ica.
- Clark Sugar , J. (1982). Industria de la caña de azúcar. México.
- Chardon, C. (1930). Reconocimiento Agro-pecuario del Valle del cauca. Valle del cauca.
- Chem, J. (1990). Manual de azúcar de caña,. México.
- Chen, J. (1990). Manual de azúcar de caña. México.
- Dirección Regional Agraria de San Martin. (2003). Proyecto Azucarero del Huallaga Central. Tarapato.
- El Universo. (18 de Enero de 2003). La caña también da panela. Obtenido de <https://www.eluniverso.com>.
- Fauconnier, R., & Bassereau, D. (1980). Tecnicas agrícolas y Producciones tropicales. Mexico.
- García Pantigozo, M. (1998). Cultura de la Normalización.
- Guardiola, J. (1995). El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia: Avances tecnológicosológicos entre 1950 y 1980. Cali.
- Guardiola, J. (1995). El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali.

- LLamoza Molero, P. (2004). El Cultivo de caña.
- Mallama, W. (1996). Proceso de industrialización en el Municipio de Palmira 1920-1970. Palmira.
- Mancini. (1953). Tenencia y uso de la tierra por la industria azucarera del Valle del Cauca. (Tesis de pregrado Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Mancini, S. (1953). Tenencia y uso de la tierra por la industria azucarera del Valle del Cauca. Valle del cauca.
- Mancini, S. (1953). Tenencia y uso de la tierra por la industria azucarera del Valle del Cauca. (Tesis de pregrado Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- MINAGRI. (1999). La Industria Azucarera Nacional y el Mercado Internacional. Lima, Perú .
- MINAGRI. (2012). Producción de la Caña de Azúcar .
- MINAGRI-Oficina de Información Agraria (OIA). (2003 ). Estudio de Industrialización de la Caña de Azúcar en San Martín .
- Molero Rimarachin, C. E. (2004). Mejoramiento tecnológico en la elaboración de aguardiente en la región San Martín. Tarapoto, Perú .
- Osorio, G. (2007). Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas y Buenas Prácticas de Manufactura. Medellín: CTP Prin Ltda.
- Parrondo, M. d. (1 de Mayo de 2013). Foresight Cuba. Obtenido de Foresight Cuba: <http://foresightcuba.com/la-industria-azucarera-cubana/>
- Terranova. (1995). Cultivo de Caña de Azúcar. Barcelona-España.

### Anexo 1 Estadísticos descriptivos

	Media	Desviación típica	N
Determinación de_Ph	4,610	,2081	20
Trapiche	2,4500	,60481	20
Fermentación	1,7000	,47016	20
Alambique	1,4500	,51042	20
Tanque Refrigeración	1,8000	,76777	20
Eficiencia	31,5000	6,70820	20

### Anexo 2 Correlaciones

		DETER M_PH	TRAPICH	FERMENT ACION	ALAMBIQ	TANQ_REF RIGER	EFICIENC
<b>Correlación de Pearson</b>	Determ. Ph	1,000	-,109	,371	-,134	,013	-,188
	Trapiche	-,109	1,000	-,611	,503	,544	,668
	Fermentación	,371	-,611	1,000	-,504	-,612	-,768
	Alambiq.	-,134	,503	-,504	1,000	,645	,638
	Tanq._Refriger.	,013	,544	-,612	,645	1,000	,879
	Eficiencia	-,188	,668	-,768	,638	,879	1,000
<b>Sig. (unilateral)</b>	Determ._Ph	.	,324	,054	,287	,478	,213
	Trapich	,324	.	,002	,012	,007	,001
	Fermentación	,054	,002	.	,012	,002	,000
	Alambiq	,287	,012	,012	.	,001	,001
	Tanq_Refriger	,478	,007	,002	,001	.	,000
	Eficiencia	,213	,001	,000	,001	,000	.
<b>N</b>	Determ._Ph	20	20	20	20	20	20
	Trapiche	20	20	20	20	20	20
	Fermentación	20	20	20	20	20	20
	Alambique	20	20	20	20	20	20
	Tanq._Refriger.	20	20	20	20	20	20
	Eficienc	20	20	20	20	20	20

**Anexo 3 Variables introducidas/eliminadas<sup>a</sup>**

Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método
1	Eficiencia, Alambique, Trapiche, Fermentación, Tanque de Refriger. <sup>b</sup>		Introducir

a. Variable dependiente: Determ\_Ph

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

**Anexo 4 Resumen del modelo<sup>b</sup>**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,531 <sup>a</sup>	,282	,026	,2054

a. Variables predictoras: (Constante), Eficiencia, Alambique, Trapiche, Fermentación, Tanque\_ Refrigeración

b. Variable dependiente: Determ\_Ph

**Anexo 5 ANOVA<sup>a</sup>**

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	,232	5	,046	1,101	,403 <sup>b</sup>
	Residual	,591	14	,042		
	Total	,823	19			

a. Variable dependiente: Determ\_Ph

b. Variables predictoras: (Constante), eficienc, alambiq, trapich, fermentacion, tanq\_refriger

**Anexo 6 Resultados del modelo- Determinación Ph**

Coefici. no estandarizados	Coefic. tipificados	t	Sig.	Intervalo de confianza de 95,0% para B		Correlaciones			Estadísticos de colinealidad		
				Límite inferior	Límite superior	Orden cero	Parcial	Semiparcia l	Tolerancia	FIV	
(Constante)	4,308	,665		6,479	,000	2,882	5,734				
Trapiche	,067	,109	,193	,612	,550	-,167	,300	-,109	,161	,139	,514
Ferment.	,212	,163	,480	1,304	,213	-,137	,562	,371	,329	,295	,379
Alambiq	-,058	,125	-,141	-,460	,652	-,326	,211	-,134	-,122	-,104	,545
Tanq_Refriger	,201	,136	,743	1,478	,162	-,091	,494	,013	,367	,335	,203
Eficiencia	-,016	,020	-,512	-,815	,429	-,058	,026	-,188	-,213	-,184	,130

a. Variable dependiente: Determ\_Ph.

**Anexo 7 Formato de encuesta****Encuesta - 01  
Producción de aguardiente****Campo****01. Propietario:** Roberto Dávila Torres**Lugar** : Morales-Sector Polvoraico – “Irrigación Capironaico”**Área de producción de caña de azúcar** : 02 Ha.**Producción de caña de azúcar por hectárea** : 06 tm**Tecnología usada para la elaboración:****Equipos**

1. Trapiche mecánico a motor.
2. Cilindros para la destilación.
3. Piscina para el enfriamiento del destilado con agua estancada.
4. Timbos de PVC para la fermentación del jugo de caña.
5. Para la filtración del aguardiente utiliza algodón natural.

**A. Variedad de caña** : javanesa**B. Grados brix del jugo de caña** : 17°**C. Tiempo de fermentación** : 3 días

## Anexo 8 Resultado de la muestra en el laboratorio

### Muestra # 01

**Propietario:** Roberto Dávila Torres

**Lugar** : Morales-Sector Polvoraico – “Irrigación Capironaico”

#### I. Determinación de acidez:

Volumen de gasto x N x Miliequivalente

Acidez del Aguardiente = -----

Volumen de muestra

$$= \frac{2 \times 0.1 \times 0.06}{10} = 0.0012 = \mathbf{0.12 \% \text{ de Acides}}$$

II. Determinación de Ph : 5.0

III. Determinación de grado alcohólico: 43°

IV. Determinación de alcoholes superiores: Para la obtención de alcoholes se aplicó una destilación gradual

#### Re destilación para obtener alcoholes secundarios (200 ml.)

TEMPERATURA	TIEMPO	PRODUCTO DE SEPARACIÓN	TIPO DE ALCOHOL
65°C	10 min.	0.1 ml.	Methyl alcohol
78°C	7 min.	40 ml.	Alcohol Etilico
82°C	7 min.	45.5 ml.	2- Propanol Iso propanol
97°C (90°)	5 min.	36.4 ml.	1- Propanol normal (Alcohol normal)
97°C a mas (90°)		78ml.	Agua restante
<b>TOTAL</b>		<b>200 .</b>	



## Anexo 9 Panel fotográfico

### ❖ Caña de azúcar



### ❖ Trapiche



❖ Fermentado



❖ Caldero



❖ Depósito para el serpentin



❖ Depósito para la recepción del aguardiente



❖ Pruebas realizadas en el laboratorio

