



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO AGROINDUSTRIAL**



**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TESIS DE GRADO**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**TEMA**

EVALUACION DEL PROCESO DE EXTRACCION DE ETANOL A PARTIR DE:  
*Ananas comosus* (PIÑA), *Citrus reticulata* (NARANJA) Y *Musa paradidisiaca*  
(BANANO) DE LA ZONA CENTRAL DE ECUADOR.

**AUTOR**

HECTOR WILLIAN MITIS MADROÑERO

**DIRECTOR DE TESIS**

SUNGEY NAYNEE SANCHEZ LLAGUNO, PhD.

**QUEVEDO - ECUADOR**

2015



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**Facultad de Ciencias de la Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería para el Desarrollo Agroindustrial**

Teléfonos: (593-05) 2750320 – 2752430 – 2753302

Fax: (593-05) 2753300 – 2753303

e-mail: [info@uteg.edu.ec](mailto:info@uteg.edu.ec)

Página web: [www.uteg.edu.ec](http://www.uteg.edu.ec)

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

Km. 1.5 vía a Quito

CASILLAS

Guayaquil: 10672

Quevedo: 73

---

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, **Hector Willian Mitis Madroño**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**HECTOR WILLIAN MITIS MADROÑO**



**UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**Facultad de Ciencias de la Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería para el Desarrollo Agroindustrial**

Teléfonos: (593-05) 2750320 – 2752430 – 2753302  
Fax: (593-05) 2753300 – 2753303  
e-mail: [info@uteg.edu.ec](mailto:info@uteg.edu.ec)  
Página web: [www.uteg.edu.ec](http://www.uteg.edu.ec)

Quevedo – Los Ríos – Ecuador  
Km. 1.5 vía a Quito

CASILLAS  
Guayaquil: 10672  
Quevedo: 73

---

## **CERTIFICADO**

La suscrita, SUNGEY NAYNEE SANCHEZ LLAGUNO, PhD. Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la egresada **HECTOR WILLIAN MITIS MADROÑERO**, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de ingeniero titulada **EVALUACION DEL PROCESO DE EXTRACCION DE ETANOL A PARTIR DE: *Ananas comosus* (PIÑA), *Citrus reticulata* (NARANJA) Y *Musa paradisiaca* (BANANO) DE LA ZONA CENTRAL DE ECUADOR**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

SUNGEY NAYNEE SANCHEZ LLAGUNO, Ph.D  
**DIRECTORA DE TESIS**



**UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**Facultad de Ciencias de la Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería para el Desarrollo Agroindustrial**

Teléfonos: (593-05) 2750320 – 2752430 – 2753302  
Fax: (593-05) 2753300 – 2753303  
e-mail: [info@uteg.edu.ec](mailto:info@uteg.edu.ec)  
Página web: [www.uteg.edu.ec](http://www.uteg.edu.ec)

Quevedo – Los Ríos – Ecuador  
Km. 1.5 vía a Quito

CASILLAS  
Guayaquil: 10672  
Quevedo: 73

---

## CERTIFICACIÓN

Yo, Soclga. Teddy Elizabeth De la Cruz Valdiviezo con CC N°.0910481522, docente de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifico que he revisado la tesis de grado del egresado **HECTOR WILLIAN MITIS MADROÑERO** con CC N°. 1723995971 previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, titulada **EVALUACION DEL PROCESO DE EXTRACCION DE ETANOL A PARTIR DE: *Ananas comosus* (PIÑA), *Citrus reticulata* (NARANJA) Y *Musa paradidisiaca* (BANANO) DE LA ZONA CENTRAL DE ECUADOR**, habiendo cumplido con la redacción y corrección ortográfica que se ha indicado.

---

Soclga. Teddy Elizabeth De la Cruz Valdiviezo  
**REDACCION TECNICA**



**UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**Facultad de Ciencias de la Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería para el Desarrollo Agroindustrial**

Teléfonos: (593-05) 2750320 – 2752430 – 2753302  
Fax: (593-05) 2753300 – 2753303  
e-mail: [info@uteg.edu.ec](mailto:info@uteg.edu.ec)  
Página web: [www.uteg.edu.ec](http://www.uteg.edu.ec)

Quevedo – Los Ríos – Ecuador  
Km. 1.5 vía a Quito

CASILLAS  
Guayaquil: 10672  
Quevedo: 73

---

## CERTIFICACIÓN

Yo, ING. QCO. IVAN PATRICIO VITERI GARCIA, docente de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifico que he revisado la tesis de grado del egresado **HECTOR WILLIAN MITIS MADROÑERO** con CC N°. 1723995971 previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, titulada **EVALUACION DEL PROCESO DE EXTRACCION DE ETANOL A PARTIR DE: *Ananas comosus* (PIÑA), *Citrus reticulata* (NARANJA) Y *Musa paradisiaca* (BANANO) DE LA ZONA CENTRAL DE ECUADOR**, habiendo cumplido con la redacción y corrección ortográfica que se ha indicado.

---

ING. QCO. IVAN PATRICIO VITERI GARCIA  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



**UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**Facultad de Ciencias de la Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería para el Desarrollo Agroindustrial**

Teléfonos: (593-05) 2750320 – 2752430 – 2753302

Fax: (593-05) 2753300 – 2753303

e-mail: [info@uteg.edu.ec](mailto:info@uteg.edu.ec)

Página web: [www.uteg.edu.ec](http://www.uteg.edu.ec)

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

Km. 1.5 vía a Quito

CASILLAS

Guayaquil: 10672

Quevedo: 73

---

## CERTIFICACIÓN

Yo, FLOR MARINA FON FAY VÁSQUEZ M.Sc., docente de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifico que he revisado la tesis de grado del egresado **HECTOR WILLIAN MITIS MADROÑERO** con CC N°. 1723995971 previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, titulada **EVALUACION DEL PROCESO DE EXTRACCION DE ETANOL A PARTIR DE: *Ananas comosus* (PIÑA), *Citrus reticulata* (NARANJA) Y *Musa paradidisiaca* (BANANO) DE LA ZONA CENTRAL DE ECUADOR**, habiendo cumplido con la redacción y corrección ortográfica que se ha indicado.

---

FLOR MARINA FON FAY VÁSQUEZ M.Sc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



**UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**Facultad de Ciencias de la Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería para el Desarrollo Agroindustrial**

Teléfonos: (593-05) 2750320 – 2752430 – 2753302  
Fax: (593-05) 2753300 – 2753303  
e-mail: [info@uteg.edu.ec](mailto:info@uteg.edu.ec)  
Página web: [www.uteg.edu.ec](http://www.uteg.edu.ec)

Quevedo – Los Ríos – Ecuador  
Km. 1.5 vía a Quito

CASILLAS  
Guayaquil: 10672  
Quevedo: 73

---

## CERTIFICACIÓN

Yo, JUAN ALEJANDRO NEIRA MOSQUERA, Ph.D, docente de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifico que he revisado la tesis de grado del egresado **HECTOR WILLIAN MITIS MADROÑERO** con CC N°. 1723995971 previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, titulada **EVALUACION DEL PROCESO DE EXTRACCION DE ETANOL A PARTIR DE: *Ananas comosus* (PIÑA), *Citrus reticulata* (NARANJA) Y *Musa paradidisiaca* (BANANO) DE LA ZONA CENTRAL DE ECUADOR**, habiendo cumplido con la redacción y corrección ortográfica que se ha indicado.

---

JUAN ALEJANDRO NEIRA MOSQUERA, Ph.D  
**PRESIDENTE DE TRIBUNAL DE TESIS**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO AGROINDUSTRIAL**  
**CARRERA: INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

Tesis de grado presenta al Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería Previo a la Obtención del Título de:

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

Título de tesis:

**“EVALUACION DEL PROCESO DE EXTRACCION DE ETANOL A PARTIR DE: *Ananas comosus* (PIÑA), *Citrus reticulata* (NARANJA) Y *Musa paradidisiaca* (BANANO) DE LA ZONA CENTRAL DE ECUADOR”**

**Aprobado:**

---

**JUAN ALEJANDRO NEIRA MOSQUERA, Ph.D**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS**

---

**FLOR MARINA FON FAY VÁSQUEZ M.Sc**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**ING. QCO. IVAN PATRICIO VITERI GARCIA**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**QUEVEDO – ECUADOR**  
**2015**

## **AGRADECIMIENTO**

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo me dio la bienvenida al mundo como tal, las oportunidades que me ha brindado son incomparables, y antes de todo esto ni pensaba que fuera posible que algún día si quiera me topara con una de ellas.

Agradezco mucho por la ayuda de mis padres, mis compañeros, y a los Docentes de la Facultad, en general por todo lo anterior en conjunto con todos los copiosos conocimientos que me ha otorgado.

Al Ph.D Juan Neira y la Ph.D Sungey Sánchez por la colaboración y disposición que tuvieron en ayudarme a realizar este trabajo de tesis.

***Hector Willian Mitis Madroño***

## **DEDICATORIA**

Agradezco a Dios ser maravilloso que me dio fuerza y fe para creer lo que me parecía imposible terminar.

Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento a mis padres Hector Mitis y Elsy Madroñero, mi familia fuente de apoyo constante e incondicional en toda mi vida y más aún en mis duros años de carrera estudiantil y quiero expresar mi más grande agradecimiento a mi compañeros y amigos que me mostraron que no hay cosas imposibles solo mentes ciegas que sin su ayuda hubiera sido imposible culminar mi profesión.

Gracias a esas personas importantes en mi vida, que siempre estuvieron listas para brindarme toda su ayuda

***Héctor Willian Mitis Madroñero***

# ÍNDICE GENERAL

## CONTENIDOS

Portada	i
Declaración de Autoría y Cesión de Derecho	ii
Certificado de redacción de tesis	iii
Certificado del tribunal de tesis	iv
Certificado del	v
Certificación del Director de Tesis	vi
Tribunal de Tesis	vii
Agradecimiento	viii
Dedicatoria	ix
Índice de Contenido	x
Resumen	xvi
Abstract	xvii

## INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
CAPITULO I.....	ii
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN .....	ii
1.1.    Introducción .....	2
1.1.1.  Antecedentes.....	2
1.1.2.  Problematización.....	3
1.2.    Objetivos.....	6
1.2.1.  Objetivo General.....	6
1.2.2.  Objetivos Específicos .....	6
1.3.    Hipótesis.....	7
1.3.1.  Hipótesis nulas .....	7
1.3.2.  Hipótesis alternativas .....	7
CAPITULO II.....	8
MARCO TEORICO .....	8
2.1.    Fundamentación teórica .....	9
2.1.1.  Piña .....	9
2.1.2.  Taxonomía .....	9

2.1.3. Características del sector ecuatoriano .....	9
2.2. Naranja .....	10
2.2.1. Características del sector ecuatoriano .....	10
2.3. Banano .....	10
2.3.1. Taxonomía .....	11
2.3.2. Características del sector ecuatoriano .....	11
2.3. Etanol.....	11
2.4. Bioetanol.....	12
2.5. Mezclas combustibles con etanol .....	12
2.6. Fermentación.....	13
2.7.1. Condiciones a medir y controlar en el proceso de fermentación .....	13
2.7. LEVADURA .....	14
2.8. MELAZA .....	15
CAPITULO III.....	16
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
3.1. Materiales Y Métodos .....	17
3.1.1. Materiales utilizados en la investigación.....	17
Materiales de Laboratorio .....	17
3.2. Métodos.....	18
3.2.1. Ubicación.....	19
3.3. Diseño Experimental.....	20
3.3.1. Factores de Estudio.....	20
3.3.2. Tratamientos .....	20
3.3.3. Análisis Estadístico .....	22
3.3.4. Mediciones experimentales.....	22
3.4. Manejo específico del experimento .....	23
3.4.1. Flujo grama del proceso de etanol a partir de varias frutas.....	25
3.4.2 Tratamiento $a_0, b_0, c_0$ (Piña, 21°Brix, 100 Jugo) .....	26
CAPÍTULO IV.....	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	28
4.1. Resultados.....	29

4.1.1. Análisis de varianza para cada una de las variables en estudio del etanol a partir de Ananas comosus (piña), Citrus reticulata (naranja) y Musa paradisiaca (banano).....	29
4.1.1.1. Grados Brix. ....	29
4.1.1.2. pH.....	30
4.1.1.3. Acidez.....	31
4.1.1.4. Brix .....	32
4.1.1.5. Rendimiento de Etanol .....	33
4.1.2. Resultados de los factores de estudio químicos .....	34
4.1.2.1. Resultados del Factor A: Materia prima. ....	34
4.1.2.2. Resultados del Factor B: Contenido de solidos solubles del mosto de la materia prima, antes del proceso de fermentación.....	36
4.1.2.3. Resultados del Factor C: Condiciones del mosto. ....	38
4.2. Discusión .....	40
4.2.1. Discusión de Resultados .....	40
4.2.1.1. Discusión con Respecto al Factor A.....	40
4.2.1.2. Discusión con Respecto al Factor B.....	40
4.2.1.3. Discusión con Respecto al Factor C.....	41
CAPITULO V.....	42
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	42
5.1. Conclusiones .....	43
5.2. Recomendaciones .....	45
CAPITULO VI.....	46
BIBLIOGRAFÍA.....	46
6.1. Literatura Citada .....	47
CAPITULO VII.....	50
ANEXOS.....	50

<b>INDICE DE CUADROS</b>		<b>Pág.</b>
<b>CUADRO N° 1:</b>	Descripción Factores de Estudio para la evaluación del rendimiento de alcohol de piña ( <i>Ananas comosus</i> ), naranja ( <i>Citrus reticulata</i> ) y banano ( <i>Musa paradisiaca</i> ).....	20
<b>CUADRO N° 2:</b>	Combinación de los tratamientos propuestos para la Descripción Factores de Estudio para la evaluación del rendimiento de alcohol de piña ( <i>Ananas comosus</i> ), naranja ( <i>Citrus reticulata</i> ) y banano ( <i>Musa paradisiaca</i> ).....	21
<b>CUADRO N° 3:</b>	Esquema del Análisis de Varianza.....	22
<b>CUADRO N° 4:</b>	Resultado del Análisis de Varianza en Grados Alcohólicos (GL).....	29
<b>CUADRO N° 5:</b>	Resultado del Análisis de Varianza para pH.....	30
<b>CUADRO N° 6:</b>	Resultado del Análisis de Varianza para Acidez....	31
<b>CUADRO N° 7:</b>	Resultado del Análisis de Varianza para °Brix.....	32
<b>CUADRO N° 8:</b>	Resultado del Análisis de Varianza para Rendimiento.....	33

<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b>		<b>Pág.</b>
<b>GRÁFICO 1:</b>	<i>Resultados de la separación de medias de los tratamientos del factor A. Prueba de Tukey (<math>p &lt; 0.05</math>) de las diferentes materias primas (frutas); (a0) piña, (a1) naranja, (a2) banano .....</i>	34
<b>GRÁFICO 2:</b>	<i>Prueba de Tukey (<math>p &lt; 0.05</math>): Contenido de sólidos solubles del mosto; (b0) 21°Brix, (b1) 18°Brix.....</i>	36
<b>GRÁFICO 3:</b>	<i>Prueba de Tukey (<math>p &lt; 0.05</math>): de Condiciones del mosto; (c0) 100% Jugo, (c1) 50:50 Agua: Jugo.....</i>	39

## INDICE DE ANEXOS

Pág

	.
<b>ANEXO N° 1:</b> MATERIA PRIMA .....	51
<b>NEXO N° 2:</b> PREPARACION DE TRATAMIENTOS .....	52
<b>ANEXO N° 3:</b> ANÁLISIS DE LABORATORIO.....	53
<b>ANEXO N° 4:</b> DISEÑO EXPERIEMNTAL.....	54

## RESUMEN

Este trabajo de esta investigación se basó en valorar el proceso de obtención de alcohol a partir de: *Ananas comosus* (piña), *Citrus reticulata* (naranja) y *Musa paradisiaca* (banano) de segunda clase. Para esto se empleó futas procedentes del Recinto Los Ángeles de la parroquia Patricia Pilar, para la elaboración de cada uno de los 12 tratamiento y 2 repeticiones, y su vez se realizaron análisis químicos de Acidez, °Brix, pH, Grados de Alcohol.

El modelo experimental consistió en un análisis de bloque completamente al azar con arreglo factorial AxBxC. Los tratamientos incluyeron los siguientes Factores de estudio; A: Materia Prima (Piña, naranja, banano), B: Contenido de solidos solubles del mosto (21 °Brix, 18°Brix); C: Condiciones del mosto (100% jugo, 50:50 jugo: agua). Para la tabulación de resultados se utilizó el paquete estadístico Stats Graphics Centurión de la Universidad de Massachusetts, conjuntamente para la separación de medias de los niveles de los tratamientos se acudió a la prueba de TUKEY ( $p < 0.05$ ).

Se encontró diferencia significativa en todas las variables estudiadas, notando que el Factor A presento mejores resultados en grados de alcohol como en rendimiento con comparación con los demás, por lo consiguiente la mejor materia prima la piña.

## ABSTRACT

The work of this research was based on assessing the process of obtaining alcohol from: *Ananas comosus* (pineapple), *Citrus reticulata* (orange) and *Musa paradisiaca* (banana) second class. For this futas from Campus Los Angeles Patricia Pilar parish, for the production of each of the 12 treatment and 2 replicates, was used and turn chemical analysis of acidity, ° Brix, pH, alcohol levels were performed.

The experimental model consisted of an analysis of randomized complete block factorial arrangement with  $A \times B \times C$ . Treatments included the following factors study; A : Raw Material ( pineapple , orange , banana ), B : soluble solids content of the juice (21 ° Brix , 18°Brix ) ; C: Policies must ( 100 % juice , juice 50:50 : water) . Stats Graphics Statistical Package Centurion University of Massachusetts, together to the mean separation of the levels of treatments he came to the Tukey test (  $p < 0.05$  ) was used for tabulation of results.

Significant difference was found in all the variables studied , noting that Factor A showed better results in degrees of alcohol and performance compared to others , so therefore the best raw materials pineapple.

## **CAPITULO I**

### **MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN**

## 1.1. Introducción

### 1.1.1. Antecedentes

Al ser la zona central la provincia de Los Ríos, existe gran producción de diferentes frutas donde se podrían aprovechar con procesos no repetitivos, sus características químicas dan la posibilidad de plantear el desarrollo de etanol a partir de frutas como *Ananas comosus* (Piña), *Citrus reticulata* (naranja) y *Musa paradisiaca* (banano), con el desarrollo de estos procesos se valoraría el rendimiento, diseño y mejoramiento de este proceso agroindustrial.

El etanol es un biocombustible de fuente renovable, reduce considerablemente las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>); esto debido a que el etanol es una sustancia de bajos pesos moleculares con enlaces sencillos carbón-carbón, en comparación con la gasolina y el diesel, los cuales son mezclas complejas de hidrocarburos con altos pesos moleculares y fuertes enlaces carbón-carbón (Garzón, 2009).

El bioetanol es producido por fermentación alcohólica de los azúcares presentes en materiales renovables. Dicha fermentación está influenciada por factores como la concentración de azúcares del sustrato y el microorganismo fermentador que se emplee (Peña, 2008).

Las características químicas que presentaron las diferentes materias primas, fue notable el rendimiento en la Piña por sus altos grados de alcohol obtenidos en el proceso realizado, a diferencia de la naranja y banano que tuvieron menor concentraciones.

## 1.1.2. Problematización

### Diagnostico

La gran producción de frutas como *Ananas comosus* (Piña), *Citrus reticulata* (naranja) y *Musa paradisiaca* (banano) en la zona central del Ecuador, provincia de Los Ríos, se ha desarrollado en base a la exportación, un bajo porcentaje de la producción queda en rechazo.

La parte se distribuye entre el mercado interno y la restante es desechado sin darle un aprovechamiento a esa materia prima, son frutas que poseen características químicas en las cuales se puede dar un aprovechamiento en la producción de alcohol, siendo una opción en el desarrollo de este tipo de productos.

### Formulación del problema

¿El desconocimiento de parámetros tecnológicos y características de diferentes productos agroindustriales como: *Ananas comosus* (Piña), *Citrus reticulata* (naranja) y *Musa paradisiaca* (banano) limitan la implementación de sistemas industriales para la obtención de etanol?

### Sistematización del problema

El etanol se perfila como un recurso energético potencialmente sostenible, y en el campo de combustible aún más dado que es una alternativa para disminuir la contaminación ambiental de alta viabilidad técnica por lo que hay factores que pueden influir en su proceso de obtención como son:

El tipo de fruta en el proceso fermentativo puede influir en la calidad y cantidad del producto final. El contenido de °Brix del mosto por lo que son azúcares, se convierten en alcohol durante la fermentación. A medida que los grados Brix disminuyen, la cantidad de alcohol en líquido aumenta. La relación agua – jugo, y jugo puro indican en el rendimiento de contenido de alcohol.

### 1.1.3. Justificación

La producción de etanol a nivel nacional está creciendo considerablemente a raíz de nuevas inversiones y de la Ley de Biocombustibles 2748/05, que permite la determinación de mezclas del etanol con la gasolina para su comercialización nacional, y la exoneración de impuestos para la importación de vehículos “flex-fuel” (REDIEX, 2010).

Los biocombustibles pueden representar una buena alternativa a los combustibles fósiles, para combatir el cambio climático, mejorar el empleo rural e implica desafíos para el desarrollo sostenible, tanto a nivel mundial como nacional. Los principales desafíos son: asegurar un suministro de energía fiable y asequible, y pasar rápidamente a un nuevo sistema de suministro de energía con bajas emisiones de carbono, eficiente y respetuoso del medio ambiente (Guigou, 2011).

El fuerte crecimiento de ésta tecnología tiende a aumentar considerablemente la demanda global por etanol combustible (REDIEX, 2010).

Al emplear etanol las emisiones de monóxido de carbono son menores, ya que este producto es reducido por mezclas aire-combustible, con un contenido bajo de este último y exceso de aire. La combustión de etanol genera menor cantidad de óxidos de nitrógeno (NOX) que la gasolina y el diesel, debido a que su elevado calor latente de vaporización proporciona un mayor enfriamiento del motor y una temperatura de flama más baja; teniendo en cuenta el riesgo inminente que implica el calentamiento, el gran desafío de conservación del medio ambiente, es reducir las emisiones de gases con efecto invernadero, principalmente el CO<sub>2</sub>; las únicas alternativas para reducir las emisiones de este gas, son el uso de combustibles más limpio y la mejora de la eficiencia de los vehículos introduciendo tecnologías de punta y reduciendo así el consumo de combustible (Briceño y Calero, 2004) (Garzón, 2009).

Por lo expuesto el presente trabajo investigativo evalúa los diferentes subproductos de pos cosecha de la zona, como alternativa de producción, para a más de los beneficios que podría dar un etanol de origen orgánico, la

industrialización misma produciría fuentes de empleo y la optimización de estos productos mediante el aprovechamiento integral.

Por lo expuesto, considerando que las Materias primas opcionales en la producción de bio etanol son *Ananas comosus* (Piña), *Citrus reticulata* (naranja) y *Musa paradisiaca* (banano), por sus índices de acidez y grados brix, en la actualidad no son consideradas, ya que la principal materia prima en la obtención de etanol es la caña de azúcar, no obstante mediante el desarrollo de estos procesos se desarrollaría la nueva matriz productiva promoviendo nuevas fuentes de trabajo.

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivo General

- Valorar el proceso de obtención de alcohol a partir de: *Ananas comosus* (Piña), *Citrus reticulata* (Naranja) y *Musa paradisiaca* (Banano) de segunda clase obtenido en procesos similares.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

- Establecer la factibilidad del alcohol evaluando tres frutas de la zona: *Ananas comosus* (Piña), *Citrus reticulata* (Naranja) y *Musa paradisiaca* (Banano).
- Determinar la diferencia del mosto a diferente concentración de sólidos solubles (21 °Brix y 18 °Brix) en el proceso fermentativo para la obtención de alcohol.
- Evaluar la diferencia de rendimiento entre un mosto 100% fruta y un mosto adicionado agua a relación de 50:50 y ajustado a 21 y 18 grados °Brix.

## 1.3. Hipótesis

### 1.3.1. Hipótesis nulas

**Ho<sub>1</sub>:** El rendimiento a obtener de alcohol a partir de tres frutas (*Ananas comosus* (Piña), *Citrus reticulata* (Naranja) y *Musa paradisiaca* (Banano)) NO influirá en el proceso de elaboración de etanol.

**Ho<sub>2</sub>:** El contenido de solidos solubles (18 °Brix y 21 °Brix) del mosto con la mezcla de melaza no influyen en el rendimiento de alcohol.

**Ho<sub>3</sub>:** La condiciones del mosto al 100% (jugo) y 50:50 (jugo/agua) mezclado con melaza no influyen en el rendimiento de alcohol.

### 1.3.2. Hipótesis alternativas

**Ha<sub>1</sub>:** El rendimiento a obtener de alcohol a partir de tres frutas (*Ananas comosus* (Piña), *Citrus reticulata* (Naranja) y *Musa paradisiaca* (Banano)) si influirá en el proceso de alcohol.

**Ha<sub>2</sub>:** El contenido de solidos solubles (18 °Brix y 21 °Brix) del mosto con la mezcla de melaza influyen en el rendimiento de alcohol.

**Ha<sub>3</sub>:** La condiciones del mosto al 100% (Jugo) y 50:50 (jugo/agua) mezclado con melaza influyen en rendimiento de alcohol.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

## 2.1. Fundamentación teórica

### 2.1.1. Piña

La piña es originaria de América del Sur, del centro y Sureste de Brasil, y Noreste de Argentina y Paraguay. Ha sido seleccionada desarrollada y domesticada desde tiempo prehistóricos. En la actualidad los frutos de piña y sus derivados tienen gran importancia económica en las regiones tropicales y subtropicales del mundo (Jiménez, 2005).

Es una planta, herbácea, perenne de reproducción principalmente asexual, a través de hijos (Carvajal, 2009).

El contenido mínimo de sólidos solubles totales en la pulpa del fruto de 12°Brix (doce grados Brix). Para la determinación de los grados Brix deberá tomarse una muestra representativa del zumo (jugo) del fruto entero. (STAN, 2011).

### 2.1.2. Taxonomía

<b>Nombre común:</b>	Piña
<b>Nombre científico:</b>	Ananas comosus
<b>Reino:</b>	Vegetal
<b>División:</b>	Monocotiledóneas
<b>Clase:</b>	Liliopsida
<b>Orden:</b>	Bromeliaceae
<b>Género:</b>	Ananas
<b>Especie:</b>	Comosus

Fuente: (Sandoval, 2011)

### 2.1.3. Características del sector ecuatoriano

La producción de piña en el Ecuador ha evolucionado favorablemente en la última década gracias a las excelentes condiciones para el cultivo de esta fruta, en el período de 2005 a 2010 se registró un incremento del 6.40% en la superficie cosechada, mientras que la producción de la fruta fresca medida en toneladas

métricas ha tenido un crecimiento del 4.09% (PROECUADOR, 2011).

## 2.2. Naranja

Las naranjas se presentan con sabor muy dulce, baja acidez y con un alto porcentaje de jugo, presentado un valor de 12 °Brix como característica en estos cítricos (CITRUS, 2010).

Nombre científico: *Citrus reticulata*.

El tangelo es una especie de cítrico. Puede ser un híbrido entre mandarina y pampelmusa o mandarina y pomelo. Los frutos pueden ser del tamaño del puño de una persona adulta y tienen un sabor parecido a la mandarina, pero más jugoso, hasta el punto de no tener demasiada pulpa pero sí producir un excelente zumo. Los tangelos tienen generalmente la piel libre y son más fáciles de pelar que las naranjas (SIICEX, 2009).

### 2.2.1. Características del sector ecuatoriano

La naranja se cultiva en muchas partes del mundo y en el Ecuador se adapta mejor a climas subtropicales, en los que el color, forma y tamaño son característicos de la calidad solicitados por los consumidores (**Ulloa, 2012**).

En cuanto a la producción de naranjas del Ecuador, la temporada alta corresponde a los meses de Julio, Agosto y Septiembre, por lo que los precios son más bajos en el mercado local en este periodo. En el 2006, la producción del cítrico alcanzó alrededor de 150 mil toneladas métricas en zonas de clima cálido (**Pasmíño, 2009**).

## 2.3. Banano

Caracterizar desde el punto de vista de las propiedades químicas y físico-mecánicas del plátano de importancia nacional, lo cual es importante en la explotación relacionada con el beneficio de este producto banano presenta en sólidos solubles totales = 13.5 (Hernández, 2012).

El banano se originó en Asia Meridional y se conoce en el mediterráneo desde el año 650 cuando la especie llegó a las islas canarias en el siglo XV; desde allí fue llevado a América en el año 1516 (Infoagro, 2005). *Musa paradisíaca* es una planta herbácea descrita por primera vez por Linneo en el año 1753. Pertenece a la familia de las Musáceas (Luz Hernández, 2009).

### **2.3.1. Taxonomía**

El plátano hartón, pertenece al género *Musa*, es clon del genoma AAB, Simmomds. Según los reglamentos del Código Internacional de Nomenclatura Botánica (ICBN) se nombra como *Musa paradisiaca* (Palacín, 2012).

### **2.3.2. Características del sector ecuatoriano**

El banano es la fruta más cultivada a nivel mundial y el cuarto cultivo más grande luego del trigo, el arroz y el maíz (INEC, 2010).

Es muy importante, resaltar la solidez de la actividad bananera, en el contexto de la economía del país, pues la exportación de la fruta, antes y después del boom petrolero, mantiene una posición gravitante, como generador de divisas para el erario y de fuentes de empleo para el pueblo ecuatoriano, que es muy superior al de otros rubros productivos (PROECUADOR, 2011).

## **2.3. Etanol**

El etanol o alcohol etílico es el producto químico orgánico sintético más antiguo usado por el hombre, se presenta como un líquido incoloro e inflamable con un punto de ebullición de 78 °C, su fórmula química es  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$ , siendo el componente activo esencial de las bebidas alcohólicas, además es una de las materias primas importantes para las síntesis. Puede obtenerse a través de dos procesos de elaboración: la fermentación o descomposición de los azúcares contenidas en distintas frutas, y la destilación, la cual consiste en la depuración de las bebidas fermentadas (Cadena Agroindustrial, 2004) (Garzón, 2009).

## **2.4. Bioetanol**

Cualquiera sea su origen, la biomasa o procesos petroquímicos y carbónicos, el etanol es un combustible, es decir, libera significativas cantidades de calor al quemarse. Sin embargo, el etanol presenta algunas diferencias importantes con relación a los combustibles convencionales derivados de petróleo. La principal es el elevado tenor de oxígeno, que constituye cerca del 35% en masa del etanol. Las características del etanol posibilitan la combustión más limpia y mejor desempeño de los motores, lo que contribuye a reducir las emisiones contaminantes, un al mezclarlo con la gasolina.

En estos casos, actúa como un verdadero aditivo para el combustible normal, mejorando sus propiedades. No obstante la larga experiencia con el etanol como combustible en algunos países, en particular Brasil, es notable como, en diversos países donde el etanol todavía no se utiliza regularmente, subsisten prejuicios y desinformaciones sobre las reales condiciones de uso y las ventajas que se deben asociar a este combustible y aditivo (Bioetanol, 2008).

## **2.5. Mezclas combustibles con etanol**

En el sector transporte se encuentra fuertemente relacionado con los combustibles fósiles y se considera que el 60% del consumo de crudo está destinado a este sector. Las emisiones procedentes del sector transporte suponen un 70% de las emisiones globales de monóxido de carbono y un 19% de las emisiones globales de dióxido de carbono (Balat, 2011) (Bellido, 2013).

Durante los últimos años, numerosos países han decretado la mezcla del etanol con la gasolina en distinta escala, iniciando del 5% (E5) en algunos países europeos, llegando hasta el 25% (E25) en países como Brasil. La combinación más común en el mundo es el E10 con 10% de alcohol y 90% de gasolina. Para vehículos con motores adaptados (flex-fuel) se comercializan también combustibles con mayores proporciones de hasta 85% etanol. El fuerte crecimiento de ésta tecnología tiende a aumentar considerablemente la demanda global por etanol combustible (REDIEX, 2010).

## 2.6. Fermentación

La fermentación es un proceso biológico resultante del metabolismo de bacterias, levaduras o mohos. Todos los organismos tienen un proceso conocido como la glucólisis que ocurre en el citoplasma de sus células. La glucólisis convierte una molécula de azúcar grande (glucosa, fructosa) en dos pequeñas moléculas de ácido pirúvico liberando energía en el proceso. En ausencia de oxígeno (condiciones anaeróbicas) el organismo puede ácido pirúvico ruta a una vía de la fermentación alcohólica (Jensen, 2004).

Estos microorganismos pueden ser cepas naturales que metabolicen azúcares de seis carbonos, cepas naturales que consuman tanto azúcares de seis como de cinco carbonos, microorganismos modificados genéticamente con la finalidad de aprovechar todo el sustrato presente en el medio o un cultivo mixto para realizar una co-fermentación (Bellido, 2013).

La producción del alcohol es un fenómeno complejo cuyo rendimiento depende de diversos factores; por ejemplo las características intrínsecas de la cepa, las condiciones de aireación, la concentración del inóculo, la composición del medio, las condiciones de fermentación, los nutrientes que influyen en el crecimiento de la fermentación, entre otros (Gilces, 2006).

### 2.7.1. Condiciones a medir y controlar en el proceso de fermentación

Las condiciones que se deben medir y controlar durante el proceso de fermentación son (Garzón, 2009):

**Temperatura.** Afecta en el crecimiento microbiano, debido a tienen un rango restringido de temperatura para su crecimiento.

**pH.** Gran influencia en los productos finales del metabolismo anaerobio, es importante tener un control sobre esta variable puesto que los microorganismos poseen un pH óptimo en el cual tienen mayor velocidad de crecimiento y rendimiento.

**Nutrientes.** Un medio de cultivo debe de tener todos los elementos necesarios para el crecimiento microbiano, para esto se debe tener en cuenta los requerimientos nutricionales del microorganismo con el cual se va a trabajar.

**Aireación.** La ausencia o presencia de oxígeno permite una selección tanto del microorganismo como de los productos del mismo. Cuando el cultivo se realiza en presencia de oxígeno la fermentación se denomina aeróbica y cuando este carece de oxígeno se denomina anaeróbica. *Saccharomyces cerevisiae* es una levadura que posee alta actividad metabólica, por lo que en un proceso fermentativo en fase aerobia se caracteriza por la producción de biomasa y en fase anaeróbica generalmente por la producción de etanol.

**Productividad.** La productividad se define como la producción de biomasa por unidad de volumen, por unidad de tiempo de cultivo, dado en concentración de biomasa (g/L) en función de tiempo (h).

## 2.7. LEVADURA

La levadura es la fuente principal para empezar la incubación, multiplicación de las células encargadas de transformar todo el azúcar contenido en la melaza en alcohol dentro del proceso de fermentación (Gilces, 2006).

La *Saccharomyces cerevisiae* es la levadura más conocida y de importancia industrial ya que es la especie de levadura utilizada por excelencia para la obtención de etanol a nivel industrial debido a que es un organismo de fácil manipulación y de recuperación, no es exigente en cuanto a su cultivo, no presenta alto costo, tolera altas concentraciones de etanol, en la fermentación produce bajas concentraciones de subproductos, es osmotolerante, capaz de utilizar altas concentraciones de azúcares, presenta alta viabilidad celular para el reciclaje y características de floculación y sedimentación para el procesamiento posterior (Fajardo & Sarmientos, 2007) (Nieto, 2009).

### **Clasificación taxonómica de *Saccharomyces cerevisiae***

<b>Reino:</b>	Hongo
<b>División:</b>	Amastogomycota
<b>Clase:</b>	Ascomycetes
<b>Subclase:</b>	Hemiascomycetidae
<b>Orden:</b>	Endomycetales
<b>Familia:</b>	Saccharomycetaceae
<b>Subfamilia:</b>	Saccharomycetidae
<b>Género:</b>	Saccharomyces
<b>Especie:</b>	Cerevisiae

**Fuente:** (Nieto, 2009)

## **2.8. MELAZA**

Conocida también como miel final y constituye el principal subproducto en la Industria azucarera, llevándola a un proceso de fermentación con levaduras del tipo *Saccharomyces cerevisiae* para obtener el alcohol etílico.

La miel final o melaza es un líquido denso y viscoso de color oscuro, dulce y olor más o menos agradable que queda como residuo de la fabricación o refinación de la sacarosa procedente de la caña de azúcar. La importancia se debe casi exclusivamente a los carbohidratos, ya que carece de materia grasa y de celulosa (Gilces, 2006).

## **CAPITULO III**

# **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

## 3.1. Materiales Y Métodos

### 3.1.1. Materiales utilizados en la investigación.

#### Materia prima:

- ✓ Piña
- ✓ Naranja
- ✓ Banano

#### Microorganismo:

- ✓ *Saccharomyces cerevisiae*

#### Sustrato:

- ✓ Melaza

#### Materiales de Laboratorio

##### Para la determinación de pH

---

Materiales	Equipos	Reactivos
Vaso de precipitación 250ml	Balanza Potenciómetro	Agua destilada

##### Para la determinación de Acidez

---

Materiales	Equipos	Reactivos
Matraz Erlenmeyer 250ml	Soporte universal	NaOH 0.01N
Probeta 100ml		Fenolftaleína
Bureta Graduada 25ml		Agua destilada
Pipeta 10ml		
Varilla de vidrio		

##### Para la determinación de °Brix

---

Materiales	Equipos
Vaso de precipitación	Refractómetro

## 3.2. Métodos

### Metodología.

En esta investigación se emplearon como materia prima tres tipos de frutas consideradas como residuos en las plantaciones con fines de exportación (frutas de segunda clase): Ananas comosus (Piña), Citrus reticulata (Naranja) y Musa Paradisiaca (Banano) del Recinto Los Ángeles de la parroquia Patricia Pilar, en los 12 tratamientos y 2 réplicas de esta investigación, variando su composición en cada tipo de tratamiento.

En el acondicionamiento se realizó la extracción de pulpa o jugo y la adición del sustrato (melaza / agua), 0,01% de levadura; una vez listo el mosto se inició el ciclo de fermentación durante 15 días, consecutivamente terminado este proceso se tamizó y se realizó la destilación. Para evaluar las variables de estudio se realizó los análisis en el laboratorio de Bromatología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo considerando las siguientes técnicas: °Brix.- mediante Refractometría, se colocó la muestra en el foco del prisma, mirando por el ocular, dirigiéndose hacia la luz hasta visualizar una línea definida en el espacio de observación y se procedió a leer el índice de refracción en la escala superior, el pH.- mediante potenciómetro, se realizó utilizando un vaso de precipitación con 10 ml del mosto, donde se colocó el electrodo del potenciómetro considerando que no tenga contacto de las paredes y partículas sólidas.

Acidez Titulable.- Se utilizó 10ml de mosto, con el método de titulación con NaOH 0,1, Normal y el indicador la fenolftaleína al 1%

**Análisis estadístico.-** Para esto se calcularon las medias y desviaciones estándar de las lecturas en consideración. Con los factores de estudio; Factor A (a0:Piña, a1:Naranja, a2:Banano), Factor B (b0:21 °Brix, 18 °Brix), Factor C (c0:100% Jugo, c1:50/50 Jugo/Agua) se aplicará ADEVA (Análisis de varianza) con un nivel de significancia de 0.05% se realizó la prueba de significancia con TUKEY para la comparación de medios. Este análisis estadístico se realizó con statgraphics.

### **3.2.1. Ubicación**

En el presente trabajo de investigación se utilizó los siguientes materiales y equipos disponibles pertenecientes a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, la materia prima se obtendrá del sector de Los Ángeles.

### 3.3. Diseño Experimental

Para el presente estudio se aplicó un arreglo factorial A\*B\*C con dos niveles en el Factor A (Materia Prima), Factor B (Contenido de solidos solubles del mosto), y dos niveles en Factor C (Condiciones del mosto). Para determinar los efectos entre niveles y tratamientos se utilizará la prueba de Tukey.

#### Características del Experimento

- Tratamientos: 12
- Repeticiones: 2
- Unidades experimentales: 24

#### 3.3.1. Factores de Estudio

Los factores de estudio que intervendrán en esta investigación son los siguientes:

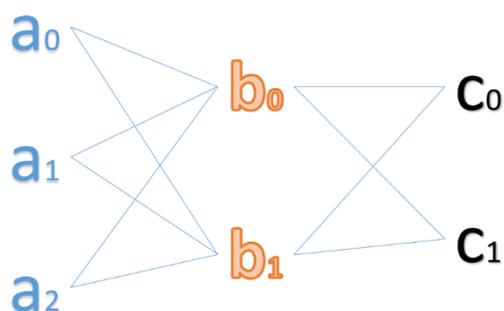
**Cuadro N° 1:** Descripción Factores de Estudio para la evaluación del rendimiento de alcohol de *Ananas comosus* (piña), *Citrus reticulata* (naranja) y *Musa paradisiaca* (banano).

FACTORES DE ESTUDIO	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
Factor A: Materia prima	a <sub>0</sub>	Piña
	a <sub>1</sub>	Naranja
	a <sub>2</sub>	Banano
Factor B: Contenido de solidos solubles del mosto.	b <sub>0</sub>	21 °Brix
	b <sub>1</sub>	18 °Brix
Factor C: Condiciones del mosto.	c <sub>0</sub>	100% Jugo
	c <sub>1</sub>	50:50 jugo:agua

Elaborado por: Mitis W. (2014).

#### 3.3.2. Tratamientos

Se aplicará un arreglo factorial **AxBxC**, con un numero de niveles en **A=3**; **B=2** y **C=2**, dando como resultado un total de 12 tratamientos.



**Cuadro N° 2:** Combinación de los tratamientos propuestos para la Descripción Factores de Estudio para la evaluación del rendimiento de alcohol de *Ananas comosus* (piña), *Citrus reticulata* (naranja) y *Musa paradisiaca* (banano).

Nº.	SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
1	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	Piña + 21 °Brix + 100% Jugo
2	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	Piña + 21 °Brix + 50:50 jugo:agua
3	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	Piña + 18 °Brix + 100% Jugo
4	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	Piña + 18 °Brix + 50:50 jugo:agua
5	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	Naranja + 21 °Brix + 100% Jugo
6	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	Naranja + 21 °Brix + 50:50 jugo:agua
7	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	Naranja + 18 °Brix + 100% Jugo
8	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	Naranja + 18 °Brix + 50:50 jugo:agua
9	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> c <sub>0</sub>	Banano + 21 °Brix + 100% Jugo
10	a <sub>2</sub> b <sub>0</sub> c <sub>1</sub>	Banano + 21 °Brix + 50:50 jugo:agua
11	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>0</sub>	Banano + 18 °Brix + 100% Jugo
12	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	Banano + 18 °Brix + 50:50 jugo:agua

Elaborado por: Mitis W. (2014).

### 3.3.3. Análisis Estadístico

Cuadro N° 3: Esquema del Análisis de Varianza.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Factor A (Materia prima)	2
Factor B (Contenido de solidos solubles del mosto)	1
Factor C (Condiciones del mosto)	1
A *B	2
A* C	2
B*C	1
A * B * C	2
Error Experimental	11
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>

Elaborado por: Mitis W. (2014).

### 3.3.4. Mediciones experimentales

Las variables a estudiar son:

#### Análisis Bromatológico:

- pH
- Acidez
- °Brix
- Grado alcohólico.

### 3.4. Manejo específico del experimento

#### Recepción de la materia prima.

Se recepto la materia prima con un total de 48 kg, que correspondió en el total de los 12 tratamientos.

**Lavado.-** Se utilizó agua embotellada con el 2% de detergente por cada litro, con un cepillo se removió agentes extraños y químicos, finalmente se enjuago la materia prima.

**Cortado.-** La piña se le removió la cascara y se hizo el cortado en trozos, la naranja se cortó en rodajas, en el banano se pelo la cascara y se troceo de forma uniforme.

**Extracción de zumo.-** Al ser tres frutas distintas fueros extracciones diferentes; piña se licuo, la naranja se exprimió la pulpa, el banano se licuo toda la pulpa (extractor eléctrico).

**Tamizado.-** Se tamizo el zumo de dos frutas; piña y naranja, el banano se mantuvo en pulpa refinada.

#### Ajustes de los °Brix

°Brix: Con un refractómetro se midió.

PIÑA: 11,00

NARANJA: 6,5

BANANO: 18

#### Amaligracion

Se midió la Acidez titulable teniendo en cuenta que la piña, naranja el ácido predominante es cítrico, el banano el ácido málico:

Factor para ácido málico..... 0,067

Factor para ácido cítrico ..... 0,064

PIÑA: 0,95%

NARANJA: 1,46%

BANANO: 0,13%

**Amaligración.-** Utilización de melaza, para aumentar el °Brix

$$W_{aa} = \frac{W_j * (B_d - B_a)}{100 - B_d}$$

Donde:

$W_{aa}$  =Peso de melaza

$W_j$  = Peso del jugo

$B_d$  = °Brix deseado

Ba = °Brix actual

**Inoculación.-** Se agregó la levadura al 0,01%.

**Fermentación.-** Cada 24 horas realizar la lectura de los °Brix hasta la finalización (cuando se estabiliza los °Brix, no hay presencia de CO<sub>2</sub>). Terminada la fermentación determinar pH, acidez, °Brix.

**Filtración.-** El líquido antes de ser destilado se filtró los residuos sólidos, reduciendo problemas en el equipo de destilación.

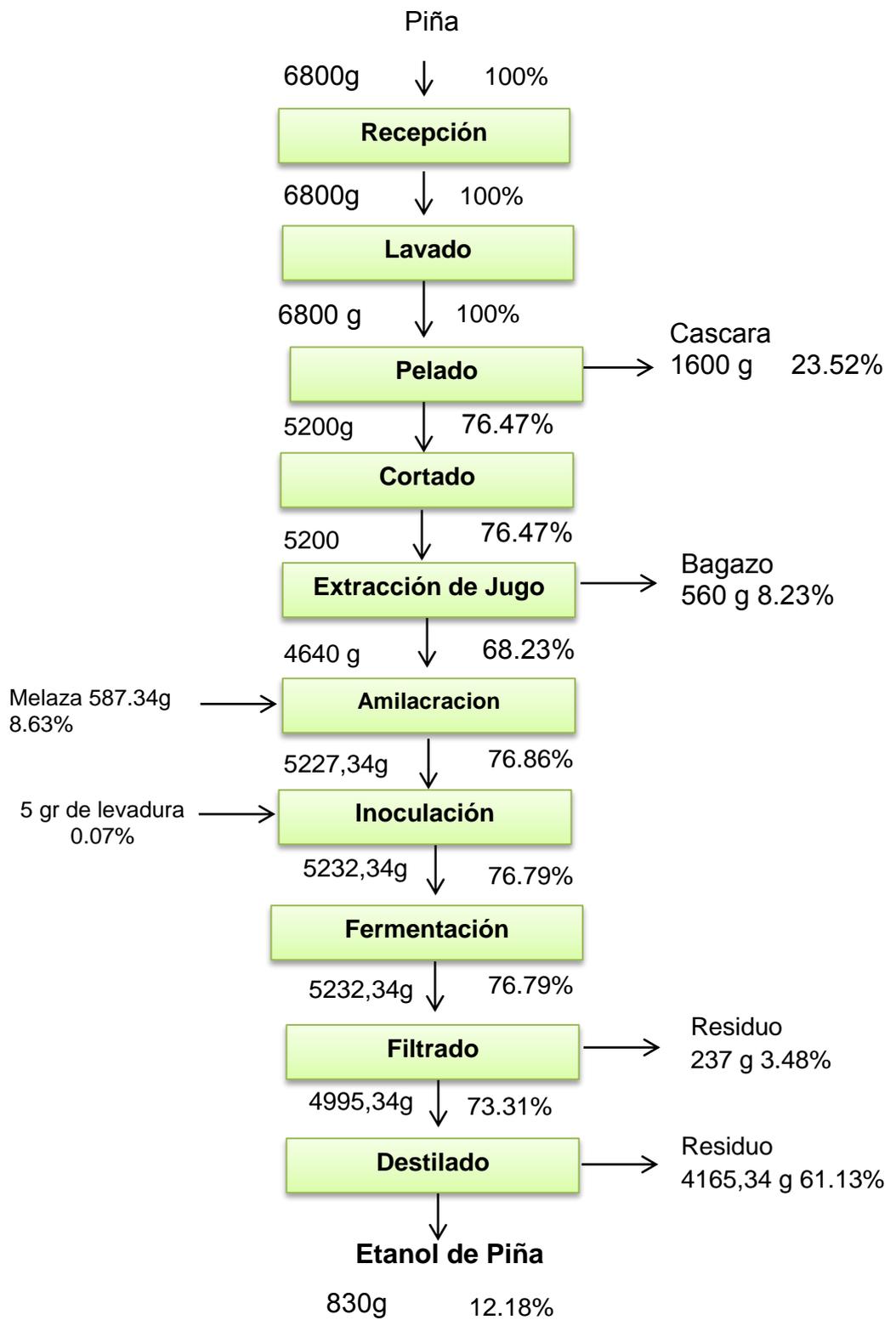
**Destilación.-** El líquido extraído en la filtración se destiló a temperatura de 50 a 55 °C durante una hora para aislar el etanol de distintas sustancias.

### 3.4.1. Flujo grama del proceso de etanol a partir de varias frutas



Elaborado por: Mitis H. (2015)

### 3.4.2 Tratamiento a<sub>0</sub>, b<sub>0</sub>, c<sub>0</sub> (Piña, 21°Brix, 100 Jugo)



Elaborado por: Mitis. H (2015)

## Calculo de Rendimiento

$$R = \frac{P.F}{P.I} * 100\%$$

$$R = \frac{830}{6800} * 100\%$$

$$R = 12.18 \%$$

Elaborado por: Mitis. H (2015)

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1. Resultados

4.1.1. Análisis de varianza para cada una de las variables en estudio del etanol a partir de *Ananas comosus* (piña), *Citrus reticulata* (naranja) y *Musa paradisiaca* (banano).

4.1.1.1. Grados alcohólicos.

**CUADRO N° 4: Resultado del Análisis de Varianza en Grados Alcohólicos (GL).**

Fuente	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
Factor A : Materia prima (frutas)	1437,58	2	718,792	2635,57	0,0000
Factor B: Contenido de solidos solubles del mosto.	32,6667	1	32,6667	119,78	0,0000
Factor C: Condiciones del mosto.	600,0	1	600,0	2200,00	0,0000
REPLICAS	0	1	0	0,00	1,0000
INTERACCIONES					
AB	475,583	2	237,792	871,90	0,0000
AC	9,75	2	4,875	17,87	0,0003
BC	80,6667	1	80,6667	295,78	0,0000
ABC	14,0833	2	7,04167	25,82	0,0001
RESIDUOS	3,0	11	0,272727		
TOTAL (CORREGIDO)	2653,33	23			

Elaborado por: Mitis, W. (2015)

El cuadro N°4 del Análisis de varianza (ADEVA) para Grados Alcohólicos (GL) expresa que los Factores A: Materia prima (frutas), B: Contenido de solidos solubles del mosto, C: Condiciones del mosto e interacciones AB, AC, BC y ABC presento diferencia significativa. Mientras que las repeticiones no presentaron diferencia significativa, esto indica que existió normalidad en los datos.

#### 4.1.1.2. pH.

**CUADRO N° 5: Resultado del Análisis de Varianza para pH**

Fuente	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
Factor A : Materia prima (frutas)	10,8558	2	5,42788	1211,50	0,0000
Factor B: Contenido de solidos solubles del mosto.	2,80167	1	2,80167	625,33	0,0000
Factor C: Condiciones del mosto.	3,09602	1	3,09602	691,03	0,0000
REPLICAS	0,0104167	1	0,0104167	2,32	0,1555
INTERACCIONES					
AB	7,06326	2	3,53163	788,26	0,0000
AC	5,19836	2	2,59918	580,13	0,0000
BC	2,24482	1	2,24482	501,04	0,0000
ABC	3,87716	2	1,93858	432,69	0,0000
RESIDUOS	0,0492833	11	0,0044803		
TOTAL (CORREGIDO)	35,1967	23			

Elaborado por: Mitis, W. (2015)

El cuadro N°5 del Análisis de varianza (ADEVA) para pH en los cuales demuestra que los Factores A: Materia prima (frutas), B: Contenido de solidos solubles del mosto, C: Condiciones del mosto e interacciones AB, AC, BC y ABC presento diferencia significativa. Las repeticiones no presentaron diferencia significativa, lo cual muestra normalidad en los resultados.

#### 4.1.1.3. Acidez.

**CUADRO N° 6: Resultado del Análisis de Varianza para Acidez**

Fuente	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
Factor A : Materia prima (frutas)	5,16016	2	2,58008	647,29	0,0000
Factor B: Contenido de solidos solubles del mosto.	62,6297	1	62,6297	15712,48	0,0000
Factor C: Condiciones del mosto.	0,192604	1	0,192604	48,32	0,0000
REPLICAS	0,0145042	1	0,0145042	3,64	0,0829
INTERACCIONES					
AB	1,66591	2	0,832954	208,97	0,0000
AC	17,0923	2	8,54615	2144,05	0,0000
BC	2,947	1	2,947	739,34	0,0000
ABC	22,2693	2	11,1346	2793,44	0,0000
RESIDUOS	0,0438458	11	0,00398598		
TOTAL (CORREGIDO)	112,015	23			

Elaborado por: Mitis, W. (2015)

El cuadro N°6 del Análisis de varianza (ADEVA) en Acidez de acuerdo a los Factores A: Materia prima (frutas), B: Contenido de solidos solubles del mosto, C: Condiciones del mosto e interacciones AB, AC, BC y ABC presento diferencia significativa. Mientras que las repeticiones no presentaron diferencia significativa.

#### 4.1.1.4. Brix

**CUADRO N° 7: Resultado del Análisis de Varianza para °Brix**

Fuente	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
Factor A : Materia prima (frutas)	5,16016	2	2,58008	647,29	0,0000
Factor B: Contenido de solidos solubles del mosto.	62,6297	1	62,6297	15712,48	0,0000
Factor C: Condiciones del mosto.	0,192604	1	0,192604	48,32	0,0000
REPLICAS	0,0145042	1	0,0145042	3,64	0,0829
INTERACCIONES					
AB	1,66591	2	0,832954	208,97	0,0000
AC	17,0923	2	8,54615	2144,05	0,0000
BC	2,947	1	2,947	739,34	0,0000
ABC	22,2693	2	11,1346	2793,44	0,0000
RESIDUOS	0,0438458	11	0,00398598		
TOTAL (CORREGIDO)	112,015	23			

Elaborado por: Mitis, W. (2015)

El cuadro N°7 del Análisis de varianza (ADEVA) para Brix en los Factores A: Materia prima (frutas), B: Contenido de solidos solubles del mosto, C: Condiciones del mosto e interacciones AB, AC, BC y ABC presento diferencia significativa. Y las repeticiones no demostraron diferencia significativa.

#### 4.1.1.5. Rendimiento de Etanol

**CUADRO N° 8: Resultado del Análisis de Varianza para Rendimiento**

Fuente	SC	GI	CM	Razón-F	Valor-P
Factor A : Materia prima (frutas)	64,0587	2	32,0293	1764,74	0,0000
Factor B: Contenido de solidos solubles del mosto.	24,06	1	24,06	1325,65	0,0000
Factor C: Condiciones del mosto.	3,81604	1	3,81604	210,25	0,0000
Replicas	0,0551042	1	0,0551042	3,04	0,1093
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	4,68377	2	2,34189	129,03	0,0000
AC	9,41523	2	4,70761	259,38	0,0000
BC	1,07104	1	1,07104	59,01	0,0000
ABC	3,50797	2	1,75399	96,64	0,0000
RESIDUOS	0,199646	11	0,0181496		
TOTAL (CORREGIDO)	110,867	23			

Elaborado por: Mitis, W. (2015)

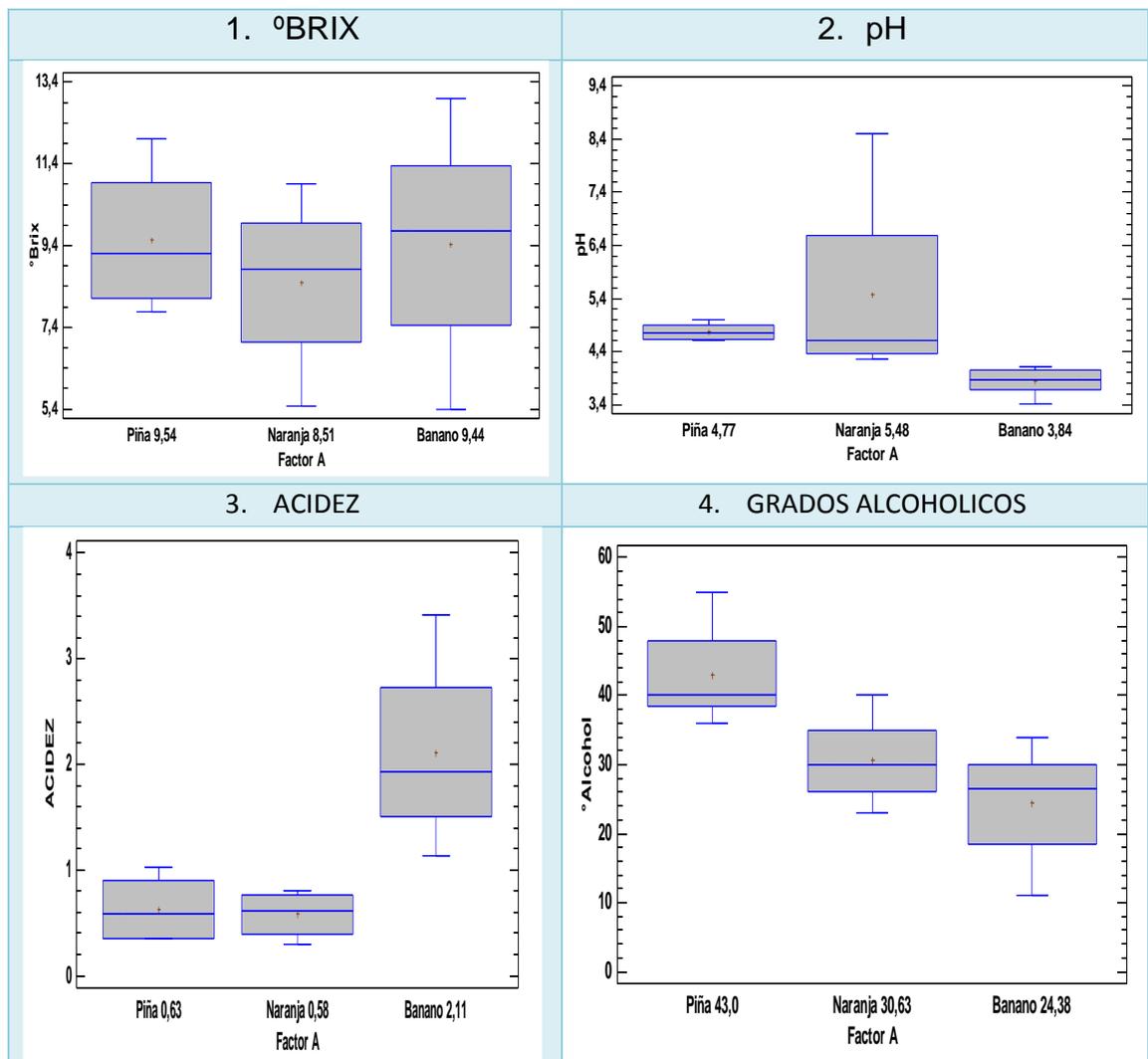
El cuadro N°8 del análisis de varianza (ADEVA) en rendimiento correspondiendo a los factores A, B, C, Interacciones AB, AC, BC y ABC existió diferencia significativa, esto demostró que hubo normalidad en los valores.

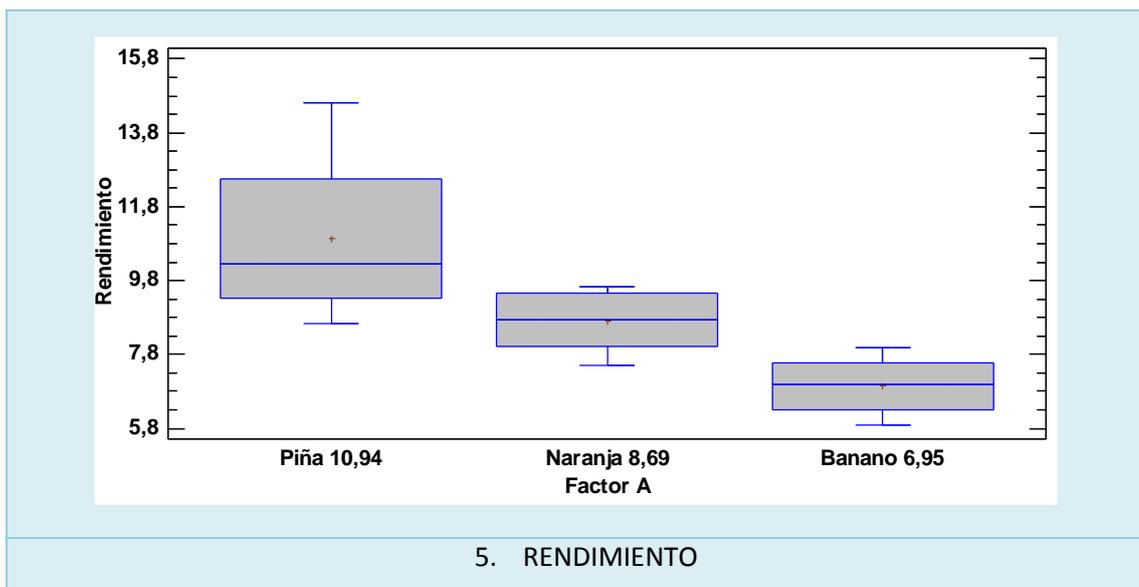
## 4.1.2. Resultados de los factores de estudio químicos

### 4.1.2.1. Resultados del Factor A: Materia prima.

**GRAFICO N° 1:** Resultados de la separación de medias de los tratamientos del factor A. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ) de las diferentes materias primas (frutas); ( $a_0$ ) piña, ( $a_1$ ) naranja, ( $a_2$ ) banano.

1.-°Brix:	$a_0=9,54$ ;	$a_1=8,51$ ;	$a_2=9,44$ (DS).
2. – pH:	$a_0=4,77$ ;	$a_1=5,48$ ;	$a_2=3,84$ (DS)
3. – Acidez:	$a_0=0,63$ ;	$a_1=0,58$ ;	$a_2=2,11$ (DS)
4.- Grados Alcohólicos:	$a_0=43,0$ ;	$a_1=30,63$ ;	$a_2=24,38$ (DS)
5.- Rendimiento:	$a_0=10,94$ ;	$a_1=8,69$ ;	$a_2=6.95$ (DS)





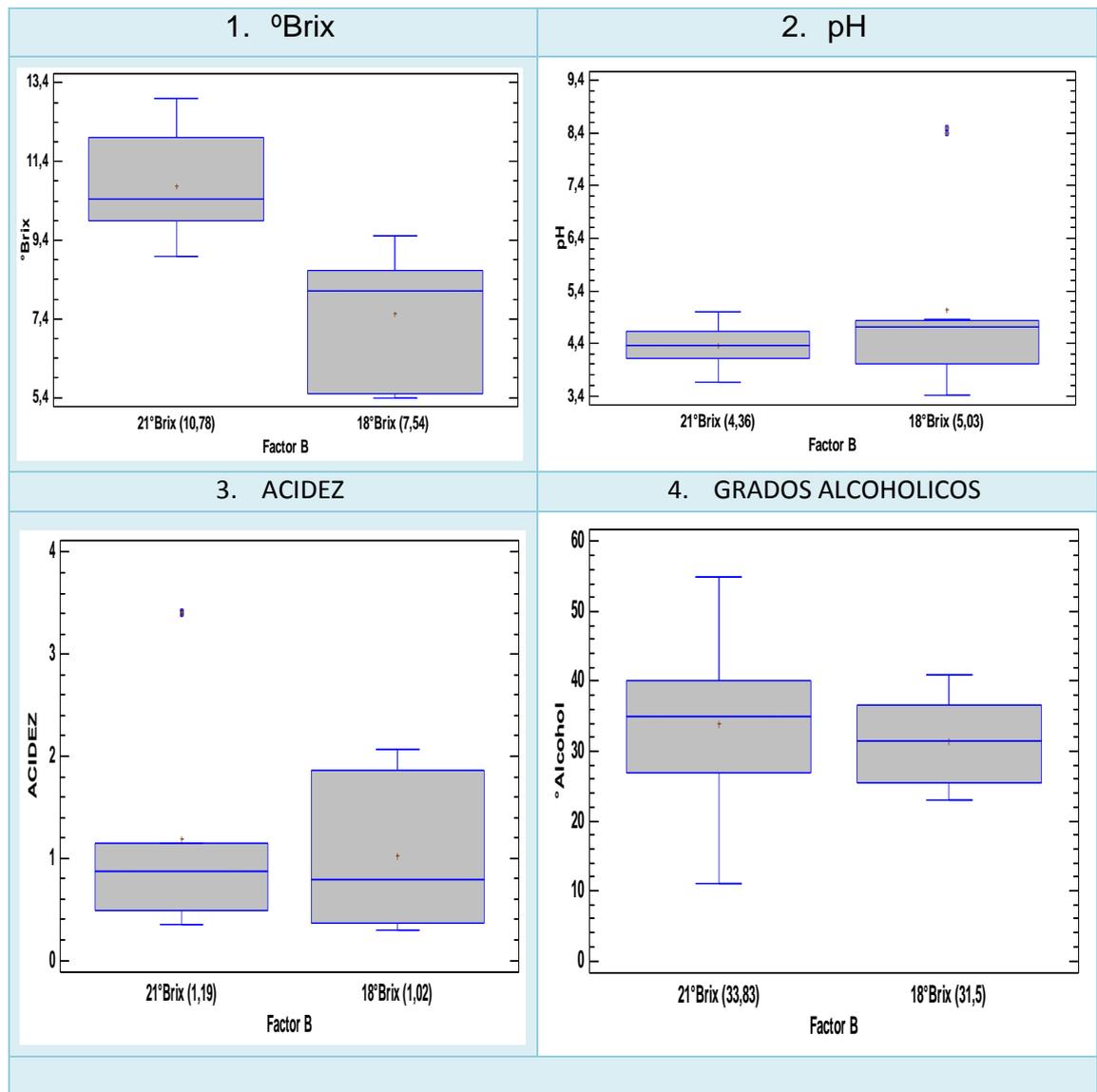
Elaborado por: Mitis, W. (2015)

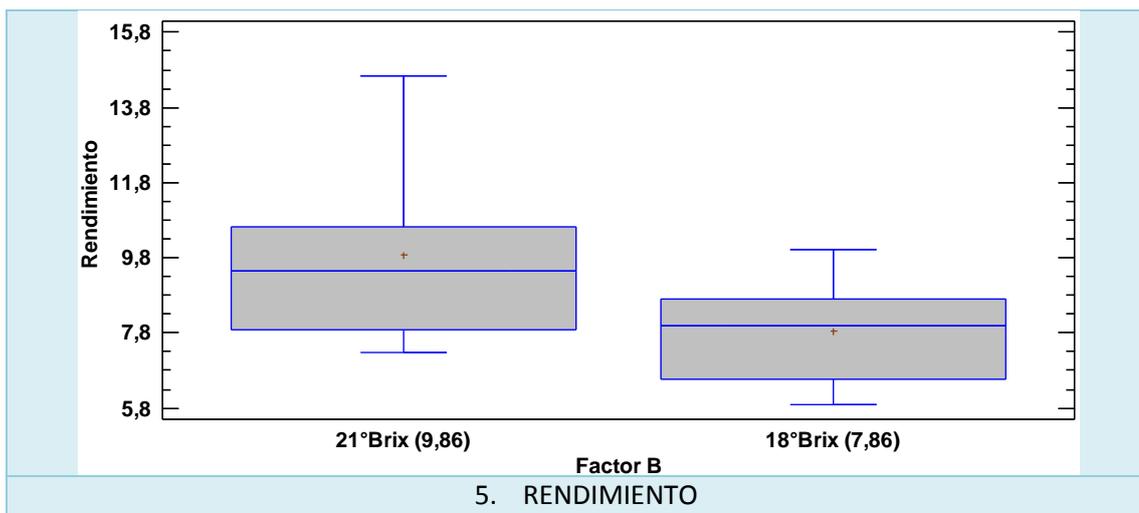
El Grafico N°1 indica que la en °Brix presento diferencia significativa mostrando el valor superior en a<sub>0</sub> (Piña); el valor inferior en a<sub>1</sub> (Naranja). En el pH existió diferencia significativa presentando su valor superior a<sub>1</sub> (Naranja); el valor inferior en a<sub>2</sub> (Banano): Variable acidez, registro diferencia significativa obteniendo su valor más alto en a<sub>2</sub> (Banano) y el valor más bajo en a<sub>1</sub> (Naranja). En cuanto a los grados alcohólicos se observó diferencia significativa dando su valor superior en a<sub>0</sub> (Piña); el valor inferior en a<sub>2</sub> (Banano). Rendimiento presento diferencia significativa, el valor superior en a<sub>0</sub> (Piña); el valor inferior en a<sub>2</sub> (Banano).

**4.1.2.2. Resultados del Factor B: Contenido de solidos solubles del mosto de la materia prima, antes del proceso de fermentación.**

**GRAFICO N° 2:** Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ): Contenido de solidos solubles del mosto; (b0) 21°Brix, (b1) 18°Brix.

- 1.-°Brix:  $b_0 = 10,78$ ;  $b_1 = 7,54$ ; (DS).
- 2.- pH:  $b_0 = 4,34$ ;  $b_1 = 5,04$ ; (DS)
- 3.- Acidez:  $b_0 = 1,19$ ;  $b_1 = 1,03$ ; (DS)
- 4.- Grados Alcohólicos:  $b_0 = 33,83$ ;  $b_1 = 31,5$ ; (DS)
- 5.- Rendimiento:  $b_0 = 9,86$ ;  $b_1 = 7,86$ ; (DS)





Elaborado por: Mitis, W. (2015)

En el Grafico N°2 los datos obtenidos de Tukey la variable de °Brix presento diferencia significativa en el nivel  $b_0$  (21 °Brix) y valor menor  $b_1$  (18 °Brix). En la variable de pH el valor más alto  $b_1$  (18 °Brix); el menor valor  $b_0$  (21 °Brix). Acidez determino que el valor alto se encontró en  $b_0$  (21 °Brix), el valor menor en  $b_1$  (18 °Brix). Dentro de la variable de Grados Alcoholicos la diferencia significativa en el valor más alto es  $b_0$  (21 °Brix); el menor  $b_1$  (18 °Brix). En cuanto al Rendimiento presento diferencia significativa mostrando un valor más alto en el nivel  $b_0$  (21 °Brix).

### 4.1.2.3. Resultados del Factor C: Condiciones del mosto.

**GRAFICO N° 3:** Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ): de Condiciones del mosto; (c0)

100% Jugo, (c1) 50:50 Agua: Jugo.

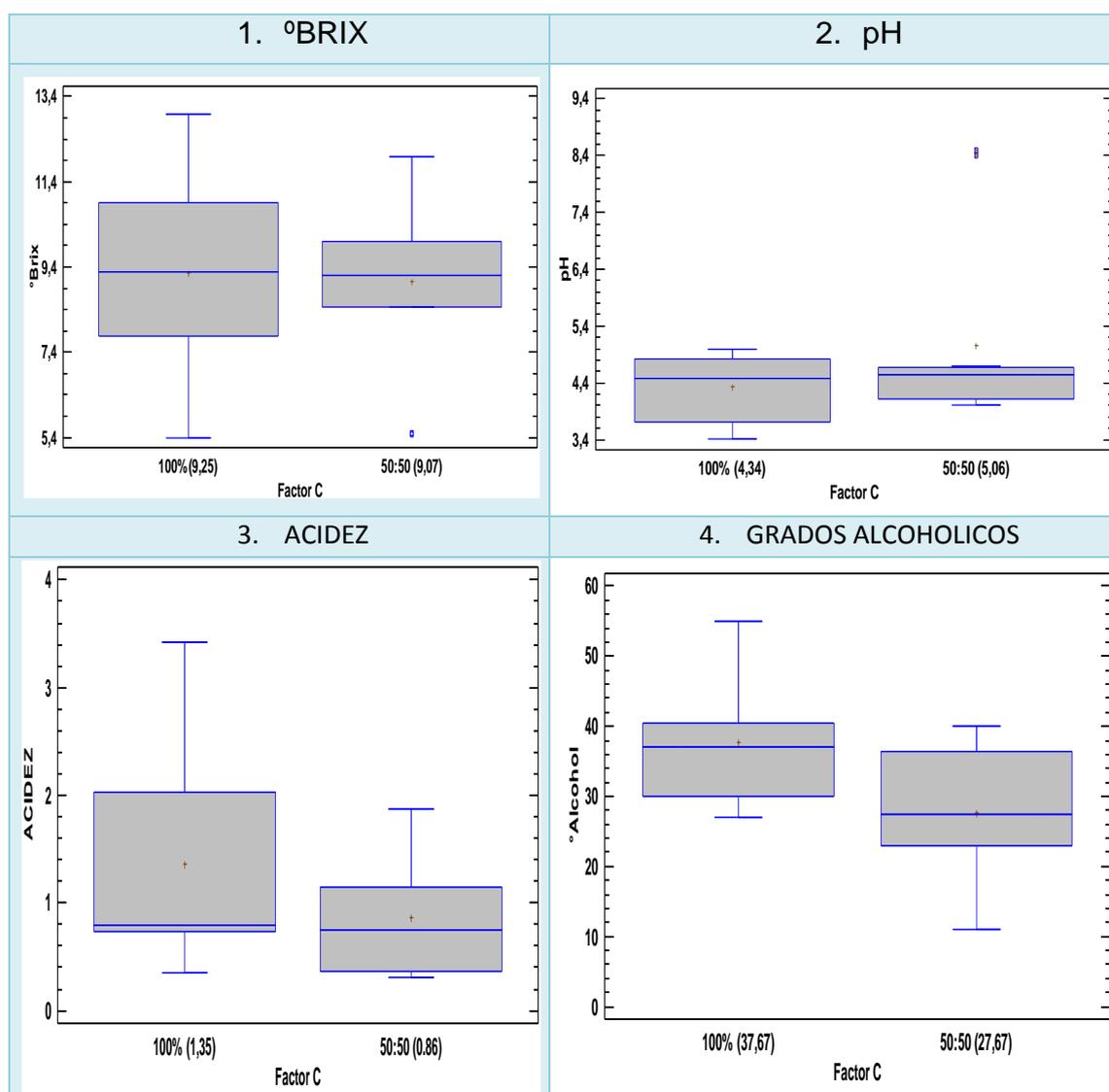
1.-°Brix:  $c_0=9,25$ ;  $c_1=9,07$ ; (DS).

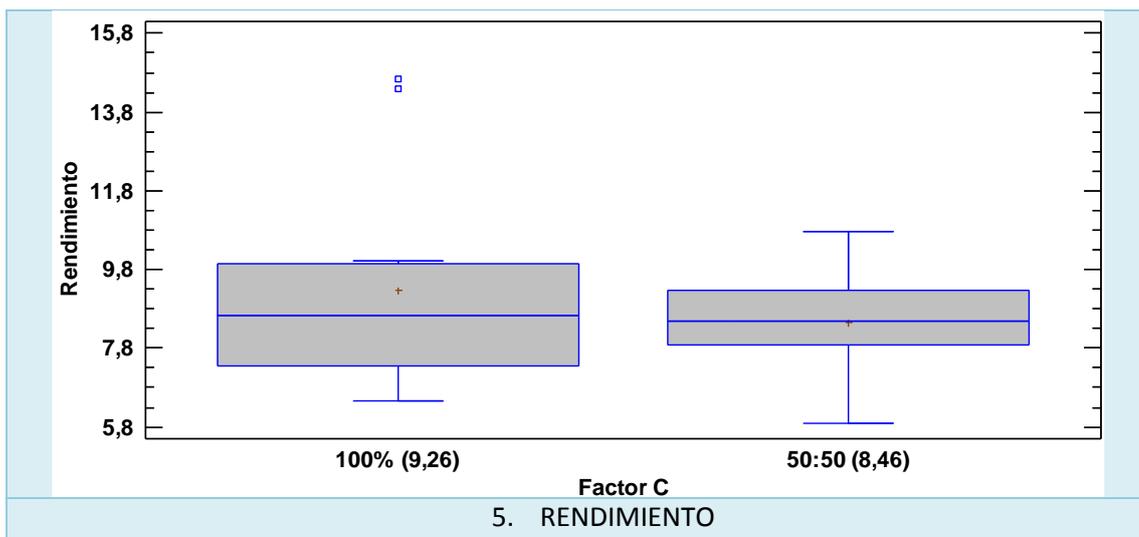
2.- pH:  $c_0=4,33$ ;  $c_1=5,06$ ; (DS)

3.- Acidez:  $c_0=1,35$ ;  $c_1=0,86$ ; (DS)

4.- Grados Alcohólicos:  $c_0=37,67$ ;  $c_1=27,67$ ; (DS)

5.- Rendimiento:  $c_0=9,26$ ;  $c_1=8,46$ ; (DS)





Elaborado por: Mitis, W. (2015)

El Grafico N°3 los datos obtenidos de Tukey la variable de °Brix presento diferencia significativa en el nivel  $c_0$  (100% Jugo) y valor menor  $c_1$  (50:50 Jugo:Agua). En pH el valor más alto presento el nivel  $c_1$  (50:50 Jugo:Agua); el menor valor  $c_0$  (100% Jugo). Acidez determinó que el valor más alto se encontró en  $c_1$  (100% Jugo) y el valor menor en  $c_0$  (50:50 Jugo:Agua). Dentro de la variable de Grados Alcohólicos existió diferencia significativa, el valor más alto se encontró en el nivel  $c_0$  (100% Jugo); el menor  $c_1$  (50:50 Jugo:Agua). En cuanto al Rendimiento el valor más alto se encontró en el nivel  $c_1$  (50:50 Jugo:Agua) y el menor valor  $c_0$  (100% Jugo).

## 4.2. Discusión

### 4.2.1. Discusión de Resultados

#### 4.2.1.1. Discusión con Respecto al Factor A.

Con respecto al Factor A: Materia Prima (Piña  $a_0$ . Naranja  $a_1$  y Banano  $a_2$ ) en °Brix los valores de los niveles  $a_0$  (9,53);  $a_1$  (8,50) y  $a_2$  (9,43), fueron superiores al rango obtenido de 2 a 6 por Guarnizo, Martínez y Pinzón, (2012) en su investigación científica de Azúcares del pseudotallo de plátano: una opción para la obtención de alcohol de segunda generación. En pH los valores  $a_0$  (4,77);  $a_1$  (5,48) fueron superiores a 4,00 reportados por Hernández y Martínez, (2012) en su trabajo investigativo para Obtener etanol por vía fermentativa a partir de cáscaras de Piña evaluando de sus principales variables (pH y grados Brix) usando como microorganismo productor *Saccharomyces cerevisiae*. En la Acidez registro los valores de  $a_0$  (0,63);  $a_1$  (0,58) encontrándose dentro del rango (0,64-0,88) reportados por Sacón y Loor, (2013) en su investigación titulada: Obtención de bioetanol primario a partir de la biomasa lignocelulósica del mate (Crescentía cujete); En Grados alcohólicos los valores  $a_0$  (43 g/L);  $a_1$  (30,63 g/L) y  $a_2$  (24,37 g/L) fueron inferiores a los reportados por Hernández y Martínez (2012) de 50 g/L. En rendimiento de  $a_0$  (10,94) se mantuvo en el rango de Hernández y Martínez (2012) que fue 10 – 13%.

#### 4.2.1.2. Discusión con Respecto al Factor B.

Con respecto al Factor B: Contenido de sólidos solubles del mosto (21° Brix)  $b_0$  y (18°Brix)  $b_2$  en esta investigación los valores de °Brix  $b_0$  (10,77);  $b_1$  (7,54) fueron niveles superiores los obtenidos por Guarnizo, Martínez y Pinzón, (2012) de 2 a 6 en su investigación científica de Azúcares del pseudotallo de plátano. En pH  $b_0$  (4,35);  $b_1$  (5,03) superaron a 4,00 reportados por Hernández y Martínez, (2012) en su trabajo investigativo para Obtener etanol por vía fermentativa a partir de cáscaras de Piña; Dentro de la Acidez se registraron valores en  $b_0$  (1,19) y  $b_1$  (1,02) demostrando ser superiores a los que registraron Sacón y Loor, (2013) de (0,64-0,88) reportados por en su investigación titulada: Obtención de bioetanol primario a partir de la biomasa lignocelulósica del mate (Crescentía

cujete); Con los Grados alcohólicos los valores fueron de  $b_0$  (33.83 g/L);  $b_1$  (31.50 g/L) siendo inferiores a los obtenidos por Hernández y Martínez (2012) de 50 g/L. En rendimiento el valor de  $b_0$  (9,86) se aproximó al rango de Hernández y Martínez (2012) que fue 10 – 13%.

#### **4.2.1.3. Discusión con Respecto al Factor C.**

En relación al Factor C: Condiciones del mosto  $c_0$  (100%Jugo) y  $c_1$  (50:50 Jugo:Agua) en lo que se refiere a los °Brix valores fueron  $c_0$  (9,24) y  $c_1$  (9,07) siendo superior de 2, 6 obtenidos por Guarnizo, Martínez y Pinzón, (2012) en su investigación científica de Azúcares del pseudotallo de plátano. En pH  $c_0$  (4,33);  $c_1$  (5,05) fueron superiores a 4,00 reportado por Hernández y Martínez, (2012) en su trabajo investigativo para Obtener etanol por vía fermentativa a partir de cáscaras de Piña; En Acidez  $c_1$  (0,86) se encontró dentro de los rangos (0,64-0,88) reportados por Sacón y Loor, (2013); en su investigación titulada: Obtención de bioetanol primario a partir de la biomasa lignocelulósica del mate (Crescentia cujete). Con lo referente a los Grados alcohólicos se reflejaron valores  $c_0$  (37,67 g/L),  $c_1$  (27,66 g/L) manteniendo un rango inferior al que obtuvo Hernández y Martínez (2012) de 50 g/L. En rendimiento  $c_0$  (9,26) y  $c_1$  (8,46) fueron menores al rango de Hernández y Martínez (2012) que fue 10 – 13%.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones

### **Con respecto a los análisis en cuanto al Factor A:**

En conclusión al factor A (Materia Prima) en la variable de °Brix se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que los valores en los niveles  $a_0$  (9,54);  $a_1$  (8,50) y  $a_2$  (9,43), estos fueron superiores a los rangos obtenidos por Guarnizo, Martínez y Pinzón, (2012). En pH se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que los valores registrados fueron en los niveles  $a_0$  (4,77);  $a_1$  (5,48), fueron superiores al reportado por Hernández y Martínez, (2012) en cuanto al nivel  $a_2$  (3,88) fue inferior. En Acidez se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que el nivel  $a_0$  y  $a_1$  se encuentran dentro del rango reportados por Sacón y Loor, (2013); y el nivel  $a_2$  (2,11) mostro valor superior. Con respecto a los Grados alcohólicos se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que los valores en los niveles  $a_0$  (43 g/L);  $a_1$  (30,62 g/L) y  $a_2$  (24,37 g/L) estos valores son inferiores a los reportados por Hernández y Martínez (2012). El Rendimiento con los valores de los niveles  $a_0$  (10,94),  $a_1$  (8,69) y  $a_2$  (6,95) se acepta la hipótesis alternativa.

### **Con respecto a los análisis en cuanto al Factor B:**

Con respecto al Factor B: Contenido de sólidos solubles del mosto (21°Brix)  $b_0$  y (18°Brix)  $b_2$  en cuanto a la variable °Brix se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que los valores en los niveles  $b_0$  (10,77);  $b_1$  (7,54) estuvieron superiores a los obtenidos por Guarnizo, Martínez y Pinzón, (2012). De acuerdo a la variable pH se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que los valores que reportaron en los niveles  $b_0$  (4,35);  $b_1$  (5,03) fueron superiores a los reportados por Hernández y Martínez, (2012). En lo correspondiente a la variable Acidez se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que los valores registrados en los niveles  $b_0$  (1,19),  $b_1$  (1,02), resultaron superiores a los reportados por Sacón y Loor, (2013). Con respecto a los Grados alcohólicos se acepta la hipótesis alternativa y se concluye, los valores que mostraron en los niveles  $b_0$  (33,83 g/L);  $b_1$  (31,50 g/L) son inferiores a los obtenidos por Hernández y Martínez (2012).

El Rendimiento acepta la hipótesis alternativa ya que los valores de los niveles  $b_0$  (9,86),  $b_1$  (7,86) demostraron ser inferiores a los obtenidos por Hernández y Martínez (2012).

### **Con respecto a los análisis en cuanto al Factor C:**

En relación al Factor C: Condiciones del mosto (100%Jugo)  $c_0$  y (50:50 Jugo:Agua)  $c_1$  en cuanto a la variable °Brix existe diferencia significativa por lo que se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que demostraron valores en  $c_0$  (9,24) y  $c_1$  (9,07) siendo superiores al rango reportado por Guarnizo, Martínez y Pinzón, (2012); En la variable pH existe diferencia significativa por lo que se acepta la hipótesis alternativa concluyendo que los valores registrados en los niveles  $c_0$  (4,33);  $c_1$  (5,05) sobrepasan a los reportados por Hernández y Martínez, (2012). Acidez existe diferencia significativa por lo que se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que los valores registrados en los nivel  $c_1$  (0,86), este valor se encuentra dentro del rango reportado por Sacón y Loo, (2013), mientras que en el nivel  $c_0$  (1,63) superior. Con respecto a los Grados alcohólicos existe diferencia significativa por lo que se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que los valores registrados en los niveles  $c_0$  (33,66 g/L);  $c_1$  (27,66 g/L) mantienen un rango inferior al que obtuvo Hernández y Martínez (2012). En el Rendimiento acepta la hipótesis alternativa ya que los valores de los niveles  $c_0$  (9,26),  $c_1$  (7,46) indicaron ser inferiores a los obtenidos por Hernández y Martínez (2012).

## 5.2. Recomendaciones

Las recomendaciones planteadas durante esta investigación son las siguientes:

Con relación a la materia prima en los contenidos de acidez, GL y rendimiento se recomienda la utilización de piña (a0) para la obtención de etanol. Mientras que en acidez y °Brix se recomienda la utilización de naranja para la obtención de etanol. Por ultimo en pH se recomienda la utilización de banano para la obtención de etanol.

Con respecto a la Contenido de solidos solubles del mosto en los contenidos de pH y GL se recomienda la adecuación del mosto a 21°brix. Mientras que en acidez y °Brix se recomienda la adecuación del mosto a 18°brix.

Con respecto a la Condiciones del mosto en los contenidos de acidez, pH, GL y rendimiento se recomienda la utilización de la concentración de jugo al 100%. Mientras que en °Brix se recomienda la utilización de la concentración de 50:50, jugo: agua.

## **CAPITULO VI**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. Literatura Citada

- Bellido, C. (2013). *OBTENCIÓN DE BIOETANOL 2G A PARTIR DE HIDROLIZADOS DE PAJA DE TRIGO. FERMENTACIÓN CONJUNTA DE LOS PENTA Y HEXA CARBOHIDRATOS CON *Pichia stipitis**. Universidad de Valladolid.
- Carvajal, D. (2009). *COMPARACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE NEMATODOS EN EL CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus*) (L) Merr. HIBRIDO MD-2 BAJO TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN CONVENCIONAL Y ORGÁNICA LA VIRGEN DE SARAPÍQUI, HEREDIA*. . Instituto Tecnológico de Costa Rica Sede Regional San Carlos.
- Garzón, S. (2009). *ESTUDIO COMPARATIVO PARA LA PRODUCCIÓN DE ETANOL ENTRE *Saccharomyces cerevisiae silvestre*, *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 9763 Y *Candida utilis* ATCC 9950*. PEREIRA: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.
- Gilces, P. (2006). *ESTUDIO DEL USO DE LOS NUTRIENTES PARA LA LEVADURA EN FERMENTACIÓN CON EL PROPÓSITO DE MEJORAR LA PRODUCCIÓN DEL ALCOHOL ETÍLICO*. Guayaquil - Ecuador: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.
- Guigou, M. (2011). *Producción de Bioetanol combustible a partir de Bionato*. Universidad de la República.
- Jensen, P. (2004). *Producción de Etanol a partir de jaca*. UNIVERSIDAD DE QUEENSLAND.
- Jiménez, R. (2005). *RESPUESTAS MORFOGÉNICAS DE LA PIÑA (*Ananas comosus*) EN DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO IN VITRO*. Costa Rica: Instituto Tecnológico De Costa rica.
- Luz Hernández, P. V. (2009). El plátano un cultivo tradicional con importancia nutricional. *Feuerza Farmacéutica*.
- Nieto, H. (2009). *Evaluación de las condiciones de la fermentación alcohólica utilizando *Saccharomyces cerevisiae* y jugo de caña de azúcar como sustrato para obtener etanol*. SANGOLQUI: ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO .
- Palacín, J. (2012). *EFFECTOS DE RECUBRIMIENTOS DE ALMIDÓN DE YUCA, ÁCIDO ASCÓRBICO, N-ACETIL-CISTEÍNA EN LA CALIDAD DEL PLÁTANO (*Musa paradisiaca*)*. Cartagena - Colombia: Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín.

- Pasmiño, A. (2009). *Proyecto de Elaboración artesanal y comercialización del vino de naranja San Marcos en la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil - Ecuador: Escuela Superior Politecnica del Litoral.
- Sandoval, I. (2011). *Guía técnica del cultivo de la piña*. El Salvador: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Alvarez Córdova".
- STAN, C. (2011). *182 NORMA DEL CODEX PARA LA PIÑA*.
- TAMAYO, K. (2008). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA*. GRAFICA RUIZ.
- Ulloa, E. (2012). *CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE NARANJA (Citrus aurantium L.), EN LA PARROQUIA LAS MERCEDES, CANTÓN LAS NAVES, PROVINCIA BOLÍVAR*. Guaranda - Ecuador: UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR.

## 6.2. LINGÜÍSTICA

- Bioetanol*. (11 de 11 de 2008). Recuperado el 08 de 12 de 2014, de [www.bioetanoldecana.org](http://www.bioetanoldecana.org):  
<http://www.bioetanoldecana.org/es/download/cap2.pdf>
- CITRUS, C. D. (Abril de 2010). *Mercadomodelo*. Obtenido de <http://www4.mercadomodelo.net/observatorio/citrus0410.pdf>
- Hernández, I. C. (2012). *www.infoagro.com*. Obtenido de [http://www.infoagro.com/frutas/frutas\\_tropicales/platano\\_burro2.htm](http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/platano_burro2.htm)
- INEC. (2010). *Análisis del sistema agroalimentario del banano en el Ecuador*. Recuperado el 9 de 12 de 2014, de [www.ecuadorencifras.com](http://www.ecuadorencifras.com):  
<http://www.ecuadorencifras.com/sistagroalim/pdf/Banano.pdf>
- Peña, C. (2008). EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ETANOL UTILIZANDO CEPAS RECOMBINANTES DE *Saccharomyces cerevisiae* A PARTIR DE MELAZA DE CAÑA DE AZÚCAR. *www.redalyc.org*, <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49611945017>.
- PROEcuador. (8 de 2011). *Análisis sensorial del banano*. Recuperado el 9 de 12 de 2014, de [www.proecuador.gob.ec](http://www.proecuador.gob.ec):  
<http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2011/09/PROEC-AS2011-BANANO.pdf>
- PROEcuador. (10 de 2011). *Perfil de la piña Ecuatoriana*. Recuperado el 9 de 12 de 2014, de [www.proecuador.gob.ec](http://www.proecuador.gob.ec):

<http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2011/11/PROEC-P2011-PINA-ECUATORIANA.pdf>

REDIEX. (2010). *Serie Perfiles de Productos para la Exportación Etanol para Biocombustible*. Recuperado el 08 de 12 de 2014, de Red de Inversiones y Exportaciones: <http://www.rediex.gov.py/userfiles/file/12%20-%20PPE%20Etanol%20para%20Biocombustible.pdf>

SIICEX. (11 de 2009). *Tangelo*. Recuperado el 8 de 12 de 2014, de <http://www.siicex.gob.pe/>: <http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/fichaproducto/825668503rad61FA1.pdf>

INEC. (2010). *Análisis del sistema agroalimentario del banano en el Ecuador*. Recuperado el 9 de 12 de 2014, de [www.ecuadorencifras.com](http://www.ecuadorencifras.com): <http://www.ecuadorencifras.com/sistagroalim/pdf/Banano.pdf>

*Bioetanol*. (11 de 11 de 2008). Recuperado el 08 de 12 de 2014, de [www.bioetanoldecana.org](http://www.bioetanoldecana.org): <http://www.bioetanoldecana.org/es/download/cap2.pdf>

- [www.bibliotecasdelecuador.com](http://www.bibliotecasdelecuador.com)
- [www.ScienceDirect.com](http://www.ScienceDirect.com)
- [www.Scielo.org](http://www.Scielo.org)
- [www.redalyc.org](http://www.redalyc.org)
- [books.google.es](http://books.google.es)

## **CAPITULO VII**

### **ANEXOS**

## ANEXO 1

### MATERIA PRIMA



Piña



Naranja



Banano

Elaborado por: Mitis, W. (2015)

## ANEXO 2: PREPARACION DE TRATAMIENTOS

Recepción de materia prima		
		
Pelado de piña	Pelado de banano	Extracción de jugo de naranja
		
Extracción de pulpa	Licuada	Envasado de mosto

Elaborado por: Mitis, W. (2015)

### ANEXO 3: ANÁLISIS DE LABORATORIO

Recepción de materia prima		
		
Acidez	°Brix	pH
		
Grados Alcohol		

Elaborado por: Mitis, W. (2015)

## ANEXO 4: DISEÑO EXPERIMENTAL

### Pruebas de Múltiple Rangos para °Brix por factor A

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>factor A</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	8	8,50625	0,0223215	X
3	8	9,4375	0,0223215	X
1	8	9,535	0,0223215	X

### Pruebas de Múltiple Rangos para °Brix por factor B

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>factor B</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	12	7,54417	0,0182254	X
1	12	10,775	0,0182254	X

### Pruebas de Múltiple Rangos para °Brix por factor C

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>factor C</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	12	9,07	0,0182254	X
1	12	9,24917	0,0182254	X

### Pruebas de Múltiple Rangos para °Brix por REPLICAS

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>REPLICAS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	12	9,135	0,0182254	X
1	12	9,18417	0,0182254	X

### Pruebas de Múltiple Rangos para pH por factor A

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>factor A</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
3	8	3,83875	0,0236651	X
1	8	4,77	0,0236651	X
2	8	5,48125	0,0236651	X

### Pruebas de Múltiple Rangos para pH por factor B

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>factor B</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1	12	4,355	0,0193225	X
2	12	5,03833	0,0193225	X

### Pruebas de Múltiple Rangos para pH por factor C

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>factor C</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1	12	4,3375	0,0193225	X
2	12	5,05583	0,0193225	X

### Pruebas de Múltiple Rangos para pH por REPLICAS

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>REPLICAS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	12	4,67583	0,0193225	X
1	12	4,7175	0,0193225	X

### Pruebas de Múltiple Rangos para ACIDEZ por factor A

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>factor A</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	8	0,58	0,00527196	X
1	8	0,63	0,00527196	X
3	8	2,11375	0,00527196	X

### Pruebas de Múltiple Rangos para ACIDEZ por factor B

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>factor B</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	12	1,02583	0,00430454	X
1	12	1,19	0,00430454	X

### Pruebas de Múltiple Rangos para ACIDEZ por factor C

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>factor C</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	12	0,861667	0,00430454	X
1	12	1,35417	0,00430454	X

### Pruebas de Múltiple Rangos para ACIDEZ por REPLICAS

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>REPLICAS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	12	1,1025	0,00430454	X
1	12	1,11333	0,00430454	X

### Pruebas de Múltiple Rangos para °Alcohol por factor A

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>factor A</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
3	8	24,375	0,184637	X
2	8	30,625	0,184637	X
1	8	43,0	0,184637	X

### Pruebas de Múltiple Rangos para °Alcohol por factor B

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>factor B</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	12	31,5	0,150756	X
1	12	33,8333	0,150756	X

### Pruebas de Múltiple Rangos para °Alcohol por factor C

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>factor C</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	12	27,6667	0,150756	X
1	12	37,6667	0,150756	X

### Pruebas de Múltiple Rangos para °Alcohol por REPLICAS

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>REPLICAS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	12	32,6667	0,150756	X
1	12	32,6667	0,150756	X

### Pruebas de Múltiple Rangos para Rendimiento por factor A

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>factor A</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
3	8	6,94875	0,0476309	X
2	8	8,6925	0,0476309	X
1	8	10,94	0,0476309	X

### Pruebas de Múltiple Rangos para Rendimiento por factor B

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>factor B</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	12	7,85917	0,0388905	X
1	12	9,86167	0,0388905	X

### Pruebas de Múltiple Rangos para Rendimiento por factor C

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>factor C</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
2	12	8,46167	0,0388905	X
1	12	9,25917	0,0388905	X

### Pruebas de Múltiple Rangos para Rendimiento por REPLICAS

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>REPLICAS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1	12	8,8125	0,0388905	X
2	12	8,90833	0,0388905	X



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**LABORATORIO DE BROMATOLOGIA**

Dirección Km. 1 ½ vía Sto. Domingo Teléfono: 052750320  
FAX: (593-06) 752300 753-503 CASILLA Quevedo: 73  
www.uteq.edu.ec

Quevedo-Los Rios -Ecuador

**CERTIFICACION**

Quevedo, 10 de abril del 2015

**A QUIEN CORRESPONDA:**

Por medio de la presente certifico que el Sr. MITIS MADROÑERO HECTOR WILLIAN con CI. 172399597-1 realizó la preparación de la materia prima para obtención de etanol y los análisis de pH, Acidez Titulable, Grados Brix y Grados Alcohólicos en muestras del mosto de las diferentes frutas utilizadas, correspondiente a la Tesis titulada "EVALUACION DEL PROCESO DE EXTRACCION DE ETANOL A PARTIR DE: Ananas Comosus (PIÑA), Citrus Reticulata (NARANJA) Y Musa Paradisiaca (BANANO) DE LA ZONA CENTRAL DE ECUADOR.", en este Laboratorio, con la guía de la Ing. Lourdes Ramos, Coordinadora del Laboratorio.

Autorizo al Sr. MITIS MADROÑERO HECTOR WILLIAN dar al presente certificado el uso que estime conveniente.

Atentamente,

Ing. Lourdes Ramos Mackliff



**ENCARGADA DEL LABORATORIO DE BROMATOLOGIA**