



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“DISEÑO DEL PROCESO INDUSTRIAL PARA LA OBTENCIÓN DE
ALCOHOL A PARTIR DE *EUGENIA STIPITATA*”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO QUÍMICA

AUTORA: MAYRA BELÉN LÓPEZ SANTANDER

DIRECTOR: ING.HANNIBAL BRITO MOINA.PhD.

RIOBAMBA-ECUADOR

2018

© 2018 MAYRA BELÉN LÓPEZ SANTANDER

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Investigación: DISEÑO DEL PROCESO INDUSTRIAL PARA LA OBTENCION DE ALCOHOL A PARTIR DE *EUGENIA STIPITATA*, de responsabilidad de la señorita Mayra Belén López Santander, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Titulación, quedando autorizada a su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Hannibal Brito Moina PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO

DE TITULACIÓN

Ing. Mabel Parada

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Yo, Mayra Belén López Santander soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación, el patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Mayra Belén López Santander

060422665-4

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, MAYRA BELÉN LÓPEZ SANTANDER, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Mayra Belén López Santander

060422665-4

DEDICATORIA

La presente Tesis está dedicada a Dios ya que gracias el he culminado con mi carrera y por permitirme vivir esta experiencia maravillosa llena de alegrías y tristezas.

A mis padres Fausto López y Gloria Santander quienes son los forjadores de mi camino levantándome en cada tropiezo de mi vida, quienes me han enseñado a luchar día a día demostrando que con esfuerzo y perseverancia todas las metas propuestas pueden ser alcanzadas, a mis hermanos quienes estuvieron mi lado brindándome su apoyo y comprensión para hacerme una mejor persona para ser un profesional competente.

Mayra

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme regalado el obsequio de la vida y hacer posible esta meta cumplida, forjando mi camino con esperanza y sabiduría.

A mis padres por toda la paciencia, esfuerzo, dedicación y el sacrificio que hicieron para que culminara con mis estudios, ya que ustedes lo hicieron posible.

Al Ing. Hannibal Brito Molina, Director del proyecto de titulación y a la Ing. Mabel Parada, quienes me apoyaron y han corregido en mi labor científica con un grado de interés y dedicación digna de un profesional competente.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	IV
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO	VII
CAPÍTULO I.....	1
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Identificación del Problema	1
1.1 Justificación del proyecto	2
1.3 Objetivos de la investigación.....	3
<i>1.3.1 General.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.1 Específicos</i>	<i>3</i>
CAPÍTULO II	4
2. MARCO TEÓRICO	4
1.2 Antecedentes de investigación.....	4
2.2. Marco conceptual	5
<i>2.2.1. Arazá (Eugenia stipitata).....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.1.1 Cultivo y Prolongación</i>	<i>6</i>
<i>1.2.1.2 Propiedades</i>	<i>9</i>
<i>1.2.1.3 Productos.....</i>	<i>10</i>
<i>1.2.2 Alcohol.....</i>	<i>12</i>
<i>1.2.2.1 Clasificación.....</i>	<i>12</i>
<i>1.2.2.2 Fermentación alcohólica</i>	<i>13</i>
<i>1.2.2.3 Saccharomyces Cerevisiae</i>	<i>15</i>
<i>1.2.3 Diseño</i>	<i>16</i>
<i>1.2.3.1 Parámetros.....</i>	<i>16</i>
<i>1.2.3.2 Equipos de proceso</i>	<i>18</i>
CAPÍTULO III.....	28
2 METODOLOGÍA	28
2.1 Hipótesis	28
<i>2.1.1 Hipótesis general</i>	<i>28</i>
<i>2.1.2 Hipótesis específicas.....</i>	<i>28</i>
2.2 Identificación de variables.....	29
<i>2.2.1 Variables Independientes.....</i>	<i>29</i>
<i>2.2.2 Variables Dependientes</i>	<i>29</i>

2.3	Operacionalización de variables	30
2.4	Matriz de Consistencia	31
2.5	Tipo y diseño de investigación	32
2.5.1	<i>Deductivo</i>	32
2.5.2	<i>Inductivo</i>	32
2.5.3	<i>Exploratoria</i>	32
2.6	Unidad de Análisis	33
2.7	Población de Estudio	34
2.8	Tamaño de muestra	34
2.8.1	<i>Cantidad de muestras de fruta para el proceso</i>	34
2.8.1.1	Cantidad de muestra.....	34
2.8.1.2	Peso de la fruta total.....	35
2.8.1.3	Peso de semillas	35
2.8.2	<i>Cantidad de muestras para las encuestas</i>	36
2.9	Selección de muestra	37
2.10	Técnicas de recolección de datos	37
2.10.1	<i>Caracterización físico- química de la muestra de arazá</i>	38
2.10.2	<i>Caracterización Organoléptica de la muestra de arazá</i>	38
2.10.3	<i>Parámetros de la pulpa de arazá</i>	39
2.10.4	<i>Pruebas de laboratorio para obtención del alcohol</i>	39
2.10.4.1	Análisis de la Cantidad real de pulpa.....	40
2.10.4.2	Prueba 1.....	40
2.10.4.3	Prueba 2.....	42
2.10.4.4	Pruebas del alcohol en espectrofotómetro infrarrojo	44
2.10.5	<i>Pruebas a nivel industrial para la obtención de alcohol</i>	45
2.10.5.1	Balance de masa del proceso.....	46
2.10.6	<i>Aplicación de encuestas</i>	50
2.10.6.1	Encuesta	51
2.10.6.2	Análisis de las encuestas	57
CAPITULO IV	61	
3	RESULTADOS Y CALCULOS	61
3.1	Análisis de resultados	61
3.1.1	<i>Resultados de la caracterización físico-químico de la muestra</i>	61
3.1.2	<i>Resultados de las características organolépticas de la muestra</i>	61
3.1.3	<i>Resultados de las pruebas realizadas al alcohol a nivel de laboratorio</i>	62
3.1.4	<i>Resultados del proceso industrial para la obtención de alcohol</i>	63
3.2	Prueba de hipótesis	64
3.2.1	<i>Hipótesis 1</i>	64
3.2.2	<i>Hipótesis 2</i>	65
3.2.3	<i>Hipótesis 3</i>	65
3.2.4	<i>Hipótesis 4</i>	66
3.3	Discusión de resultados	67

CAPITULO V.....	68
5 PROPUESTA DEL PROYECTO.....	68
3.4 Propuesta para la solución del problema.....	68
3.4.1 <i>Diseño del proceso.....</i>	68
3.4.2 <i>Descripción del proceso.....</i>	69
3.4.2.1 Recepción de materia prima.....	69
3.4.2.2 Selección y clasificación.....	69
3.4.2.3 Lavado.....	69
3.4.2.4 Desmontado y despulpado.....	69
3.4.2.5 Trituración.....	69
3.4.2.6 Mezclado.....	70
3.4.2.7 Fermentación.....	70
3.4.2.8 Destilación.....	70
3.4.2.9 Envasado.....	70
3.4.3 <i>Requerimiento de equipos para el proceso.....</i>	70
3.4.3.1 Recepción de la muestra.....	71
3.4.3.2 Fermentador.....	72
3.4.3.3 Destilación.....	74
CONCLUSIONES.....	76
RECOMENDACIONES.....	77
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 3-1: Caracterización físico-químico.....	38
Gráfico 3-2: Comparación grados Brix y Gay-Lussac.....	41
Gráfico 3-3: Comparación grados Brix y Gay Lussac	43
Gráfico 3-4: Espectrofotómetro infrarrojo	44
Gráfico 3-5: le gustaría probar un producto de arazá.....	51
Gráfico 3-6: Ha probado alcohol hecho a base de frutas amazónicas	51
Gráfico 3-7: Con qué frecuencia compra bebidas alcohólicas	52
Gráfico 3-8: cuánto dinero gasta en bebidas alcohólicas	53
Gráfico 3-9: Factor que determina la compra de una bebida alcohólica.....	53

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Frutos de Arazá.....	5
Ilustración 2: Arazá maduro.....	6
Ilustración 3: Arazá sin cáscara.....	6
Ilustración 4: Arbusto de arazá	7
Ilustración 5: Flor de arazá.....	7
Ilustración 6: Arazá parte interna y externa	7
Ilustración 7: Recolección de arazá.....	8
Ilustración 8: Semillas de arazá.....	8
Ilustración 9: Bebida de arazá	10
Ilustración 10: Mermelada de arazá	10
Ilustración 11: Pulpa de arazá	11
Ilustración 12: Perfume de arazá.....	11
Ilustración 13: Vino	11
Ilustración 14: Yogurt	12
Ilustración 15: Bebidas Alcohólicas.....	13
Ilustración 16: Licores comerciales	14
Ilustración 17: Proceso de fermentación	14
Ilustración 18: Levaduras.....	15
Ilustración 19: Refractómetro	17
Ilustración 20: Partes de Fermentador.....	20
Ilustración 21: Fermentador	21
Ilustración 22: Caldera	22
Ilustración 23: Torres de destilación	24
Ilustración 24: Banda transportadora	71
Ilustración 25: Características de Banda Transportadora.....	72

INDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Contenido Nutricional	9
Tabla 2-2: Escala de Temperatura.....	18
Tabla 2-3: Operacionalización de variables.....	30
Tabla 2-4: Matriz de consistencia	31
Tabla 2-5: Época de cosecha.....	33
Tabla 2-6: Cantidad de fruta recolectada	35
Tabla 2-7: Peso de la fruta total	35
Tabla 2-8: Peso de las semillas	36
Tabla 2-9: Caracterización físico-química.....	38
Tabla 2-10: Parámetros de la pulpa.....	39
Tabla 3-1: Cantidad real de pulpa	40
Tabla 3-2: Grados Brix prueba 1	41
Tabla 3-3: Gay- Lussac prueba 1	41
Tabla 3-4: Grados Brix prueba 2.....	42
Tabla 3-5: Grados Gay Lussac prueba 2	43
Tabla 3-6: Materia prima para la mezcla	45
Tabla 3-7: Equipos utilizados en el proceso.....	46
Tabla 3-8: Características de una licuadora industrial	19
Tabla 3-9: Datos de destilación.....	26
Tabla 3-10: Datos de condensador	26
Tabla 4-1: Chi cuadrado.....	57
Tabla 4-2: Proceso industrial para obtención de alcohol	63

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de titulación es dar solución a la problemática del desperdicio anual de la arazá (*Eugenia Stipitata*), en donde se propone obtener alcohol partir de la fruta nativa de la Región Amazónica contribuyendo a la disminución de la pérdida de la fruta debido a que es poco conocida a nivel nacional y puede generar rechazo por parte de los consumidores, esta fruta no ha sido comercializada en gran magnitud debido a que existe poca motivación por parte de los agricultores. En este estudio la obtención de alcohol pasa por un proceso experimental debido que en el Ecuador no se obtiene alcohol por medio de torres de destilación, innovando procesos podemos utilizar el fermentador y las torres de destilación para este proceso crear nuevas formas de dar utilidad a la materia prima que existe en nuestro país. El resultado obtenido es mejor de los esperado este tipo de alcohol puede ser utilizado ya sea en industrias alimenticias y en la industria Farmacéutica, obteniendo por cada 30 litros de mezcla alrededor de 3 litros de alcohol destilado a 85° G.L, debido a la calidad de alcohol este puede ser diluido o vendido a nivel industrial, contribuyendo de forma positiva a que los pequeños agricultores creen fuentes de ingresos adicionales y la industria se beneficia de un nuevo productos que pueden utilizar en la creación de nuevos productos y generar fuentes de empleo pero principalmente evitar que un fruta altamente beneficiosa para la salud se desperdicie. Se recomienda utilizar esta fruta no debe sobrepasar los 5 días después de la cosecha al ser una fruta percedera tiende a echarse a perder y en el proceso de fermentación no debe sobrepasar los 30 días de fermentación.

Palabras clave: <INGENIERIA QUIMICA>, <ARAZÁ (*Eugenia Stipitata*)>, <TORRES DE DESTILACIÓN>, <ETANOL>, <FERMENTADOR>, <INDUSTRIA ALIMENTICIA>, <INDUSTRIA FARMACEUTICA>.

SUMMARY

The objective of the present titration work is to solve the problem of the annual wastage of the araza (*Eugenia Stipitata*), where it is proposed to obtain alcohol from the native fruit of the Amazon Region contributing to the reduction of the loss of the fruit due to the fact that it is little known nationwide and may generate rejection by consumers, this fruit has not been commercialized in large magnitude because there is little motivation on the part of farmers. In this study the alcohol extraction goes through an experimental process due that in Ecuador no alcohol is obtained by means of distillation towers, by innovating processes we can use the fermentor and the distillation towers for this process to create new ways to give utility to the raw material that exists in our country. The result obtained is better than expected. This type of alcohol can be used either in food industries and in the Pharmaceutical industry, obtaining in each 30 liters of mixture about 3 liters of alcohol distilled at 85 ° GL, due to the quality of alcohol can be diluted or sold at the industrial level, contributing a positive way to small farmers creating additional sources of income and the industry benefits from a new product that can be used in the creation of new products and generate sources of employment but Mainly avoid that a fruit highly beneficial to health is wasted. It is recommended to use this fruit should not exceed 5 days after the harvest to be a perishable fruit tends to spoil and in the fermentation process should not exceed 30 days of fermentation.

Keywords: <CHEMICAL ENGINEERING>, <ARAZÁ (*Eugenia Stipitata*)>, <TOWERS OF DISTILLATION>, <ETHANOL>, <FERMENTER>, <FOOD INDUSTRY>, <PHARMACEUTICAL INDUSTRY>.

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Identificación del Problema

El ingeniero químico busca dar un valor agregado a los productos proporcionados por la naturaleza como es el Arazá (*Eugenia stipitata*), es una fruta que tiene excelentes propiedades nutricionales y beneficios para la salud, tiene un costo accesible por su bajo precio y es de fácil adquisición lo que nos va a servir de herramienta para poder competir en mercado ya que se pueden crear una gama de productos de alta calidad para los consumidores. El verdadero valor de las empresas en la actualidad está en renovar e inventar productos con el paso del tiempo permite mejorar los ingresos y los niveles de vida. En la Región Norte Amazónica existe un fruto que sigue su maduración después de la cosecha, por lo que se puede cosechar a partir de los 38 días de cuajada la fruta. Hay cuatro cosechas al año con un rendimiento de 14 toneladas por hectárea produciendo hasta 60 toneladas al año. (Carazo, 2009)

Este método me permite dar solución efectiva al problema de desperdicio de fruta en el sector, la fruta obtenida es tratada adecuadamente para el proceso y es fácil de utilizar se pierde un poco debido que en la filtración se retira el bagazo que ya no sirve en el proceso de fermentación. La investigación se apoyó en algunos documentos realizados en el país de varios estudiantes ya graduados de la zona amazónica así como proyectos realizados fuera del país, siendo los mismos un guía por dónde empezar a utilizar la metodología apropiada para la obtención del alcohol. Para el estudio de tomaron 100 muestras de frutas en plena cosecha para la etapa de obtención de pulpa se tomó esa cantidad tomando en cuenta principalmente el peso de cada fruta y para la cantidad de jugo que se introducirá en el proceso de fermentación. Estas muestras servirán para realizar el balance de masa y conocer el resultado del análisis y la cantidad obtenida de alcohol al final del proceso de destilación.

Se obtiene un alcohol de 85 G.L como producto final de nuestra investigación con una duración de 35 días después de haber cosechado Arazá (*Eugenia stipitata*), ese es el tiempo de duración que tardamos en obtener el alcohol.

1.1 Justificación del proyecto

Se busca dar solución a la problemática en la Región Norte Amazónica centrándose principalmente en el Cantón El COCA en la provincia Francisco De Orellana, en donde se propone obtener alcohol partir de la fruta nativa de ese cantón contribuyendo a la disminución de la pérdida de la fruta debido a que es poco conocida a nivel nacional y puede generar rechazo por parte de los consumidores, esta fruta no ha sido comercializada en gran magnitud debido a que existe poca motivación por parte de los agricultores. Pero eso no significa que este proyecto tenga poca rentabilidad, al contrario, es una manera de generar ingresos, un producto novedoso siempre llamará la atención ya que se puede aprovechar en la elaboración de diversos productos ya sean de forma artesanal o industrial.

Cuando la fruta se desperdicia causa pérdidas económicas en el sector agrícola ya que es una fuente de ingresos para las familias de esta región, dar un valor agregado a la fruta genera beneficios para la población ya que actualmente existen diversos productos que se crean a partir de *Eugenia stipitata* y muchos de ellos pueden exportarse a otros países en forma de vino, mermelada, yogurt, pulpa congelada, jugos, bebidas, entre otros.

Se obtendrá un alcohol al 85 ° que se utiliza en casi todas las industrias siendo la materia prima para la fabricación de diferentes productos químicos, como el acetaldehído, acetato de etilo, ácido acético, di bromuro de etileno, los glicoles, el cloruro de etilo y todos los éteres etílicos. También en la industria de licores y en el sector farmacéutico, como excipiente de algunos medicamentos y cosméticos.

Todo el producto generado a partir de materia prima nacional se difundirá a través de los medios de comunicación, con el objetivo de motivar a nuestros posibles clientes hacia una nueva acción de consumo, la introducción en el mercado es una oportunidad para dar a conocer todos los privilegios de esta fruta de fácil acceso y de bajo costo.

En cuanto a la competencia de mercado existen varias compañías que le podría interesar este producto debido a la fruta que se utiliza y que actualmente no existe en el mercado ecuatoriano. Los productos naturales y la popularidad de las frutas exóticas han aumentado y actualmente está en auge. Esta investigación brinda una solución para evitar la pérdida de la fruta creando un producto novedoso agradable para clientes nacionales e internacionales.

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 General

Diseñar el proceso industrial para la obtención de alcohol a partir de Arazá (*Eugenia stipitata*)

1.1.1 Específicos

- Determinar el grado de azúcar de *Eugenia stipitata* para la obtención de alcohol.
- Identificar el tipo de levaduras que se van a utilizar para la fermentación.
- Verificar las variables del proceso para la obtención del alcohol a 85° de *Eugenia stipitata*.
- Validar el proceso de elaboración de alcohol de *Eugenia stipitata*.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de investigación

La presente investigación se la realiza para aprovechar los recursos naturales que existen en el Ecuador debido a que muchas veces por el desconocimiento de la población no es tratada adecuadamente, la *Eugenia stipitata* es un fruto nativo de la Amazonía pertenece a la familia de las mirtáceas que tiene gran adaptación a climas trópico húmedo entre 22C° y 23C°. Debido a sus propiedades medicinales son utilizadas para el crecimiento, la reparación de las células, la reducción de los niveles de colesterol y el fortalecimiento del organismo ya que posee vitamina C el doble de lo que posee la naranja. (M.S. Hernandez, 2004)

El arazá (*Eugenia stipitata*) es un arbusto perteneciente a la familia de las mirtáceas, es originario de la región amazónica occidental comprendida entre los ríos Marañón y Ucayali, y en las proximidades de Requena y el nacimiento del río Amazonas. La mayor diversidad genética de *Eugenia stipitata* se registra en el sudoeste de la Amazonía, la especie se encuentra en estado silvestre solamente en la Amazonía Occidental.

El fruto se caracteriza por ser una baya globos-cóncava o esférica, ligeramente achatado arriba, el epicarpio es delgado de 1 mm, diámetro de 5 a 10 cm y peso de 200 a 400 g, presenta pubescencia fina y color verde claro que se torna amarillento o anaranjado en la madurez; la pulpa (mesocarpio) es succulenta, espesa, jugosa, entre amarillo y naranja, ácida agradable, muy aromático, relativamente frágil, y la cavidad interior del fruto está ocupada por un número de 12 a 16 semillas de 1-2.5 cm de longitud.

El trabajo busca dar un valor agregado a esta fruta como es la extracción de alcohol a 85° que puede ayudar a los pequeños comerciantes a crecer económicamente y dinamizar la economía de la zona ya que con el alcohol se crean licores de excelente calidad. En el Ecuador existen diversos licores a base de esta fruta sin embargo debido a la falta de conocimiento por parte de la población ha ido disminuyendo progresivamente y ha dejado de procesarse.

El fruto de arazá es nativa de la región, se encuentran en arbustos pequeños tienen un color verde y amarillo en estado de maduración, de sabor agridulce y aroma penetrante pero distintivo del fruto con abundantes cantidades de vitaminas. Tiene una deficiencia en cuanto al entendimiento de las personas sobre esta fruta ya que desconocen su utilidad y la manera correcta de consumirla, incluyendo los beneficios que esta brinda.



Ilustración 1: Frutos de Arazá

Fuente: LOPEZ, Mayra, 2016

Mediante la presente investigación se dará a conocer a los posibles consumidores, sobre la variedad de propiedades y beneficios que posee, así como sus características y valor nutricional de *Eugenia stipitata*. En el Ecuador existen muchos productos que van desapareciendo debido a la falta de motivación por el consumidor sin embargo se puede volver a dar una oportunidad a productos nuevos con materia prima nacional y de excelente calidad.

Para la obtención de alcohol a partir de *Eugenia Stipitata*, se realiza utilizando el equipo de fermentación y la torre de destilación para de esta manera obtener un alcohol concentrado, el proceso de fermentación dura aproximadamente 30 días para que los grados de azúcar se conviertan en alcohol a través de las levaduras y en la torre de destilación dura aproximadamente 5 días hábiles el proceso de destilado.

Existen varios proyectos en donde la utilización de la fruta es importante para la elaboración de yogurt, bebidas alcohólicas y la pulpa para la preparación de jugos y batidos; también como materia prima de perfumes y ambientadores que se está exportando en otros países a gran escala.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Arazá (*Eugenia stipitata*)

El Arazá cuyo nombre científico es *Eugenia stipitata* también conocido como membrillo o guayaba amazónica, es un frutal nativo de la Amazonia pertenece a la familia de las mirtáceas que tiene gran adaptación a climas trópico húmedo entre 22C° y 23C°. Es un arbusto nativo de varios países de Sudamérica específicamente del alto Amazonas en países como Brasil, Colombia, Perú, Uruguay y Ecuador. Su nombre conocido localmente es de guayaba brasilera o amazónica y suele ser consumida en bebidas como jugos naturales, helados.

La singularidad de este arbusto es su tamaño de un metro de altura generalmente aunque puede crecer hasta 6 metros en su estado adulto, sin embargo cuando está planta crece hasta un metro empieza a dar sus frutos.



Ilustración 2: Arazá maduro

Fuente: LOPEZ, Mayra, Lab. Procesos Industriales., 2016

En un inicio se la consideraba un ambientador natural debido a su exquisito aroma, es por eso que algunos locales o pobladores se abstendían de consumirla y solo la utilizaban para aromatizar ambientes.



Ilustración 3: Arazá sin cáscara

Fuente: LOPEZ, Mayra, Lab. Procesos Industriales., 2016

Posteriormente, a partir de la década de los 80's se dedicaron al cultivo artesanal de esta planta, debido a sus usos medicinales y también por el uso que se le puede dar a su fruto ya que en estado maduro tiene un sabor agridulce entre piña y mango. (Vargas, 2013).

2.1.1.1 Cultivo y Prolongación

- *Cultivo*

Este arbusto pertenece a la familia de las Mirtáceas. En un arbusto de abundante ramificación lateral que puede alcanzar 2,5 a 3,0 m de altura. La ramificación se inicia desde la base con ramas de sección circular, glabras y lisas. Las hojas son sésiles, opuestas en forma elíptica con ápice acuminado.

Las hojas miden de 8 a 12 cm por 3 a 6 cm de ancho aproximadamente.



Ilustración 4: Arbusto de arazá

Fuente: LOPEZ, Mayra, Lab.. LABSU, 2016.

Las flores se encuentran solitarias agrupadas en racimos axilares hasta de 4 unidades. Tienen 4 sépalos verde amarillento, 4 pétalos blancos y alrededor de 100 estambres libres.



Ilustración 5: Flor de arazá

Fuente: López M., Lab. LABSU.

El fruto es una baya esferoidal de color verde al estado inmaduro y amarillo a la madurez de 8 cm de diámetro, con pesos comprendidos entre 200 a 300 g excepcionalmente 750 g generalmente posee de 8 a 10 semillas de forma achatada y o blonda, las cuales miden 2 x 1 cm. (Escobar, 2009)



Ilustración 6: Arazá parte interna y externa

Fuente: LOPEZ, Mayra, Lab. Procesos Industriales., 2016

- *Propagación*

La propagación se efectúa mediante semilla sexual. La siembra se hace con prontitud luego de la extracción de semilla del fruto; el secado bajo sombra y escarificación manual de la semilla de arazá permite una germinación hasta el 90 %. Después de extraídas las semillas pierden rápidamente la capacidad de germinar y luego de 20 días el poder germinativo es 0 %.



Ilustración 7: Recolección de arazá

Fuente: LOPEZ, Mayra, El Coca, 2017

Una forma práctica de conservar las semillas es sumergirlas en depósitos de agua, de esta manera la germinación puede ser mantenida a un nivel del 80 % hasta los 60 días después de su extracción.

Las semillas deben ser sembradas utilizando como sustrato suelo mullido más aserrín en una proporción de 3:1. El distanciamiento de siembra entre hileras y filas de semillas debe ser de 5 x 3 cm. Los riegos deben ser cada 2 días. La semilla de arazá humedecida se puede germinar en bolsas plásticas.



Ilustración 8: Semillas de arazá

Fuente: LOPEZ, Mayra, Lab. Procesos Industriales., 2016

Es recomendable efectuar el repique cuando las plántulas tengan una altura de 10 cm en bolsas plásticas llenas con un sustrato similar a las camas germinadoras. Esta labor se efectúa extrayendo suavemente las plántulas con las manos y sin lastimar las raíces; se facilita la extracción regando previamente el sustrato. (Gonzales, 2005)

2.1.1.2 Propiedades

Es de mucha importancia para la alimentación de los ciudadanos, ya que posee valores nutricionales al consumir esta fruta ayuda al crecimiento, reparación de células en el organismos, disminución de los niveles de colesterol y para el fortalecimiento del individuo tiene una cantidad doble de vitamina C.

Tabla 2-1: Contenido Nutricional

Nº	CONTENIDO NUTRICIONAL	(g /100g de pulpa)
1	Humedad	93.52
2	Extracto etéreo	1.43
3	Proteína	0.66
4	Fibra Dietética(Fracción Soluble)	0.61
5	Fibra Dietética(Fracción Insoluble)	2.85
6	Cenizas	0.13
7	Carbohidratos Totales	4.26
8	Calorías	30
9	Calcio	0.000136
10	Fósforo	0.00006
11	Hierro	0.000841
12	Pro Vitamina A(β Carotenos)	0.00003
13	Vitamina B1	0.00007
14	Vitamina B2	LND
15	Vitamina C	0.0682
16	Azúcares Totales	0.481
17	Glucosa	0.1634
18	Fructosa	0.214
19	Sacarosa	0.1042
20	Ph	2.57
21	Acidez titulable	2.88

Fuente: Elaboración y comercialización de pulpa de arazá, Escuela Politécnica Nacional (EPN), 2015.

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017

Entre las principales vitaminas en la fruta tenemos la vitamina A utilizada para el desarrollo de los huesos, visión, vitaminas (B1, B2 y B3) que sirve para mantener una piel sana y un sistema digestivo eficiente. Como otras funciones a las que ayuda podemos enumerar las siguientes: mejora la transmisión nerviosa, regeneración de hemoglobina y evita el cansancio y anemia en los niños, ya que reduce el nivel de colesterol previene enfermedades cardíacas. (Víctor Carazo, 2001)

2.1.1.3 Productos

La *Eugenia stipitata* por su sabor y aroma peculiar tiene un gran potencial para las industrias de zumos, refrescos, jugos, helados, mermeladas, vinos, yogures fruta deshidratada e incluso por su aroma exótico tiene potencial para ser usado en la industria de perfumes, a continuación un detalle de los productos derivados. (Asohofrucol, 2012)



Ilustración 9: Bebida de arazá

Fuente: <http://sabrosurasdelaraza.blogspot.com/2013/05/araza-mas-que-una-simple-fruta.html>,2017.

- *Mermelada*

Es un producto elaborado fundamentalmente a base de fruta de *Eugenia stipitata* y azúcar en el cual no sufre tantos cambios en su elaboración como otros tipos de frutas ya que es cultivado sin herbicidas por lo cual posee un PH de 2 puntos lo que indica que esta fruta es acida pero con la combinación del azúcar se obtiene un producto de calidad.



Ilustración 10: Mermelada de arazá

Fuente: <http://arazaproductos.blogspot.com/>,Ecuador.,2016.

- *Pulpa*

El *Eugenia stipitata* es un fruto carnoso, de este se puede extraer su pulpa la cual es empaquetada, en las diferentes fábricas se han empleado diferentes tipos de plásticos en forma de vasos, bolsas y botellas con una capacidad de 250gr y 500gr o de 1000gr, este tipo de

producto es práctico para el consumidor ya que está a su alcance y el cual lo utilizan para hacer jugos o refrescos caseros. (colombianas, 2005)



Ilustración 11: Pulpa de arazá

Fuente: <http://www.tradicionescolombianas.com/index.php?lang=esp&objeto=8.>,Colombi.,2015.

- *Perfume*

Debido al aroma exquisito es considerado un ambientador natural pasa por un proceso de disecado para obtener perfumes y aromas para uso de mujeres. Actualmente existe una marca de perfume en Colombia cuyo frasco es de 100ml, esto nos indica que para el resto de países que cultivan esta fruta es factible realizar este tipo de producto.



Ilustración 12: Perfume de arazá

Fuente: <http://pulpadearaza.bligoo.es/community/>,Colombia.,2013.

- *Vino*

Es una bebida obtenida a través del arazá y la fermentación alcohólica de su mosto o zumo y se produce por la acción de levaduras su fruto es muy apetecible por su sabor dulce y ácido es solicitado en la región.



Ilustración 13: Vino

Fuente: <http://losgaviriasdesopetran.blogspot.com/2013/01/rincon-de-las-frutas.html>.,Ecuador.,2013.

- *Yogurt*

El yogurt es netamente elaborado a base de leche de vaca con pulpa de fruta sin preservantes ni saborizantes, es netamente natural, el lugar que realiza este tipo de yogurt y que toma en cuenta a la fruta de *Eugenia stipitata* debido a sus propiedades y se encuentra en el Ecuador precisamente en la provincia de Pichincha es el Yogurt del Amazonas. Aunque también se puede exportar a China.



Ilustración 14: Yogurt

Fuente: <http://recetascarmeneugenia.blogspot.com/2014/10/sorbete-de-araza.html>, Ecuador.,2016.

2.1.2 Alcohol

La palabra alcohol alude a aquellos compuestos químicos que sean el resultado de la sustitución de átomos de hidrógeno por grupos hidroxilos en los hidrocarburos, ya sean saturados o no. Dentro de la química se habla de los siguientes tipos de alcohol utilizados a nivel industrial.

2.1.2.1 Clasificación

- *Butanol*

El butanol se utiliza en la industria principalmente para síntesis orgánicas de ésteres disolventes, en coloraciones, usado como disolvente, como agente deshidratante y para la producción de detergente.

- *Etanol*

Conocido bajo el nombre de alcohol etílico o simplemente alcohol, se caracteriza por ser líquido, incoloro y con gusto a quemado. El alcohol utilizado para la producción de bebidas alcohólicas tales como el vino, la sidra y el brandy, entre otras. Para la obtención del etanol sin presencia de agua se recurre a procesos de destilación isotrópicas en ciclo hexano o benceno. Además de ser utilizado en la producción de bebidas alcohólicas, el etanol es requerido en el ámbito de la industria química, farmacéutica e industrial.

Es usado para combustibles domésticos e incluso industriales. Hay que tener en cuenta que su consumo afecta a la coordinación de los miembros del cuerpo, visión y ocasiona somnolencia, mareos y euforia.

La cantidad de etanol que se puede producir a partir de una materia prima es aproximadamente la mitad (en peso) de la cantidad de azúcar o almidón que contenga. El etanol pesa 6,6 libras por galón. Estos datos son aproximados, la cantidad real depende de muchos factores.



Ilustración 15: Bebidas Alcohólicas

Fuente: <http://www.vitadelia.com/bebidas-alcoholicas-calorias/>, España, 2013.

“Los licores son los productos obtenidos por destilación directa de un líquido que haya sufrido fermentación y cuyo grado alcohólico no exceda de 90° grados alcohol métricos, son las mezclas de alcohol y agua en diversas proporciones, aromatizadas o no, endulzadas o no con sacarosa u otros azúcares, coloreados o no con caramelo proveniente del azúcar”. (Jairo Mosquera, 2006)

- *Metanol*

Es inflamable y sumamente tóxico. Si se lo mezcla con aire, puede originar combustibles con elevado poder calorífico. Es a partir de este compuesto que se obtienen el metano y el formol.

- *Octanol*

Se encuentra naturalmente en aceites esenciales en forma de ésteres. Se lo usa principalmente para la producción de ésteres que son requeridos para generar sabores y en el área de perfumería.

2.1.2.2 Fermentación alcohólica

La fermentación alcohólica conocida como fermentación etílica o del etanol, es un proceso de tipo biológico, en el cual se lleva a cabo una fermentación sin presencia de oxígeno. Este tipo de fermentación se debe a las actividades de ciertos microorganismos, los cuales se encargan de procesar azúcares, como la glucosa, la fructosa, etc. (hidratos de carbono), dando como

resultado un alcohol a modo de etanol, CO₂ (gas) y ATP (adenosín trifosfato), moléculas que son utilizadas por los propios microorganismos en sus metabolismos energéticos.



Ilustración 16: Licores comerciales

Fuente: http://biologia.cubaeduca.cu/medias/interactividades/metabolismo/co/modulo_Raiz_25.html.

- *Producción de bebidas alcohólicas*

Numerosos hongos, bacterias, algas y algunos protozoos, fermentan azúcares, transformándolos en etanol y CO₂. Este es el proceso que se conoce como fermentación alcohólica. En este tipo de fermentaciones, el piruvato (anión del ácido pirúvico), es descarboxilado, convirtiéndose en acetaldehído, el cual a su vez, es reducido a etanol a través de la enzima, alcohol deshidrogenasa, utilizando como dador de electrones al NADH (nicotinamida adenina dinucleótido).

La fermentación alcohólica, al igual que otro tipo de fermentaciones, como es el caso de la fermentación láctica, es de gran utilidad para el hombre, pues por ejemplo, la fermentación alcohólica llevada a cabo por las levaduras, sirve para la fabricación de bebidas alcohólicas (como el vino o la cerveza), y el CO₂ procedente de la fermentación, es utilizado para hacer crecer el pan y otros alimentos.

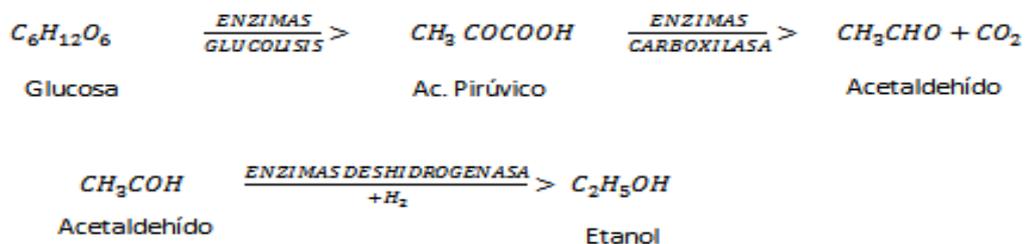


Ilustración 17: Proceso de fermentación

Fuente: https://www.ecured.cu/Fermentaci%C3%B3n_alcoh%C3%B3lica.,2016.,Ecuador.

La principal finalidad de una fermentación alcohólica, es la producción de energía de tipo anaeróbica para microorganismos como las levaduras, en el caso de ver el proceso desde la perspectiva microbiana, pero si lo hacemos desde la perspectiva humana, el proceso es de tipo bioquímico, con la finalidad de producir etanol.

Para este fin se fragmentan o disocian moléculas de azúcares, obteniendo así la energía necesaria para que el microorganismo viva, pues como productos de desecho, este proceso da alcohol y CO₂. La principal característica de los microorganismos que realizan este tipo de fermentación es el lugar donde viven, que suelen ser ambientes libres de oxígeno, sobretodo mientras se realiza la reacción química, por lo cual se dice que la fermentación alcohólica es un proceso totalmente anaeróbico.



Ilustración 18: Levaduras

Fuente: <http://coctel-de-ciencias.blogs.quo.es/2016/03/27/la-levadura-estrella-de-la-cocina/>,2014.

Además de la utilización de los procesos fermentativos, con la finalidad de producir bebidas, u otros alimentos, la fermentación alcohólica hoy en día tiene usos diversos en la industria, donde forma parte de la producción de cosméticos, productos de limpieza, biocombustibles, pesticidas biológicos.

2.1.2.3 *Saccharomyces Cerevisiae*

Para la obtención de las bebidas se emplean levaduras del género *Saccharomyces*, en condiciones anaeróbicas con muy baja concentración de oxígeno, metabolizan estos azúcares convirtiéndolos en etanol. Este proceso se conoce como fermentación alcohólica. Es también una especie modelo para estudios biológicos y genómicos, y ha resultado una herramienta poderosa para el entendimiento de los genes de organismos eucariontes superiores, como los humanos.

- *Definición*

Saccharomyces cerevisiae es una levadura, un hongo unicelular, del grupo de los ascomicetos. Este grupo incluye a más de 60000 especies, entre ellas las trufas, las colmenillas o el *Penicillium*, el hongo que produce la penicilina, pero también a hongos patogénicos tanto de plantas como de animales. En la naturaleza se encuentra sobre sustratos ricos en azúcares o en los exudados y savias dulces de algunas plantas.

Existe diversos nombres para el fermento la más conocida proviene del latín *fervere* que quiere decir hervir y proviene del movimiento del mosto durante la producción de vino o cerveza, convirtiendo los azúcares en alcohol. Por lo tanto, el conocimiento y percepción de la levadura está absolutamente condicionado por sus propiedades de fermentación del pan, el vino o la cerveza. (Martin, 2005)

2.1.3 Diseño

2.1.3.1 Parámetros

➤ Concentración

Para conservar las pulpas además de aplicarles calor o frío, o aumento de los sólidos solubles por adición de azúcar, es retirar parte de su agua de composición mediante la concentración. Cuando se retira suficiente agua de la que naturalmente posee la fruta, se les dificulta a los microorganismos su posibilidad de desarrollo en un medio que tiene baja actividad de agua y se ha aumentado su acidez.

Para medir la concentración se mide la cantidad de soluto presente en una solución esta relación de concentración se presenta en porcentaje, es decir la cantidad de soluto y solvente o solución y soluto. (Pendalis, 2014)

➤ Densidad

La densidad de una sustancia es el cociente entre la masa y el volumen, son propiedades generales o extensivas de la materia, es decir son comunes a todos los cuerpos materiales y además dependen de la cantidad o extensión del cuerpo. En cambio la densidad es una propiedad característica, ya que nos permite identificar distintas sustancias. Su unidad de medición es g/cm^3 . (Jarín, 2010)

➤ Grado de azúcar

Los grados Brix miden la cantidad de sólidos solubles presentes en un jugo o pulpa expresados en porcentaje de sacarosa. Los sólidos solubles están compuestos por los azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos de las células de una fruta. Se determinan empleando un refractómetro calibrado y a 20°C . Si la pulpa o jugo se hallan a diferente temperatura se podrá realizar un ajuste en Brix, según la temperatura en que se realice la lectura.

Los grados Brix (símbolo °Bx) miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido. Una solución de 25 °Bx tiene 25 g de azúcar (sacarosa) por 100 g de líquido o, dicho de otro modo, hay 25 g de sacarosa y 75 g de agua en los 100 g de la solución. Existe una escala de valores para diferentes concentraciones de 0 a 20 Brix en jugos de frutas no concentrados, vino, almíbar ligero, remolacha roja. De 20 a 55 Brix en salsas y de 55 a 90 Brix para jarabes y salsas densas, pulpas concentradas de azúcar, zumos de frutas concentrados. (López, 2010)

a) Refractómetro

Al colocar el jugo o pulpa y observar se ve una escala y un lugar donde existe un cambio de color, el lugar donde cambia el color es el sitio de lectura e indica el total de grado Brix de la muestra. En otro tipo de refractómetro existe una perilla, la cual gira haciendo mover una línea y una región de diferente color. El lugar donde se encuentran el borde de la región y la línea, es el sitio de lectura y cómo se compara con la escala que permanece fija. (A.KRÜSS, 2010)



Ilustración 19: Refractómetro

Fuente: LOPEZ, Mayra, Lab. Procesos Industriales., 2016.

➤ **Grados Gay-Lussac para los alcoholes**

Es la medida de alcohol contenida en volumen. Debido a sus propiedades para disolver otras sustancias químicas, el alcohol etílico es utilizado como materia prima en diversos productos tales como perfumes, drogas, plásticos y licores. Los grados Gay Lussac sirven para indicar el contenido de alcohol en una sustancia expresado en volumen. (Esteven, 2008)

➤ **Masa**

Masa es una medida de la cantidad de materia de un objeto, para medir la masa de los objetos se utilizan balanzas, en el sistema métrico las unidades utilizadas para medir la masa son: los gramos, kilogramos o miligramos. 1 Kilogramo (Kg) = 1000 gramos (g). (Robert, 1988)

➤ **Temperatura**

La Temperatura es una propiedad de la materia que está relacionada con la sensación de calor o frío que se siente en contacto con ella. Cuando dos cuerpos se encuentran a distinta temperatura se ponen en contacto, se produce una transferencia de energía en forma de calor, desde el cuerpo caliente al frío, esto ocurre hasta que las temperaturas de ambos cuerpos se igualan.

En este sentido, la temperatura es un indicador de la dirección que toma la energía en su tránsito de unos cuerpos a otros. El instrumento utilizado habitualmente para medir la temperatura es el termómetro.

Tabla 2-2: Escala de Temperatura

NOMBRE	SÍMBOLO	TEMPERATURAS DE REFERENCIA	EQUIVALENCIA
Escala Celsius	°C	Puntos de congelación (0°C) y ebullición del agua (100°C)	
Escala Fahrenheit	°F	Punto de congelación de una mezcla anticongelante de agua y sal y temperatura del cuerpo humano.	°F = 1,8 °C + 32
Escala Kelvin	K	Cero absolutos (temperatura más baja posible) y punto triple del agua.	K = °C + 273

Fuente: LOPEZ Mayra, Facultad de Ciencias, Escuela de Ingeniería Química, Espoch.

➤ **Volumen**

El volumen es una magnitud física derivada. La unidad para medir volúmenes es el metro cúbico (m³). Para medir el volumen de los líquidos y los gases también podemos fijarnos en la capacidad del recipiente que los contiene, utilizando las unidades de capacidad, especialmente el litro (l) y el mililitro (ml).

2.1.3.2 Equipos de proceso

➤ **Licuada industrial**

Licuada de todo tipo de productos posee cuchillas de aspas finas y dobles capaces de licuar tubérculos y producto fibrosos. Vaso volcable pared resistente a caídas. Consta de un motor eléctrico en una carcasa generalmente de metal o plástico desde donde por medio de un eje que se conecta al vaso (en cuyo fondo hay unas cuchillas en forma de hélice) que hace girar las aspas de la misma, generando un torbellino que atrae los alimentos hacia las cuchillas giratorias moliéndolos o bien triturándolos. Tiene entre tres y cinco anchas y afiladas cuchillas que sirven para cortar y mezclar el alimento.

El motor actúa a muchas revoluciones y puede funcionar en diferentes velocidades, según se lo vaya regulando. Es un motor de inducción de corriente alterna, en unos bobinados del campo de estator, generando una fuerza magnética que se transmite al rotor, a una potencia de 200 W, dependiendo de la marca, las aspas giran por la fuerza de rotación a través del acoplamiento con el eje del rotor, con unas 2000 revoluciones por minuto aproximadamente. (LÓPEZ SALAZAR, 2016)

Características

- Sistema de licuado mediante cuchillas superpuestas a 3500 RPM
- Vaso de forma piramidal invertida que incrementa su eficiencia
- Dispositivo angular para la descarga
- Tapa con visor de nylon y dispositivos de seguridad
- Mecanismo para la inclinación del vaso.
- Desplazamiento sobre ruedas.
- Encendido mediante pulsador eléctrico.
- Facilidad de manejo y limpieza
- Construido en acero inoxidable calidad AISI 304

Una vez realizado este proceso es necesario que la pulpa sea triturada ya que contiene fibras en la pulpa pero la principal razón es que la extraer las semillas de la fruta, está se mantiene uniforme no se despedaza y para colocarla en el tanque del fermentador es necesario que esté líquida para que pueda mezclarse con facilidad con las otras sustancias.

Por eso es necesario saber el tiempo que tardará este proceso debido a que si permanece mucho tiempo en el medio ambiente puede contaminarse, sin embargo solo se tarda unos 5 minutos en triturar toda la pulpa.

Tabla 2-3: Características de una licuadora industrial

Características	Unidades
Capacidad	20 litros
Potencia	10 Hp
Revoluciones	1000 Rev./min
Voltaje	110 voltios

Fuente: Lab. Operaciones Unitarias, 2017

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017

➤ **Fermentador**

La fermentación es un proceso mediante el cual ocurren reacciones químicas debido a la presencia de microorganismos o enzimas de estas. En los procesos industriales, las fermentaciones se llevan a cabo en un reactor que se conoce como fermentador. El tamaño de

los fermentadores puede variar, dependiendo del tipo de proceso y con los volúmenes que se recogen al final.

El tanque fermentador es necesario estimar las características del mismo y que es una pieza fundamental para la investigación por eso tenemos que conocer las características del mismo, ya que cada 3 días se tomaran muestras de grados Brix y Gay-Lussac para conocer cómo va nuestro proceso ya que mediante pruebas en el refractómetro se analiza si hay variables en nuestra muestra y si el mismo no está contaminado.

Características

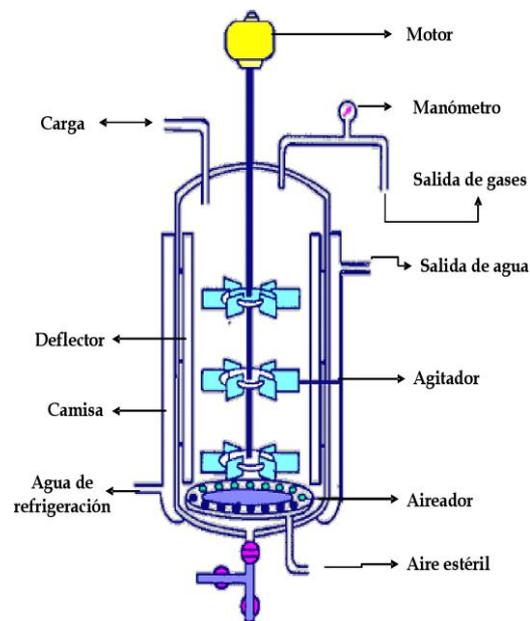


Ilustración 20: Partes de Fermentador

Fuente: <https://sites.google.com/site/fermentadoresyevaporadores/partes-de-un-fermentador>, 2016.

Tubo cilíndrico con agitador que se puede colar con debajo de la base o encima de la tapa puede ser desmontable, el vaso de acero inoxidable se esteriliza cuenta con sondas para medir el PH oxígeno disuelto espuma temperatura potencial redox, tiene diseñada una camiseta o chaqueta espaciador de aire detectores, filtros de aire impelentes cello mecánico motor la capacidad del fermentador, se define como volumen total del fermentador más volumen de trabajo espacio libre o muerto .

Procedimiento

El fermentador debe utilizarse teniendo en cuenta las siguientes características:

- a) La cantidad de muestra debe ser en relación 1-2 es decir por cada litro de muestra debe colocarse 2 litros de agua potable, en nuestro caso al hablar de agua existe un relación de

1kg es igual a 1 litro, sin embargo al ser triturada la pulpa existe una relación de 1kg es igual a 0,5 litros.

- b) Por este motivo he decidido trabajar en kilogramos siempre teniendo en cuenta la relación dicha anteriormente por lo tanto si existe 31,108 kg existe 15 litros de la pulpa triturada, es necesario triturarla ya que no se podrá mezclar adecuadamente con los demás ingredientes.
- c) Se coloca la muestra en el fermentador verificando la temperatura inicial y las sustancias mezcladas en ellas queden uniformemente, se toma la primera muestra de 2 ml para medirla en el refractómetro indicando el nivel de azúcares en la mezcla.
- d) Para tomar muestras para medir en el refractómetro es necesario mezclar la muestra unos 20 segundos con la paleta en su interior, sin embargo se debe mezclar diariamente para activar las levaduras en su interior y para verificar que la tapa del fermentador no exista el ingreso del oxígeno, lo cual dañaría toda la muestra.

Fermentación discontinua

Una fermentación discontinua (Batch) puede ser considerada como un "sistema cerrado". Al inicio de la operación se añade la solución esterilizada de nutrientes y se inocula con el microorganismo, permitiendo que se lleve a cabo la incubación en condiciones óptimas de fermentación. A lo largo de toda la fermentación no se añade nada, excepto oxígeno (en forma de aire), un agente antiespumante y ácidos o bases para controlar el pH. La composición del medio de cultivo, la concentración de la biomasa y la concentración de metabolitos cambia generalmente como resultado del metabolismo de las células observándose las cuatro fases típicas de crecimiento: fase de latencia, fase logarítmica, fase estacionaria y fase de muerte.



Ilustración 21: Fermentador

Fuente: LOPEZ, Mayra, Lab. Procesos Industriales., 2016.

➤ Caldera

La caldera es una máquina generada por la ingeniería, que fue diseñada para producir vapor. Este vapor se forma a través de la transferencia de calor a presión constante, en el cual el fluido entra o es originalmente un líquido que luego se calienta y cambia de fase. Es un recipiente que debe soportar presiones, por lo cual es construido con acero laminado.



Ilustración 22: Caldera

Fuente: LOPEZ, Mayra, Lab. Procesos Industriales., 2016.

Partes principales de la caldera

- a) **Hogar o Fogón:** es el espacio donde se produce la combustión. Se le conoce también con el nombre de Cámara de Combustión.
- b) **Puerta Hogar:** Es una pieza metálica, abisagrada, revestida generalmente en su interior con ladrillo refractario o de doble pared, por donde se alimenta de combustible sólido al hogar y se hacen las operaciones de control de fuego.
- c) **Emparrillado:** son piezas metálicas en formas de rejas, generalmente rectangulares o trapezoidales, que van en el interior del hogar y que sirven de soporte al combustible sólido.
- d) **Cenicero:** es el espacio que queda bajo la parrilla y que sirve para recibir las cenizas que caen de ésta. Los residuos acumulados deben retirarse periódicamente para no obstaculizar el paso de aire necesario para la combustión.

- e) **Mampostería:** Se llama mampostería a la construcción de ladrillos refractarios o comunes que tiene como objeto: Cubrir la caldera para evitar pérdidas de calor al exterior
- f) **Conductos de Humos:** es aquella parte de la caldera por donde circulan los humos y los gases calientes que se han producido en la combustión.
- g) **Caja de Humo:** Corresponde al espacio de la caldera en el cual se juntan los humos y gases después de haber entregado su calor y antes de salir por la chimenea.
- h) **Chimenea:** es el conducto de salida de los gases y humos de la combustión hacia la atmósfera, los cuales deben ser evacuados a una altura suficiente para evitar perjuicios o molestias a la comunidad.
- i) **Regulador de Tiro o Templador:** Consiste en una compuerta metálica instalada en el conducto de humo que comunica con la chimenea o bien en la chimenea misma. Tiene por objeto dar mayor o menor paso a la salida de los gases y humos de la combustión.
- j) **Cámara de Agua:** Es el volumen de la caldera que está ocupado por el agua que contiene y tiene como límite superior un cierto nivel mínimo del que no debe descender nunca el agua durante su funcionamiento.
- k) **Cámara de Vapor:** es el espacio o volumen que queda sobre el nivel superior máximo de agua y en el cual se almacena el vapor generado por la caldera.

➤ Torre de destilación

Las torres de destilación son utilizadas principalmente para obtener una sustancia con mayor concentración se aplica un proceso en el cual se calienta una solución a una temperatura adecuada para que los componentes más volátiles cambien de fase líquida a una fase de vapor, y utilizar el vapor que al enfriarse se puedan obtener componentes por medio de la condensación. El objetivo principal de la destilación es separar los materiales volátiles de los no volátiles encontrados en la solución. La diferencia en volatilidad (y por tanto en punto de ebullición) entre los dos componentes es grande, puede realizarse fácilmente la separación completa en una destilación individual.

Si los puntos de ebullición de los componentes de una mezcla sólo difieren ligeramente, no se puede conseguir la separación total en una destilación individual. Un ejemplo importante es la separación de agua, que hierve a 100 °C, y alcohol, que hierve a 78,5 °C. Si se hierve una mezcla de estos dos líquidos, el vapor que sale es más rico en alcohol y más pobre en agua que el líquido del que procede, pero no es alcohol puro.

Con el fin de concentrar una disolución que contenga un 10% de alcohol (como la que puede obtenerse por fermentación) para obtener una disolución que contenga un 50% de alcohol, el destilado ha de destilarse una o dos veces más, y si se desea alcohol industrial (95%) son necesarias varias destilaciones. (Brito)



Ilustración 23: Torres de destilación

Fuente: LOPEZ, Mayra, Lab de Procesos Industriales., 2016.

Destilación por arrastre de vapor

Si dos líquidos insolubles se calientan, ninguno de los dos es afectado por la presencia del otro (mientras se les remueva para que el líquido más ligero no forme una capa impenetrable sobre el más pesado) y se evaporan en un grado determinado solamente por su propia volatilidad. Por lo tanto, dicha mezcla siempre hierve a una temperatura menor que la de cada componente por separado. El porcentaje de cada componente en el vapor sólo depende de su presión de vapor a esa temperatura. Este principio puede aplicarse a sustancias que podrían verse perjudicadas por el exceso de calor si fueran destiladas en la forma habitual. (Brito, Destilación por arrastre de vapor)

Procedimiento

Una vez obtenido la muestra del fermentador igual a 15° G.L es momento de llevarlo a proceso de destilación para lo cual se deben cumplir las siguientes características.

Tomando en cuenta es necesario conocer el procedimiento correcto para utilizar el equipo de destilación y aprovechar su eficiencia para obtener un mejor producto.

Se debe encender el caldero, tomando las siguientes consideraciones:

- a) Se debe comprobar que haya agua en el tanque de alimentación y suficiente gas GLP en este proceso se utilizaran 2 tanques de gas debido a que se destilará continuamente durante 5 días laborables.
- b) Para eliminar la dureza del agua para ser utilizada en la caldera este debe ser tratada con silicato de aluminio (Al_2SiO_3), se utiliza 1g de silicato de aluminio por cada 10 L de agua del grifo, en este caso se utilizaran 100 L de agua del grifo y se mezcla con 10 g de (Al_2SiO_3) y se deja reposar por 24 horas.
- c) Una vez realizado el proceso anterior abrimos la llave de gas, encendemos la caldera y luego de 10 minutos purgamos, para despresurizar la caldera se espera hasta que la presión de vapor se estabilice y procedemos a abrir la llave de compuerta lentamente para la salida de vapor al calderín. Abrimos la llave de bola del calderín dejando ingresar la cantidad necesaria de vapor. Esperar la temperatura de la columna llegue a 78°C y controlarla con la válvula de bola del calderín hasta un máximo de 90°C .
- d) Procedemos a abrir la llave de bola que ingresa al enfriador de lenteja para que el destilado sea trasladado al tanque de producto, pasando por la botella de grado en donde con ayuda de un alcoholímetro mediremos los grados, para poder destilar es vital que la cantidad de alimentación sea igual a la cantidad de agua colocada para la destilación. Medir el grado alcohólico y la cantidad de nuestro producto destilado.
- e) Una vez terminada la destilación procedemos a apagar el caldero y a cerrar la llave de gas, y la llave de paso al caldero, así como también apagar el mechero industrial. Esperamos que el equipo se enfríe a una temperatura de 50°C para abrir la válvula de descarga y retirar el residuo.

Datos experimentales de destilación

Es necesario conocer las variables de este proceso para determinar cómo se utilizaran la caldera y el equipo de destilación. Se recopilarán estas variables ya que son fundamentales debido a que se tiene que realizar el balance de masa y energía en este equipo, por lo tanto tienen valores específicos para este proceso.

Debido a este motivo se utilizan valores estándar para el equipo de destilación que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2-4: Datos de destilación

VARIABLES	UNIDADES
F	(Kg/h)
W	(Kg/h)
D	(Kg/h)
XF	Adimensional
XW	Adimensional
XD	Adimensional
Ta1	°C
Ta2	°C
TD1	°C
TD2	°C
TS1	°C
TS2	°C
TF1	°C
magua	Kg/h

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017

Donde:

F = Flujo del alimentación

W = Flujo en la corriente de fondo (residuo)

D = Flujo del destilado

XF = Fracción molar de alimentación

XW = Fracción molar en la corriente del fondo

XD = Fracción molar del destilado

Ta1 = Temperatura de alimentación (agua) al refrigerante

Ta2 = Temperatura de salida (agua) del refrigerante

TD1 = Temperatura de destilación

TD2 = Temperatura del producto destilado

TF = Temperatura alimentación (etanol)

Tabla 2-5: Datos de condensador

	Alcohol	Agua
CP (Kcal/m ³ C)	0.584	1.0003
λ(Kcal/Kg)	204.3	540.67
Densidad del agua(gr/ml)	0.99829	

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017

➤ **Espectrofotometría infrarroja**

La espectrometría infrarroja es un método adecuado ya que mide la radiación a través de longitud de onda ya que la atraviesa por una capa delgada de la sustancia, la espectrometría su función principal es medir las vibraciones que existen en los enlaces químicos de las sustancias que son los niveles de energía de la molécula. Estas frecuencias dependen de la forma de la superficie de energía potencial de la molécula, la geometría molecular, las masas atómicas y el acoplamiento vibraciones, para que una vibración aparezca en el espectro infrarrojo la molécula debe someterse a un cambio en su momento dipolar durante la vibración se transmite un rayo monocromo de luz infrarroja a través de la muestra, y se registra la cantidad de energía absorbida. En un rango de longitudes de onda de interés 4000-400 cm^{-1} .

Si la molécula recibe luz con la misma energía de esa vibración, entonces la luz será absorbida si se dan ciertas condiciones. Se pueden generar gráficos bien resueltos con muestras de una sola sustancia de gran pureza, la técnica se utiliza para la identificación de mezclas complejas. (Perez, 2010)

Método típico de la espectrofotometría

La realizar este proceso se requiere que el haz de luz que se divida en dos rayos, en donde uno pasa por la muestra y el otro por una referencia que es la sustancia disuelta de muestra.

Las dos señales se comparan y, a continuación, se registran los datos.

- a) Se debe permitir que los efectos del disolvente se anulen, porque la referencia es normalmente la forma pura del disolvente en el que se encuentra.
- b) Evita que las fluctuaciones de energía eléctrica de la fuente afecten a los resultados finales, ya que tanto la muestra como la referencia se ven afectadas del mismo modo.

Preparación

En este proceso se pueden medir dos tipos de muestras que pueden ser sólidas o líquidas, si se utilizan muestras líquidas se debe tomar en consideración, estas pueden ser prensadas entre dos placas de una sal de alta pureza. Estas placas deben ser transparentes a la luz infrarroja para no introducir ninguna línea en el espectro de la muestra.

Aplicaciones

La espectrofotometría es utilizada nivel industrial para la investigación científica ya que es una técnica confiable y efectiva para tomar medidas de componentes existentes, también para llevar un control de calidad y distintos análisis, debido a su tamaño se utilizan en la toma de muestras a nivel de campo. (Stuart, 2004)

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA

3.1 Hipótesis

3.1.1 *Hipótesis general*

Con el estudio y diseño de un proceso para la obtención de alcohol a partir de *Eugenia Stipitata*, la investigación permite reducir la pérdida de la fruta durante la época de cosecha debido la excesiva producción y desarrollar un proceso, para la obtención de alcohol a 85° a partir de *Eugenia Stipitata*, mediante los métodos estadísticos de chi cuadrado y anova se obtuvo buenos resultados.

3.1.2 *Hipótesis específicas*

- Mediante la cantidad de grados Brix en la mezcla se obtiene las cantidades necesarias para la obtención de alcohol.
- Efectuando un análisis del tipo de levaduras utilizada en la fermentación se aplican en función de g/l para la determinar la cantidad correcta.
- Con la identificación de las variables de diseño se desarrollarán los cálculos de ingeniería para el dimensionamiento del proceso para la obtención de alcohol.
- Implementando las variables se debe validar el proceso para obtención de alcohol de acuerdo las especificaciones obtenidas.

3.2 Identificación de variables

3.2.1 Variables Independientes

- Grado de azúcar
- Grados Gay-Lussac para los alcoholes
- Concentración de alcohol
- Volumen

3.2.2 Variables Dependientes

- Densidad
- Temperatura
- Masa
- Presión

3.3 Operacionalización de variables

Tabla 3-1: Operacionalización de variables

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	VARIABLES	INDICADORES	INDICES
Diseño del proceso industrial para la obtención de alcohol a partir de <i>Eugenia stipitata</i>	Fermentación Diseño y la elección de la secuencia de transformaciones físicas y/o químicas de un material con el fin de obtener otro de mayor valor o utilidad. El diseño de procesos es uno de los pilares de la Ingeniería Química.	Determinación de Grado de azúcar	° BRIX	7 a 15	-
		Determinación de Grados Gay-Lussac para los alcoholes	°G.L	10 A 15	-
		Volumen	Litros	100	-
		Densidad	g/Ml	0.789	-
		Temperatura	° C	65 a 75	-
		Masa	g	1000	-
		Concentración de alcohol	%	70	-
	Destilación Este proceso ayuda a obtener una mejor concentración de alcohol independiente mente de la materia prima que se utilice.	Levaduras	g/L	10	-
		Determinación de Grado de azúcar	° BRIX	5 a 10	-
		Determinación de Grados Gay-Lussac para los alcoholes	°G.L	12 a 15	-
		Volumen	Litros	100	-
		Densidad	g/Ml	0.789	-
		Temperatura	° C	65 a 75	-
		Concentración de alcohol	%	70	-

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017

3.4 Matriz de Consistencia

Tabla 3-2: Matriz de consistencia

DISEÑO DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE ALCOHOL A PARTIR DE <i>Eugenia stipitata</i>			
PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLES
Minimizar el desperdicio de materia prima en el sector agrícola diseñando el proceso para la obtención de alcohol	Diseñar el proceso industrial para la obtención de alcohol a partir de <i>Eugenia stipitata</i> .	Desarrollar un proceso para la obtención de alcohol a partir de <i>Eugenia Stipitata</i> beneficiando al sector agrícola de la Región Norte Amazónica.	Obtención de materia prima de la Región Norte Amazónica para la obtención de alcohol.
PROBLEMA	ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
Se desconoce la cantidad de grados Brix a utilizar en la fermentación	Determinar el grado de azúcar de <i>Eugenia stipitata</i> para la obtención de alcohol	Mediante la cantidad de grados Brix en la mezcla se obtiene las cantidades necesarias para la obtención de alcohol.	^a Brix
Se desconoce el tipo de levadura a utilizar en este proceso	Identificar el tipo de levaduras que se van a utilizar para la fermentación.	Efectuando un análisis del tipo de levaduras utilizada en la fermentación se aplican en función de g/l para la determinar la cantidad correcta.	g/l
No se conoce cuál es el proceso adecuado para la obtención del alcohol	Verificar las variables del proceso para la obtención del alcohol a 85° de <i>Eugenia stipitata</i> .	Con la identificación de las variables de diseño se desarrollarán los cálculos de ingeniería para el dimensionamiento del proceso para la obtención de alcohol.	°G.L Litros g/MI ° C %
No se conoce si el alcohol obtenido cumple con las características necesarias	Validar el proceso de obtención de alcohol de <i>Eugenia stipitata</i> .	Implementando las variables se debe validar el proceso para obtención de alcohol de acuerdo las especificaciones obtenidas.	°G.L Litros

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017.

3.5 Tipo y diseño de investigación

El proyecto de investigación es de tipo exploratoria, debido que la propuesta no contiene una exhaustiva información debido principalmente al desconocimiento de la población sobre la fruta ya que solo se comercializa en la zona norte amazónica pero hay un desconocimiento total para la mayoría de la población Ecuatoriana, debido a este motivo existe muy poca información de la misma en el país.

El proyecto se centró específicamente en la obtención de alcohol ya que este producto es el cual se va introducir para reducir el desperdicio de la fruta y dar hincapié a nuevos proyectos que serán objeto de estudio en futuras investigaciones debido al proceso de obtención y se lo realiza por medio de la obtención de la pulpa, la fermentación y la destilación siendo este el pilar fundamental de este proyecto.

3.5.1 *Deductivo*

Este método me permite dar solución efectiva al problema de desperdicio de fruta en el sector, la fruta obtenida es tratada adecuadamente para el proceso y es fácil de utilizar se pierde un poco debido que en la filtración se retira el bagazo que ya no sirve en el proceso de fermentación y obtener un producto nuevo y que no está en el mercado o en algún laboratorio.

3.5.2 *Inductivo*

La investigación se apoyó en algunos documentos realizados en el país de varios estudiantes ya graduados de la zona amazónica así como proyectos realizados fuera del país, siendo los mismos un guía por dónde empezar a utilizar la metodología apropiada para la obtención del alcohol debido a la poca información encontrada se realizó mediante prueba y error la investigación.

Para el estudio se tomaron 100 muestras de frutas en plena cosecha para la etapa de obtención de pulpa se tomó esa cantidad tomando en cuenta principalmente el peso de cada fruta y para la cantidad de jugo que se introducirá en el proceso de fermentación. Estas muestras servirán para realizar el balance de masa y conocer el resultado del análisis y la cantidad obtenida de alcohol al final del proceso de destilación.

3.5.3 *Exploratoria*

En la investigación es importante el diseño exploratorio para ello se tomó muestras del peso de cada fruta utilizar y la cantidad de semillas extraídas de las mismas ya que pueden dar valores erróneos al momento de mezclar el jugo total de la fruta y la cantidad de agua necesaria para colocarse en el tanque de fermentación para dar inicio al proceso de fermentación ya que

después de 3 días es necesario retirar el bagazo sedimentado al fondo del tanque porque inhiben las levaduras utilizadas y producen el desperdicio total de la muestra.

3.6 Unidad de Análisis

El estudio se lo realizará en la Región Norte Amazónica donde la producción de la fruta aumenta en ciertos meses del año, se inicia la recolección de información realizando entrevistas y el control de calidad de la fruta principalmente las características físicas de la misma, ya que la cosecha de la fruta es tres veces mayor en comparación con otros cantones como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 3-3: Época de cosecha

Región	Cantones	Meses											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Norte	L. Agrio	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1
	Sacha	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1
	Coca	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1
	Loreto	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1

Fuente: Diario El Comercio, Entrevista directa con técnicas de UMDS, INIAP y Productores, 2016.

Como se observa en el cuadro anterior existe una escala de 1 a 3 nivel de producción de la fruta, en donde el 1 se indica la cantidad mínima de la fruta que es aproximadamente de 2.5 toneladas y el 3 indica la cantidad máxima de 7,5 toneladas obteniendo una cosecha de hasta 60 toneladas al año, debido a la cantidad de fruta producida es difícil que la población la consuma en su totalidad. Para conocer la cantidad de azúcar para dar inicio al proceso de fermentación es necesario analizar los componentes que se toma de la muestra.

Para el cual se realizó un examen bromatológico de alimentos en donde se analizó sus características físico-químicas como: azúcares, fibra, sólidos totales, cenizas se envió al laboratorio SAQMIC quien ofrece los servicios analíticos químicos y microbiológicos en guas y alimentos, ubicado en la ciudad de Riobamba dirección Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes.

Al obtener el alcohol se realiza el análisis en el espectrofotómetro utilizando el infrarrojo, para obtener la onda de estudio en donde se encuentran los compuestos de alcohol se analizó en el laboratorio de Físicoquímica de la escuela Superior Politécnica de Chimborazo ubicada en la ciudad de Riobamba.

3.7 Población de Estudio

Se recolecta información sobre el consumo de la fruta y se puede evidenciar el impacto de este proyecto en los agricultores y clientela en general debido a que la fruta se desperdicia en cantidades exorbitantes, la población que utilizaremos como referencia será la región norte amazónica principalmente el cantón El COCA en donde tomaremos la cantidad de muestra a utilizar en nuestra investigación, debido a la extensa zona nos concentraremos en un lugar en específico que representará a esta región.

Se buscare una zona en donde podamos recolectar la fruta que será en las afueras del cantón donde están los agricultores en general en donde se encuentra la fruta en mayor cantidad y calidad ya que se recolecto en el árbol de arazá directamente.

3.8 Tamaño de muestra

Para el tamaño de muestra se analizaran dos factores que serán piezas fundamentales; en primer lugar se recolecta información sobre la cantidad de fruta a utilizar en el proceso de fermentación y la segunda parte será la aceptación de este proyecto mediante encuestas en la población determinando no solo el nivel de aceptación sino también el conocimiento de la fruta.

Por ello tanto es necesario estipular el valor determinado tanto para la cantidad de fruta y si el proyecto puede ser aceptado por la población.

3.8.1 Cantidad de muestras de fruta para el proceso

3.8.1.1 Cantidad de muestra

Se utiliza una ecuación debida a que la cantidad de fruta existente es ideal recolectar un cantidad adecuada para tratar en un reactor de máximo de 100 litros de capacidad excedernos puede causar el daño de la muestra, sin embargo podemos trabajar con una cantidad menor a la capacidad total debido a este motivo es necesario utilizar la siguiente ecuación quien nos mostrara la cantidad de fruta que debemos recolectar.

$$n = \frac{N}{6} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

N= Cantidad de fruta promedio recolectada

n= Cantidad de fruta para la destilación

Tabla 3-4: Cantidad de fruta recolectada

LUGAR	CANTIDAD DE FRUTA	DÍAS DE RECOLECCION	DÍAS DE TRASLADO	TOTAL DE MUESTRAS
El Coca	100	1	2	100

Fuente: LOPEZ, Mayra, El Coca ,2017.

3.8.1.2 *Peso de la fruta total*

Cada fruta tiene un peso distinto y en su interior posee una cantidad de semillas las cuales hacen variar su peso, es necesario, pesar cada fruta para que se pueda evidenciar la diferencia entre una fruta y otra aunque sean recolectadas del mismo árbol varia en su crecimiento.

Tabla 3-5: Peso de la fruta total

Peso(g)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	200	260	280	300	310	200	360	350	370	400
2	210	200	260	310	280	300	360	320	380	340
3	220	240	200	240	280	300	320	360	400	380
4	228	260	200	280	360	240	300	220	320	280
5	245	255	310	260	200	260	280	400	288	210
6	260	280	260	320	200	300	360	280	260	200
7	200	260	280	220	260	200	320	300	360	380
8	360	400	480	510	600	420	530	460	560	480
9	600	460	450	400	480	520	560	580	480	490
10	380	200	240	260	600	280	320	400	360	460
Total	2903	2815	2960	3100	3570	3020	3710	3670	3778	3650

Fuente: LOPEZ, Mayra, El Coca ,2017

Cantidad total de la fruta recolectada sin tratar es igual a 33176 g.

3.8.1.3 *Peso de semillas*

En la fruta de arazá posee entre 6 a 12 semillas dependiendo del peso de cada fruta, es necesario pesar las semillas para tener el peso real de la pulpa para que no existan errores en las medidas de cálculo y saber la cantidad exacta de la pulpa.

Las semillas pueden ser de 0.3 a 1.5 cm de ancho y 0.3 a 2.5 cm de largo cada una, debido a que la fruta es de gran tamaño puede ser de 4 a 14cm de largo y 1.5 a 15cm de diámetro. Debido a

esto es necesario pesar las semillas de cada fruta ya que al retirarla existe una disminución en el peso de la fruta.

Tabla 3-6: Peso de las semillas

Peso(g)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2.4	3.2	4.0	6.4	7.2	2.4	12.0	12.0	14.0	19.2
2	2.8	2.4	3.2	7.2	4.0	6.4	12.0	8.0	14.6	8.6
3	3.0	3.0	2.4	2.4	4.0	6.4	8.0	12.0	19.2	14.6
4	3.2	3.2	2.4	4.0	12	2.8	6.4	2.8	8.0	4.0
5	3.3	2.9	7.2	3.2	2.4	3.2	4.0	19.2	5.0	2.6
6	3.2	4.0	3.2	8.0	2.4	6.4	12.0	4.0	3.2	2.4
7	2.4	3.2	4.0	2.8	3.6	2.4	8.4	6.4	12.0	14.6
8	12	19.2	20.2	24.4	27.2	19.2	24.2	24.4	24.2	24.4
9	27	26.4	19.8	19.2	26.8	22.4	26.4	25.6	26.2	26.4
10	14	2.4	2.8	2.4	27.2	4.0	8.0	19.2	12.0	22.2
Total	73.3	69.9	69.2	80	116.8	75.6	121.4	133.6	138.4	139

Fuente: LÓPEZ Mayra, El Coca, 2017

La cantidad de semillas retiradas de cada fruta es igual a 1017.2 g y la cantidad de cascaras recolectadas es igual a 1000 g.

3.8.2 Cantidad de muestras para las encuestas

Al aplicar la fórmula del tamaño de la muestra podemos obtener un resultado preciso sobre el número de personas que van a ser objeto de estudio. Para calcular el tamaño de la muestra suele utilizarse la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2} \text{ Ec.2}$$

Tabla 3-7: Personas encuestadas

Sexo	Edad (Años)	Número de personas
Masculino	20 a 30	80
Femenino	20 a 30	73

Fuente: LÓPEZ Mayra, Riobamba, 2017

3.9 Selección de muestra

El principal factor para la selección de la fruta fue el aspecto físico de la misma ya que es primordial que la fruta se encuentre en perfecto estado libre de golpes o de apariencia negruzco, o a su vez de mordeduras de pájaros esa fruta es necesario desecharla y que está contaminada y no servirá para nuestra prueba.

Una vez recolectada la fruta se coloca en cajas cubiertas por espuma para su transporte debido a que el viaje es de aproximadamente de 9 horas por carretera es indispensable colocarlas en esta manera para evitar que pueda golpearse y dañarse. Una característica fundamental es el olor inconfundible del arazá que emite la fruta también puede ser un recurso para identificar la fruta sana de la que está dañada ya que la misma produce un olor picante cuando está podrida.

La fruta puede durar sin dañarse cerca de 3 días en temperatura ambiente pasado ese tiempo es necesario colocarla en refrigeración si ha sido manipulada (sin cáscara), caso contrario puede mantenerse casi 6 días sin manipulación (con cáscara) en el ambiente.

3.10 Técnicas de recolección de datos

La materia prima fue entregada en el laboratorio quien se procede a lavar y limpiar la fruta retirando cualquier material extraño que pueda contener (hojas, ramitas del árbol, tierra, etc.), un vez realizado esto se procede a retirar la cáscara de la fruta y las semillas encontradas en ella todo lo que se retira de la fruta es necesario pesarla para saber la cantidad que se pierde y la cantidad real de fruta para el proceso de fermentación ya que con esto varía la cantidad de elementos adicionales para empezar con la investigación.

La recepción de la fruta para el proceso de fermentación y la destilación para la obtención del alcohol se lo realizó en el laboratorio Operaciones Unitarias de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la Panamericana Sur km 1 ½, de la ciudad de Riobamba en la provincia de Chimborazo.

Las muestras de la fruta fueron recopiladas dependiendo de las fechas que se necesitan para empezar el proceso debido a que el proceso de fermentación dura alrededor de 30 días es necesario tomar muestras de grados Brix y grados Gay Lussac para ver el nivel de azúcar y alcohol que existe en la muestra; y los días de destilación del alcohol se lleva a cabo durante 6 días consecutivos.

Al iniciar el proceso de fermentación debe llevar la cantidad necesaria de levaduras, quienes convertirán el azúcar en alcohol si son demasiadas o muy pocas el proceso no se llevará a cabo correctamente sino que se daña la mezcla y es imposible continuar. Se procede a tomar la primera muestra de grados Brix y la cantidad de grados Gay Lussac para que se registren los datos recolectados así puede determinarse cuando el azúcar empieza a convertirse en alcohol.

3.10.1 Caracterización físico- química de la muestra de arazá

Al enviar la muestra a analizar en el laboratorio se determinan los principales compuestos en nuestra muestra aquella que se utiliza para la fermentación estos análisis fueron realizados en el laboratorio de SAQMIC en la ciudad de Riobamba, la cantidad de muestra que se envió a analizar fue de 500 ml de mezcla los resultados se muestran continuación:

Tabla 3-8: Caracterización físico-química

Parámetros	Método
Azúcares	INEN 398
Fibra	INEN 522
Sólidos Totales	INEN 14
Cenizas	INEN 14
Total	

Fuente: SAQMIC

Realizado por: LÓPEZ, Mayra, 2018

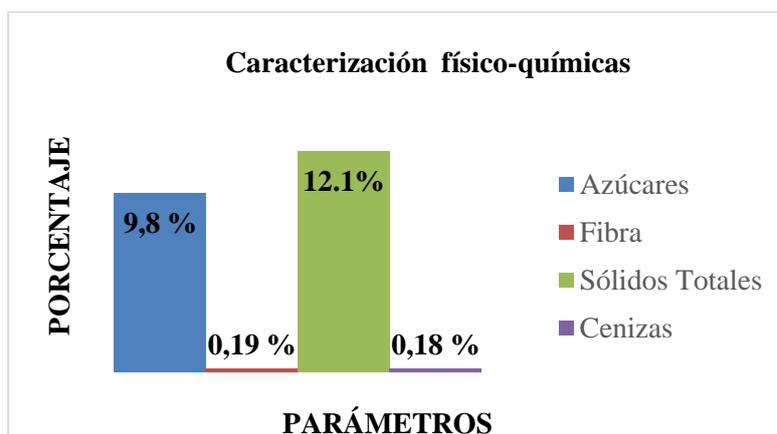


Gráfico 3-1: caracterización físico-químico

Realizador por: LOPEZ, Mayra, 2017.

Existe una cantidad ideal para comenzar con el proceso de fermentación y dar inicio a nuestra investigación que con esto se empieza a recolectar datos que nos ayudaran debido a que existe una cantidad de azúcar y sólidos totales en la muestra con lo que reaccionará las levaduras en el reactor.

3.10.2 Caracterización Organoléptica de la muestra de arazá

Para realizar la característica organoléptica se la hace al empezar manipular la fruta ya que se pueden observar características particulares y en el proceso de trituración de la pulpa se muestran aún más evidentes por ello la hemos de mencionar continuación:

- **Apariencia:** La fruta tiene la piel lisa y suave, libre de materiales extraños es fácil de pelar sin necesidad de utensilio de cocina.
- **Coloración:** La coloración es verdosa en su cáscara en su mayoría aunque también puede ser amarilla en ambos casos está madura la fruta por dentro es amarilla.
- **Olor:** Característico del arazá siendo una mezcla entre la piña y el durazno, fresca y sana es muy fuerte que rodea toda la habitación.
- **Sabor:** Es bastante ácido y amargo, aunque es dulce también, característico de la fruta.
- **Textura:** La pulpa es suave, fibrosa un poco densa a pastosa debido a que contiene unas tiras delgadas propio de la fruta.

3.10.3 Parámetros de la pulpa de arazá

La pulpa de la fruta ya libre de cáscaras y semillas se tritura para poder medir eficientemente sus características en algunas empresas se la utiliza de esta forma para que puedan vender la pulpa de la fruta.

Tabla 3-9: Parámetros de la pulpa

PARÁMETROS
PH
Humedad
Acidez
Sólidos Solubles Totales
Grados Brix

Fuente: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Lab. Operaciones Unitarias

Realizado por: LÓPEZ, Mayra, 2017

Los datos de la pulpa de arazá mezclada con el azúcar y el agua obtenidos en el laboratorio de Operaciones Unitarias teniendo en cuenta el Código Internacional Recomendado de Prácticas – Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969, Rev. 4-2003), para comprobar si nuestra muestra está dentro de los parámetros estipulados y continuar con el proceso de fermentación.

3.10.4 Pruebas de laboratorio para obtención del alcohol

Se realizaron pruebas durante los 30 días que estuvo nuestra mezcla en el fermentador a una temperatura ambiente de 20 °C, la principal prueba que se realizó fue la medición de grados Brix y grados Gay-Lussac esto se debe que necesitamos medir la cantidad de azúcar que se muestra en la mezcla y medir en qué momento el azúcar se convierte en alcohol gracias a las

levaduras. Se realizaron dos pruebas con distintas cantidades para ver cuál es la mejor opción para que nuestro proyecto sea correcto.

3.10.4.1 Análisis de la Cantidad real de pulpa

Para mejorar el análisis de los datos de entrada y salida de la fruta es necesario tomar en cuenta las cantidades utilizadas determinando que lo único que se va a utilizar es la pulpa de la fruta por eso, se necesita eliminar los residuos que sobran en el proceso en este caso las semillas, cáscaras y los sedimentos que se forman en el reactor ya que debe estar solo lo necesario para que nuestra muestra se fermente libre de materiales extraños. Una vez realizado esto podemos empezar el proceso esto tardará alrededor de 30 días para que la cantidad de azúcar en el reactor se transforme en alcohol a 15 G.L, para empezar con el proceso de destilación.

Tabla 3-10: Cantidad real de pulpa

Proceso	Fermentación
Entrada	33.176 kg
Salida	2.0172 kg
Sedimentos	1.000 kg
Total de pulpa	30.159 kg

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017.

3.10.4.2 Prueba 1

En esta prueba utilizaremos una mezcla 30,159 kg de pulpa de arazá con 30 kg de agua, se adiciona 4 kg azúcar dependiendo de la cantidad de mezcla la cantidad de levaduras será de 10g/L, tomando en cuenta esto se procede a utilizar 300g/L de levaduras para toda a la mezcla. Antes de añadir las levaduras se debe colocar un trozo de carne de res lavada antes de colocar la levadura, se deja reposar la carne con la mezcla durante 3 días para dar inicio al proceso es un manera efectiva de estimular la mezcla está a una temperatura de 17, 5 y aumenta hasta 20 ° C.

Terminado este periodo se filtra todo el contenido a través de un tamiz y se vuelve a colocar la mezcla filtrada en el fermentador, se agrega la levadura asegurando el equipo para evitar que se filtre el oxígeno dañando el proceso y se mezcla durante 20 segundos.

Los grados Brix son una unidad de cantidad (símbolo °Bx) que sirven para determinar el cociente total de materia seca generalmente azúcares disueltos en un líquido por ello, se toma una muestra cada 3 días de 2 ml de la mezcla en donde utilizaremos un refractómetro, que cuantificará nuestros valores. Se procede a tomar una pequeña muestra para analizar los grados Brix inicial y se obtiene un valor de 4.8 ° Brix.

Tabla 3-11: Grados Brix prueba 1

FERMENTACIÓN		
DIA DE INICIO= 09-06-2016		DIA DE FINALIZACION= 05-07-2016
MUESTRAS	° BRIX	TEMPERATURA (° C)
1	4,8	17,5
2	4,6	17,5
3	4,4	18
4	4,1	18
5	3,9	18
6	3,7	19
7	3,4	19
8	3,0	20
9	2,7	20
10	2,3	20

Realizado por: LÓPEZ, Mayra, 2017.

Tabla 3-12: Gay- Lussac prueba 1

FERMENTACIÓN		
DIA DE INICIO= 06-06-2016		DIA DE FINALIZACION= 05-07-2016
MUESTRAS	GAY-LUSSAC	TEMPERATURA (° C)
1	4,1	17,5
2	4,5	18
3	4,8	18
4	5,2	19
5	5,4	19
6	5,7	20
7	5,9	20
8	6,0	20
9	6,3	20
10	6,8	20

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017.

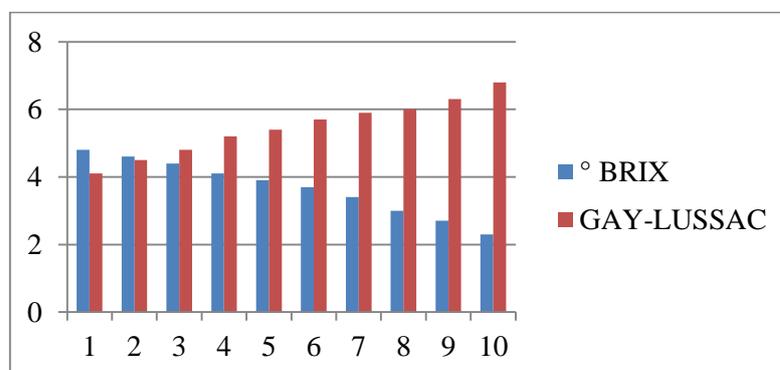


Gráfico 3-2: Comparación grados Brix y Gay-Lussac

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017

En el gráfico se muestra que a medida que los grados Brix bajan en su concentración los grados Gay – Lussac aumentan en concentración debido a que la cantidad de azúcar se va convirtiendo en alcohol, con ayuda de las levaduras siendo su valor final de 6,8 GL en donde se puede proceder a obtener el contenido para utilizarlo en la torre de destilación para saber si la cantidad de concentración de alcohol es suficiente para nuestro objetivo se procede a destilar, sin embargo debido a la concentración el alcohol obtenido solo llega a 45G.L.

3.10.4.3 Prueba 2

Antes de añadir las levaduras se debe colocar un trozo de carne de res lavada antes de colocar la levadura, se deja reposar la carne con la mezcla durante 3 días para dar inicio al proceso es un manera efectiva de estimular la mezcla está a una temperatura de 17, 5 y aumenta hasta 20 ° C. Terminado este periodo se filtra todo el contenido a través de un tamiz y se vuelve a colocar la mezcla filtrada en el fermentador, se agrega la levadura asegurando el equipo para evitar que se filtre el oxígeno dañando el proceso y se mezcla durante 20 segundos antes de tomar la muestra para analizar.

Tabla 3-13-1: Grados Brix prueba 2

FERMENTACIÓN		
DIA DE INICIO= 11-07-2017		DIA DE FINALIZACION= 10-08-2017
MUESTRAS	% BRIX	TEMPERATURA (° C)
1	8,8	20
2	8,68	20
3	8,42	20
4	8,00	20
5	7,53	20
6	7,20	20
7	6,90	20
8	6,66	20
9	6,32	20
10	6,01	20

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017.

Tabla 3-14: Grados Gay Lussac prueba 2

FERMENTACIÓN		
DIA DE INICIO= 15-07-2017		DIA DE FINALIZACION= 10-08-2017
MUESTRAS	GAY-LUSSAC	TEMPERATURA (° C)
1	6	20
2	7	20
3	7	20
4	8	21
5	8	21
6	9	21
7	10	22
8	12	22
9	14	23
10	15	23

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017.

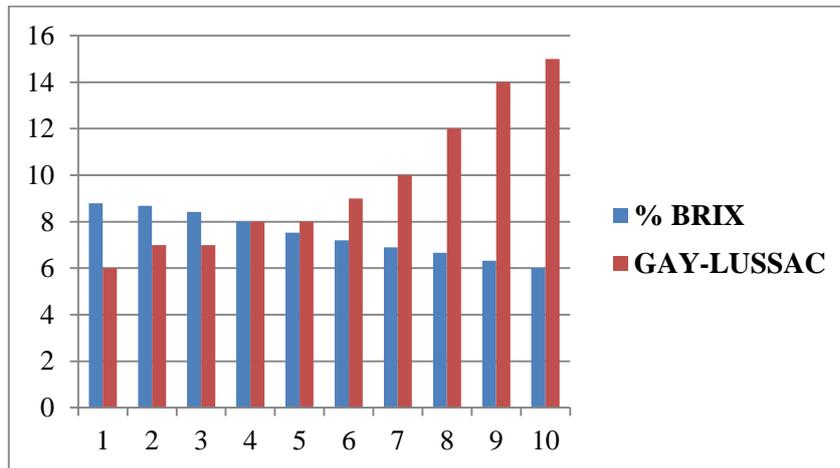


Gráfico 3-3: Comparación grados Brix y Gay Lussac

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017.

Como se puede observar en el gráfico los grados Gay-Lussac para iniciar con el proceso de destilación es de 15 G.L y una vez destilado el alcohol se obtuvo a 85 G.L con una cantidad aproximada de 1000 ml de alcohol de una muestra de 30 litros de mezcla. Una vez iniciado el proceso de Destilación este dura cerca de 5 días laborables.

La cantidad de azúcar utilizado en la segunda prueba es doble utilizado en la primera influyendo para la fermentación si se excede esta cantidad las levaduras no convierten el azúcar en alcohol o a su vez cuando hay muy poca cantidad de azúcar no se obtiene el producto deseado. Una vez obtenido el alcohol es necesario envasarlo en recipiente de vidrio libre de componentes extraños y taparlo muy bien y que puede evaporarse al medio ambiente.

3.10.4.4 Pruebas del alcohol en espectrofotómetro infrarrojo

Una vez obtenido el alcohol se procede a analizar en espectrofotómetro infrarrojo para saber qué cantidad contiene y si existen otros compuestos adicionales que no se pueden verificar solo con el alcoholímetro.

Un haz de luz infrarroja es generado y dividido en dos rayos. Uno pasa por la muestra, y el otro por una referencia que suele ser la sustancia en la que está disuelta o mezclada la muestra. Ambos haces se reflejan de vuelta al detector, pero primero pasan a través del separador, que alterna rápidamente cuál de los dos rayos entra en el detector. Las dos señales se comparan y, a continuación, se registran los datos.

Hay dos razones por las que se utiliza una referencia:

- Evita que las fluctuaciones de energía eléctrica de la fuente afecten a los resultados finales, ya que tanto la muestra como la referencia se ven afectadas del mismo modo. Por esa misma razón, también impide la influencia de variaciones sobre el resultado final.
- Permite que los efectos del disolvente se anulen, porque la referencia es normalmente la forma pura del disolvente en el que se encuentra.

La espectrometría infrarroja se utiliza ampliamente tanto en la industria como en la investigación científica, porque es una técnica rápida y fiable para medidas, control de calidad y análisis dinámicos. Los instrumentos actuales son pequeños y pueden ser transportados, incluso para tomar medidas de campo. (Perez, 2010)

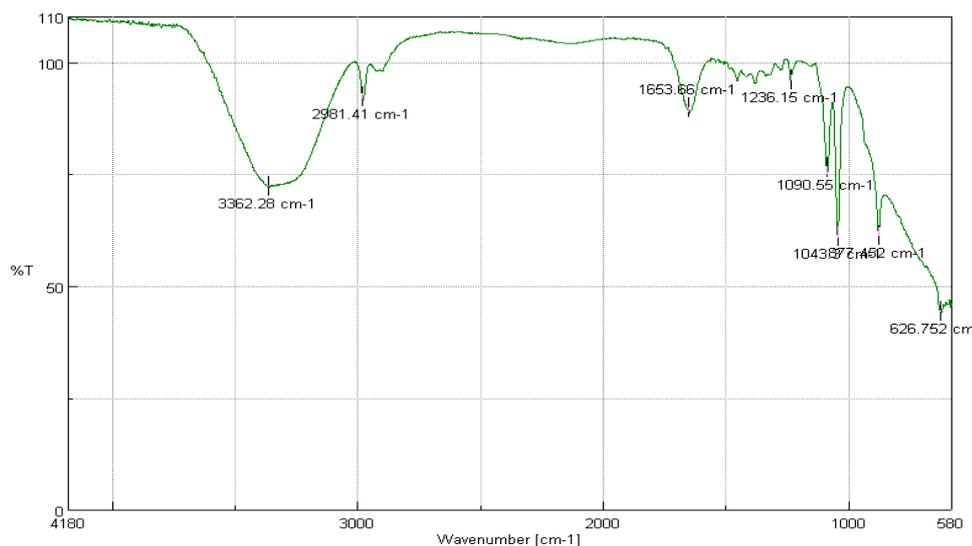
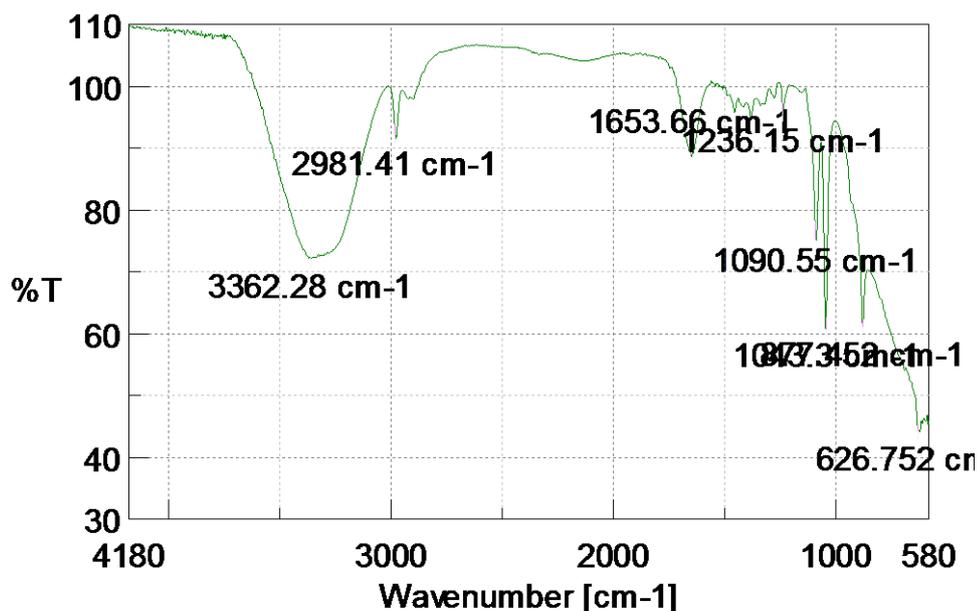


Gráfico 3-4: Espectrofotómetro infrarrojo

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017



Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017.

En el gráfico se puede observar una curva de 3362.28 cm⁻¹ se puede encontrar un grupo funcional (OH), cada absorción observable en el espectro corresponde a una vibración determinada de algún enlace dentro de la molécula. En la gráfica se muestra una cantidad de 3300 a 3600 para un grupo funcional de alcohol. Esta onda se la realiza para el encontrar etanol en nuestra muestra destilada cumpliendo con el objetivo principal de la investigación. Sin embargo existe una cantidad de alcohol muy concentrado libre de agua y otros compuestos.

3.10.5 Pruebas a nivel industrial para la obtención de alcohol

Para la obtención de alcohol se utilizó el proceso de fermentación para determinar las cantidades de los ingredientes a utilizar en nuestro proyecto y el proceso de destilación para obtener un alcohol con las características especificadas que es un alcohol a 85 G.L. Debido a que no existe un proceso realizado con anticipación se toma información mediante las pruebas en el laboratorio.

Tabla 3-15: Materia prima para la mezcla

Materiales	Cantidad	Unidad
Pulpa de Arazá (<i>Eugenia Stipitata</i>)	30,159	kg
Azúcar	12	kg
Agua	30	kg
Levaduras	0.3	kg
Carne de Res	0.227	kg

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017

Tabla 3-16: Equipos utilizados en el proceso

EQUIPOS	REACTIVOS
Licadora industrial	Silicato de aluminio
Fermentador	
Caldera	Agua Destilada
Torre de destilación	

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017.

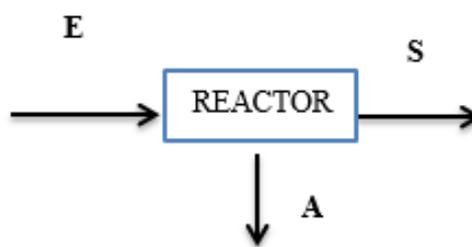
3.10.5.1 Balance de masa del proceso

La cantidad de fruta utilizada inicialmente es de 33,176 kg, sin ser tratada; la fruta que llega a ser nuestra materia prima se pesa para conocer la cantidad de fruta, sin embargo en la eliminación de las semillas existe un valor que se va a eliminar de este peso.

Por este motivo es necesario realizar el balance de masa de este proceso determina la cantidad de fruta a utilizar que será nuestra base de estudio, la pulpa utilizada que se va a tratar en el fermentador. Por eso es necesario estipular la cantidad de muestras y su peso.

Para esto se colocan tablas de valores tanto de la fruta y de las semillas, en donde se puede evidenciar la cantidad de fruta que llega de nuestros agricultores y la cantidad real que se utilizará en el proceso. Se observa esta cantidad en la tabla 3-4 y tabla 3-5. Cantidad total de la fruta recolectada sin tratar es igual a 33176 g. La cantidad de semillas retiradas de cada fruta es igual a 1017.2 g y la cantidad de cascaras recolectadas es igual a 1000 g.

➤ Balance de masa de la materia prima



$$\text{Entrada} - \text{Salida} = \text{Acumulación}$$

$$\text{Entrada} - \text{Acumulación} = \text{Salida}$$

$$33176 \text{ g} - (1017.2 + 1000) \text{ g} = 31158.8 \text{ g}$$

$$31158.8 \text{ g} = \mathbf{31.158 \text{ kg}}$$

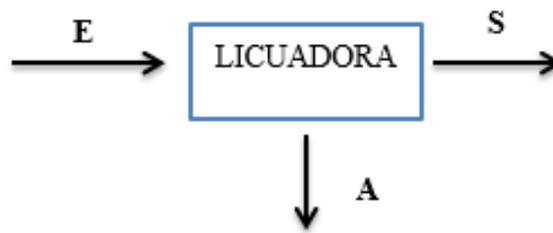
Donde:

Entrada: Cantidad de fruta recolectada.

Acumulación: Cantidad de semillas y cascaras.

Salida: Cantidad de pulpa a tratar.

➤ *Balance de masa licuadora industrial*



$$\text{Entrada} - \text{Salida} = \text{Acumulación}$$

$$\text{Entrada} - \text{Acumulación} = \text{Salida}$$

$$31158 \text{ g} - (50) \text{ g} = 31108.8 \text{ g}$$

$$31108.8 \text{ g} = \mathbf{31.108 \text{ kg}}$$

Donde:

Entrada: Pulpa de la fruta

Salida: Pulpa triturada

Acumulación: Perdida de la fruta en el recipiente.

En donde la cantidad de pulpa que ingresa en el tanque de fermentador es igual a 31.108 kg, este valor será utilizado para las diferentes concentraciones que debe tener.

➤ *Balance de masa del fermentador*



$$\text{Peso de residuo} = \text{Peso de entrada} - \text{Peso de salida}$$

$$\text{Peso Residuo} = (31,108 - 30,000) \text{ kg}$$

$$\text{Peso Residuo} = 1,108 \text{ kg}$$

De acuerdo nuestra materia prima se determina si el fermentador tiene la capacidad necesaria para este proceso. Pero principalmente se toma en cuenta el tiempo que tarda el proceso y la cantidad de muestra que se va perdiendo según se vaya tomando muestras.

➤ **Determinación del diámetro interno del reactor**

Considerando que se desea procesar un volumen de operación igual a 60 litros es necesario utilizar el fermentador estándar en donde el volumen es de 100 litros o 0,1m³, estipulado dentro de los objetivos de la investigación, por cada carga de materia prima al equipo, además utilizando la relación descrita por Mc CABE, W. (1998) para dimensionamiento de reactores mezclados donde se indica que $htDr=1$ se determina por medio de la ecuación:

$$Dr = \frac{\sqrt[3]{4*(0,1)}}{\pi} \text{ Ec 2}$$

- Determinación de la altura del reactor

$$ht=Dr$$

$$hr=ht+hfs \text{ Ec 3}$$

- Aplicación del factor de seguridad

$$hfs=30\% (hr)$$

$$hr=ht+hfs \text{ Ec 4}$$

- Determinación del volumen máximo del reactor

$$Vmax=\pi*\left(\frac{0,51m}{2}\right)^2*0,66m \text{ Ec 5}$$

Dimensionamiento del sistema de mezclado

- Diámetro total de las paletas

$$Da = \frac{Dr}{3} \text{ Ec 6}$$

- Altura de las paletas desde el fondo del reactor hasta la mitad de las láminas

$$H=Da \text{ Ec 7}$$

- Ancho de las paletas

$$W = \frac{Da}{5} \text{ Ec 8}$$

- Largo de las paletas

$$L = \frac{Da}{4} \text{ Ec 9}$$

- Ancho de las placas deflectoras

$$\frac{J}{Dr} = \frac{1}{12} \text{ Ec 10}$$

Cámara de calefacción

- Diámetro de la chaqueta de calentamiento

$$Dc=Dr+0,3*Dr \text{ Ec 11}$$

- Espesor de la cámara de calentamiento

$$Ec = \frac{Dc - Dr}{2} \quad \text{Ec 12}$$

- Altura de la cámara de calentamiento

$$hc = hr + Ec \quad \text{Ec 13}$$

- Cálculo del volumen total del reactor

$$Vt = \pi * \left(\frac{Dr}{2}\right)^2 * hc \quad \text{Ec 14}$$

- Cálculo del volumen de la cámara de calentamiento

$$Vc = Vt - Vmax \quad \text{Ec 15}$$

➤ **Balance de masa de la torres de destilación**

- Cálculo del balance de masa

$$F = W + D \quad \text{Ec 16}$$

- Cálculo del balance parcial de la masa del alcohol

$$FX_F = WX_W + DX_D \quad \text{Ec 17}$$

- Cálculo de la capacidad calorífica media

$$(\overline{Cp}) = \sum X_i Cp_i \quad \text{Ec 18}$$

- Balance para el condensador

$$\dot{Q}_{gana\ el\ agua} = -\dot{Q}_{pierde\ la\ mezcla}$$

$$\dot{Q} = \Delta\dot{H} = \dot{m}Cp\Delta T \quad \text{Ec 19}$$

$$\dot{m}_{agua} Cp_{agua} (T_{a2} - T_{a1}) = -\dot{m}_{mezcla} \overline{Cp} (T_{D2} - T_{D1})$$

$$-\dot{m}_{MEZCLA} = \frac{\dot{m}_{agua} Cp_{agua} (T_{a2} - T_{a1})}{\overline{Cp} (T_{D2} - T_{D1})} \quad \text{Ec 20}$$

$$Q = \Delta H = MCP\Delta T \quad \text{Ec 21}$$

- Cálculo de la entalpía de alimentación

$$H_F = \dot{m}_{mezcla\ inicial} * \overline{Cp}\Delta T \quad \text{Ec 22}$$

- Cálculo de la entalpía del destilado

$$H_D = \dot{m}_{mezcla\ final} * \overline{Cp}\Delta T \quad \text{Ec 23}$$

- Cálculo de la entalpía del residuo

$$H_W = \dot{m}_w * Cp_{agua}\Delta T \quad \text{Ec 24}$$

- Cálculo del rendimiento de la columna

$$\mathbf{Rendimiento} = \frac{V_{salida}}{V_{entrada}} * 100\% \text{ Ec 25}$$

- Cálculo del calor perdido

$$\mathbf{Q_{sale} = \Delta H = H_W + H_D - H_F \text{ Ec 26}}$$

- Cálculo de la eficiencia del equipo

$$\mathbf{Eficiencia} = \frac{Q_{entra} - Q_{sale}}{Q_{entra}} * 100\% \text{ Ec 27}$$

3.10.6 Aplicación de encuestas

Una vez realizado la recolección de muestra por parte de la fruta es necesario saber si este proyecto puede ser o no aceptado por la población para ello mediante encuestas la población de la ciudad de Riobamba debido a que el desconocimiento es el mayor problema para el consumo de la fruta, por eso la población de objeto de estudio será a Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

La técnica utilizada para la recolección de datos en el proyecto será la utilización de entrevistas, encuestas realizadas en el sector y la observación directa de las pérdidas en los cantones generando resultados que nos ayudaran con las hipótesis mencionadas anteriormente. Es necesario tener en cuenta si el proyecto es beneficioso para que en un futuro se pueda implementar a gran escala y contribuir al sector agrícola en la Región Norte Amazónica. Para las encuestas se la realizar en la ciudad de Riobamba principalmente porque existen estudiantes de diferentes cantones y se puede obtener un mejor resultado. Debido a la cantidad de cantones con el mismo problema nos centraremos solo en el cantón El Coca en la provincia de Francisco de Orellana.

En las encuestas realizadas se obtienen la opinión de hombres y mujeres quienes serán los principales compradores de este producto respondiendo a las preguntas planteadas tenemos los siguientes resultados que nos ayudaran a analizar si es proyecto establecido es aceptado o no por la población.

3.10.6.1 Encuesta

Pregunta 1

Le gustaría probar un producto de alcohol hecho a base de Arazá (*Eugenia stipitata*).

	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
SI	74	51	125
NO	10	18	28
TOTAL	84	69	153

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017.

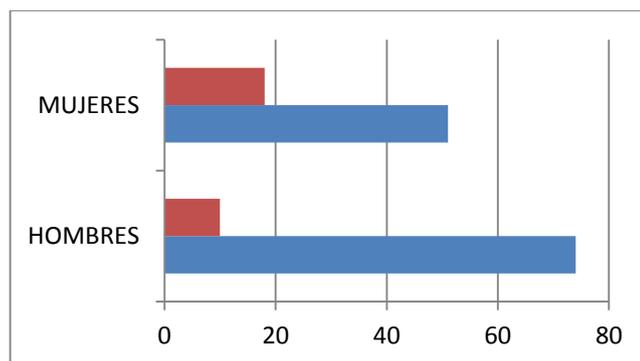


Gráfico 5-3: le gustaría probar un producto de arazá

Fuente: Encuesta realizada

En la encuesta realizada podemos ver que existe mayor aceptación entre hombre y mujeres a probar alcohol hecho base de arazá, sin embargo existe un porcentaje mínimo que esta renuente a probar el producto debido al desconocimiento de la fruta.

Pregunta 2

Ha probado alcohol hecho a base de frutas amazónicas

	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
SI	40	72	110
NO	22	21	43
TOTAL	62	93	153

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017

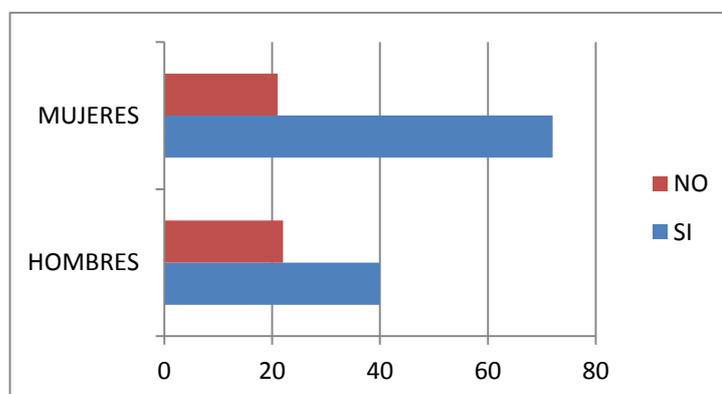


Gráfico 6-3: Ha probado alcohol hecho a base de frutas amazónicas

Fuente: Encuesta realizada

En los resultados de aceptación existe gran probación por parte de las mujeres y menor en los hombres sin embargo, existe una negativa menor por parte de ambos géneros con respecto probar un producto hecho a base de frutas amazónicas.

Pregunta 3

Con qué frecuencia compra bebidas alcohólicas.

	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
DIARIO	12	8	20
SEMANAL	43	35	78
MENSUAL	30	25	55
TOTAL	85	68	153

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017.

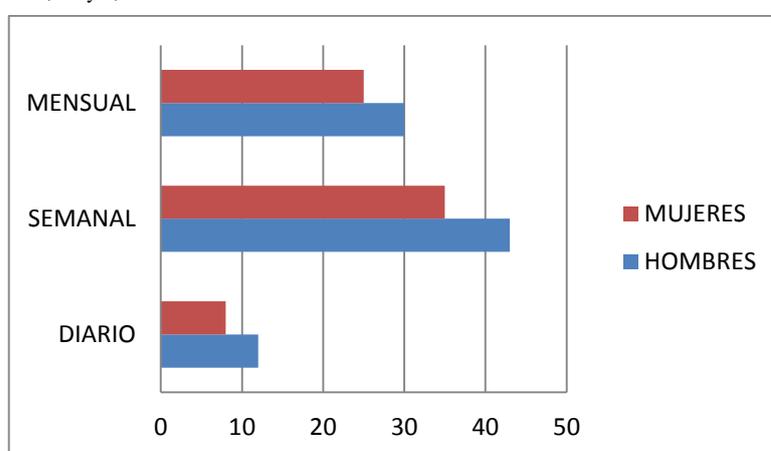


Gráfico 7-3: Con qué frecuencia compra bebidas alcohólicas

Fuente: Encuesta realizada

En la siguiente pregunta se observa un mayor consumo de alcohol entre hombres que entre mujeres sin embargo el consumo de alcohol entre los encuestados aumenta semanalmente de una manera exorbitante ellos consideran que el consumo de alcohol es importante.

Pregunta 4

Cuánto dinero gasta en bebidas alcohólicas

	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
5 A 10 DOLARES	42	27	69
20 A 50 DOLARES	18	23	41
MAS DE 50 DOLARES	32	11	43
TOTAL	92	61	153

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017.

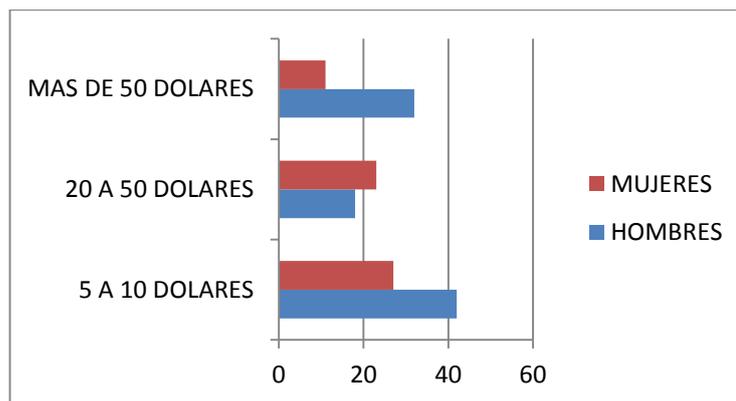


Gráfico 8-3: Cuánto dinero gasta en bebidas alcohólicas

Fuente: Encuesta realizada

Existe una cantidad de dinero que los encuestados utilizan para el consumo de alcohol en eventos sociales. Sin embargo el dinero destinado a bebidas alcohólicas los hombres gasta más de 50 dólares a diferencia de las mujeres que prefieren gastar una suma más baja ya que consumen menos cantidad de alcohol.

Pregunta 5

Factor que determina la compra de una bebida alcohólica

	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
MARCA	28	9	37
PRECIO	39	31	70
OFERTA	21	25	46
TOTAL	88	65	153

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017.

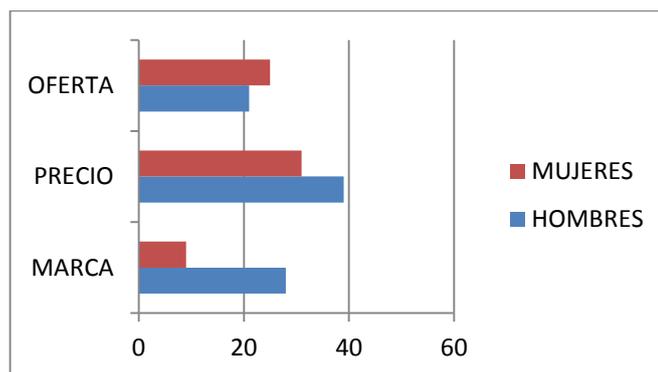


Gráfico 9-3: Factor que determina la compra de una bebida alcohólica

Fuente: Encuesta realizada

Existe una relación en cuanto se determina a adquirir un producto los hombres se impulsan más en cuanto al precio y la marca de un producto, sin embargo las mujeres se impulsan más en cuanto al precio y a la oferta del producto independientemente de la marca del mismo.

Pregunta 6

Cantidad de alcohol que consume al mes

	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
500 ml	22	27	49
1000 ml	29	24	53
2000 ml	33	18	51
TOTAL	84	69	153

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017.

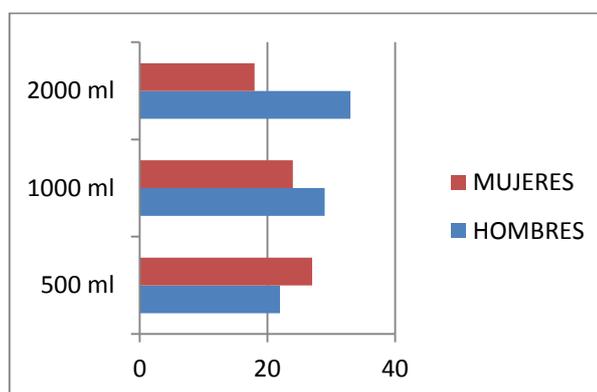


Gráfico 10-3: Cantidad de alcohol que consume al mes.

Fuente: Encuesta realizada

Existe una cantidad de alcohol de 2000 ml que se consume entre hombres y mujeres cada mes, en los hombres el consumo es mayor principalmente cuando asisten a eventos sociales, también existen mayor consumo en bebidas alcohólicas en hombres que en mujeres.

Pregunta 7

Donde le gustaría comprar alcohol de Arazá (*Eugenia stipitata*).

	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
SUPERMERCADOS	20	27	49
TIENDAS LOCALES	32	24	53
CENTROS DE DIVERSION	28	22	51
TOTAL	80	73	153

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017.

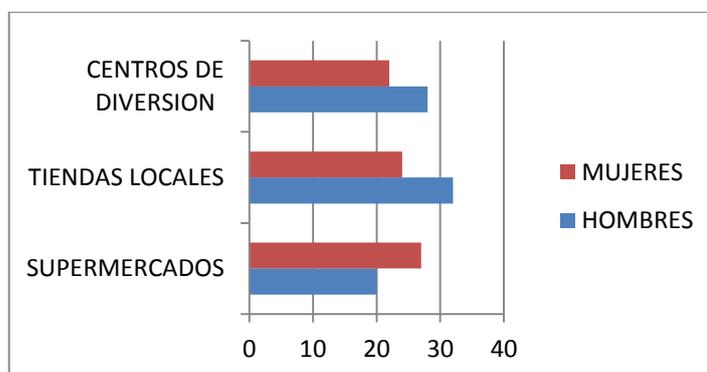


Gráfico 11-3: Donde le gustaría comprar alcohol de Arazá (*Eugenia stipitata*).

Fuente: Encuesta realizada

La compra para el consumo de alcohol es mayor en tiendas locales por parte de los hombres y en centro de diversión, sin embargo las mujeres prefieren comprarlas en supermercados y tiendas locales, y que son más económicas principalmente por el precio.

Pregunta 8

¿Qué bebidas alcohólicas prefiere comprar?

	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
BEBIDAS ARTESANALES	38	28	66
BEBIDAS PROCESADAS	48	39	87
TOTAL	86	67	153

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017.

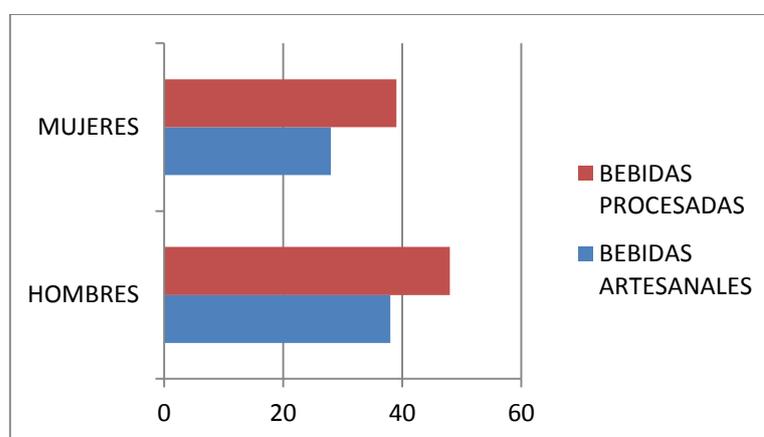


Gráfico 12-3: ¿Qué bebidas alcohólicas prefiere comprar?

Fuente: Encuesta realizada

Existe un incremento en el mercado de bebidas hechas a base de frutas que tienen gran aceptación por parte de los hombres, sin embargo las mujeres las prueban en menor escala ya que están acostumbradas a las bebidas procesadas conocidas como vodka, ron y wiski por mencionar algunos.

Pregunta 9

Compararía productos hechos con materia prima ecuatoriana.

	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
SI	62	54	116
NO	19	18	37
TOTAL	81	72	153

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017.

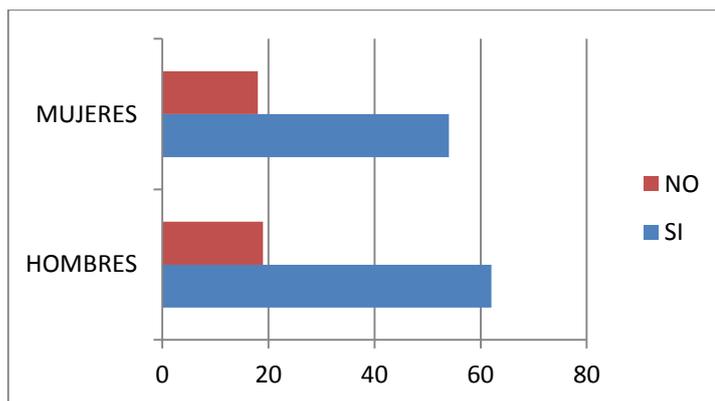


Gráfico 13-3: Compraría productos hechos con materia prima ecuatoriana.

Fuente: Encuesta realizada

Tanto hombres como mujeres les interesa aprovechar los productos que se pueden obtener en el país antes que comprar productos exportados de otros países, por la gran variedad de frutas existentes en nuestro país. El desconocimiento de ellas por la población hace que exista falta de aprovechamiento de la misma.

Pregunta 10

Consumiría alcohol de Arazá (*Eugenia stipitata*).

	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
SI	75	63	138
NO	8	7	15
TOTAL	83	70	153

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017.

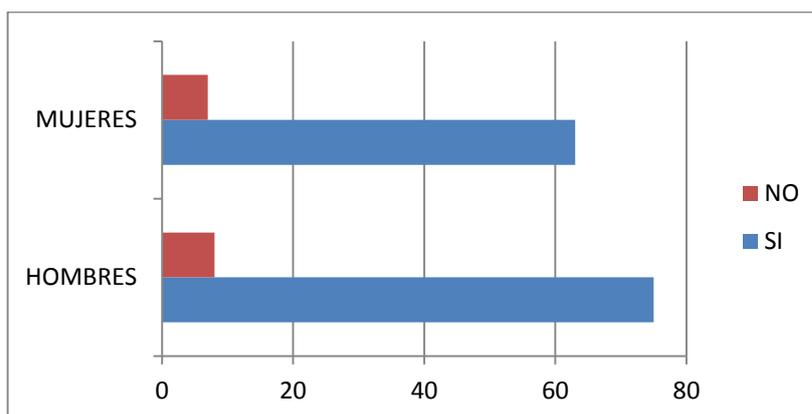


Gráfico 14-3: Consumiría alcohol de Arazá (*Eugenia stipitata*).

Fuente: Encuesta realizada

A pesar del desconocimiento de la fruta tanto hombres como mujeres les interesa consumir un producto de estas características, debido a la diversidad de estudiantes de diferentes cantones les pareció un producto que desean comprar independientemente del precio, les intereso el producto porque han tenido la oportunidad de probar la fruta o la han escuchado por parte de sus compañeros.

3.10.6.2 Análisis de las encuestas

- **Chi Cuadrado**

Para el análisis de encuestas se procede a utilizar el Chi Cuadrado en donde nos gustaría saber si compraría un producto hecho con materia prima ecuatoriana. Con el 95% de confiabilidad y un grado de libertad 3 y nivel de significancia de 5%.

Pregunta 9

Tabla 3-17: Chi cuadrado

	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
SI	62	54	116
NO	19	18	37
TOTAL	81	72	153

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017.

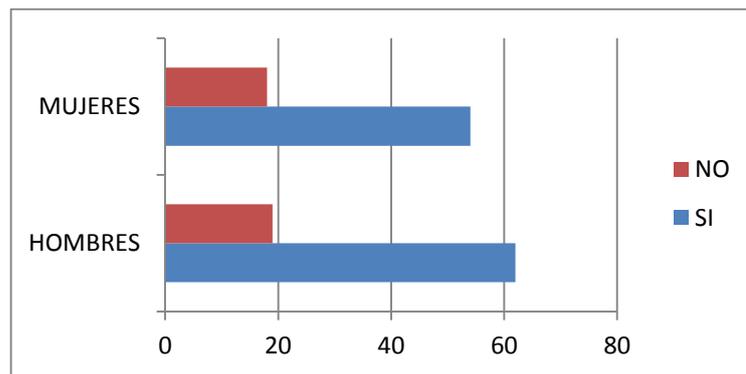


Gráfico 15-3: Compararía productos hechos con materia prima ecuatoriana.

Fuente: Encuesta realizada

En nuestra pregunta de compraría productos hechos con materia prima ecuatoriana se determinó que los encuestados que respondieron que si es mayor a los que respondieron que no lo comprarían.

$$\chi^2 = \frac{\sum(f_o - f_e)^2}{f_e} \text{ Ec 1}$$

Donde:

f_o = Frecuencia observada

f_e = Frecuencia esperada

Cálculo de χ^2

$$\chi^2 = \frac{\sum(f_o - f_e)^2}{f_e}$$
$$\frac{\sum(f_o - f_e)^2}{f_e} = \frac{(62 - 54)^2}{54} = 1.185185$$
$$\frac{\sum(f_o - f_e)^2}{f_e} = \frac{(19 - 18)^2}{18} = 0.055555$$
$$\chi^2 = 1.185185 + 0.055555$$
$$\chi^2 = 1.24074$$

Tabla 3-18 Resultados para el planteamiento de la hipótesis

Grados de libertad	3
Nivel de significancia	0,5
Probabilidad	0,5
χ^2	1,386

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017.

Planteamiento de la hipótesis

H₀: No existe diferencias entre hombres y mujeres en cuanto comprar los productos.

H₁: Existe diferencia entre hombres y mujeres en la compra de productos.

Obtenemos un valor de Chi Cuadrado crítico mayor al Chi Cuadrado se acepta la hipótesis nula, se determina que tanto hombres como mujeres compran productos independientemente.

Pregunta 10

Tabla 3-19: Consumiría alcohol de Arazá (*Eugenia stipitata*).

	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
SI	75	63	138
NO	8	7	15
TOTAL	83	70	153

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017.

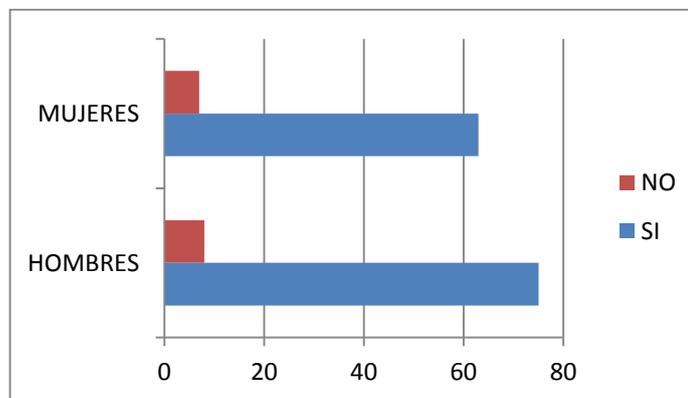


Gráfico 16-3: Consumiría alcohol de Arazá (*Eugenia stipitata*).

Fuente: Encuesta realizada

Tenemos que es grado de libertad es igual a 3.

Calculo de la media

$$\bar{x} = \sum \frac{x_i}{n} \text{ Ec 2}$$

$$\bar{x}_1 = \frac{75 + 8}{3} = 27$$

$$\bar{x}_2 = \frac{63 + 7}{3} = 23$$

- **Anova**

	HOMBRES	$(x_i - \bar{x})^2$	MUJERES	$(x_i - \bar{x})^2$
SI	75	2304	63	1600
NO	8	361	7	256
TOTAL	83	2665	70	1856

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017.

Varianza

$$s^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$s^2 = \frac{2665 + 1856}{2}$$

$$s^2 = 2260,5$$

Utilizando los cálculos de varianza se determina que existe una menor cantidad de mujeres que compraría un alcohol hecho a base de arazá.

Planteamiento de la hipótesis

H₀: El nivel de aceptación es igual entre hombres y mujeres.

H₁: Existe diferencias entre el nivel de aceptación para adquirir el producto.

Estimación Intermédiate de varianza

S² : 2260,5
k : 2
Sw² : 1130,25

$$S_x^2 = n * S\bar{x}^2$$

$$S\bar{x}^2 = \frac{\sum(\bar{x} - x)^2}{k - 1}$$

$$S\bar{x}^2 = \frac{2665 + 1856}{1}$$

$$S\bar{x}^2 = 4521$$

$$S_x^2 = 13563$$

Cálculo F prueba

$$F_{prueba} = \frac{S_x^2}{S_w^2}$$

$$F_{prueba} = \frac{13563}{1130,25}$$

$$F_{prueba} = 12$$

Tabla 9-2 Resultado para el planteamiento de la hipótesis

Grados de libertad	3
Nivel de significancia	0,05
Probabilidad	0,95

Debido a que F prueba es mayor F tabla se rechaza Ho, debido a que existen diferencias en la manera de aceptar comprar este producto.

CAPITULO IV

4 RESULTADOS Y CALCULOS

4.1 Análisis de resultados

4.1.1 Resultados de la caracterización físico-químico de la muestra.

Tabla 3-8: Análisis físico-químico de arazá

Parámetros	Método	Porcentaje (%)
Azucares	INEN 398	9.80
Fibra	INEN 522	0.19
Sólidos Totales	INEN 14	12.10
Cenizas	INEN 14	0.18
Total		22.27

Fuente: SAQMIC

Realizado por: López, Mayra, 2017

4.1.2 Resultados de las características organolépticas de la muestra

Tabla 3-9 Caracterización físico-químicas de la pulpa

Parámetros	Resultados
PH	2,5
Humedad	90%
Acidez	2,7 %
Sólidos Solubles Totales	6%
Grados Brix	8,8 %

Fuente: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Lab. Operaciones Unitarias

Realizado por: LÓPEZ, Mayra, 2017

4.1.3 Resultados de las pruebas realizadas al alcohol a nivel de laboratorio

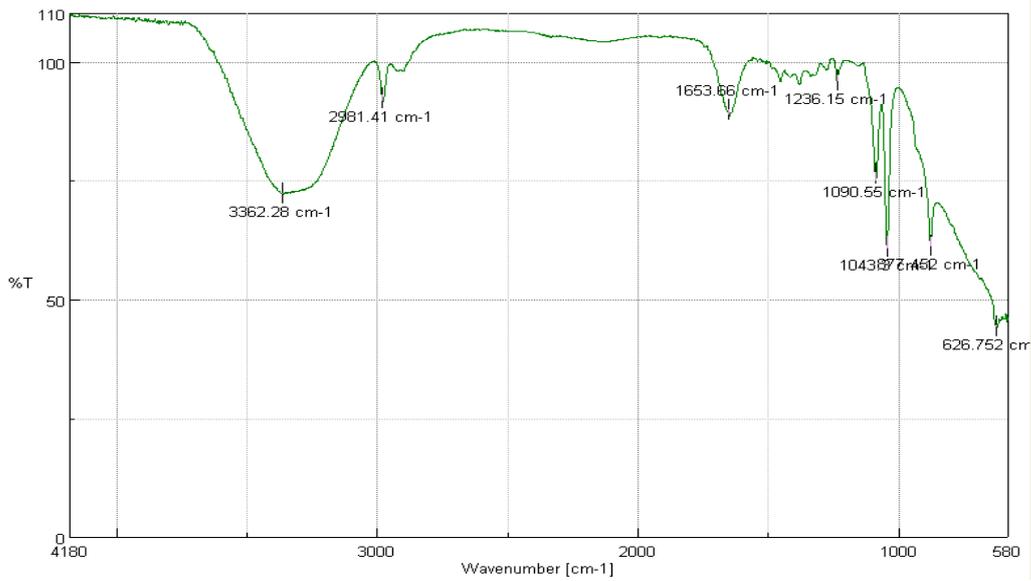
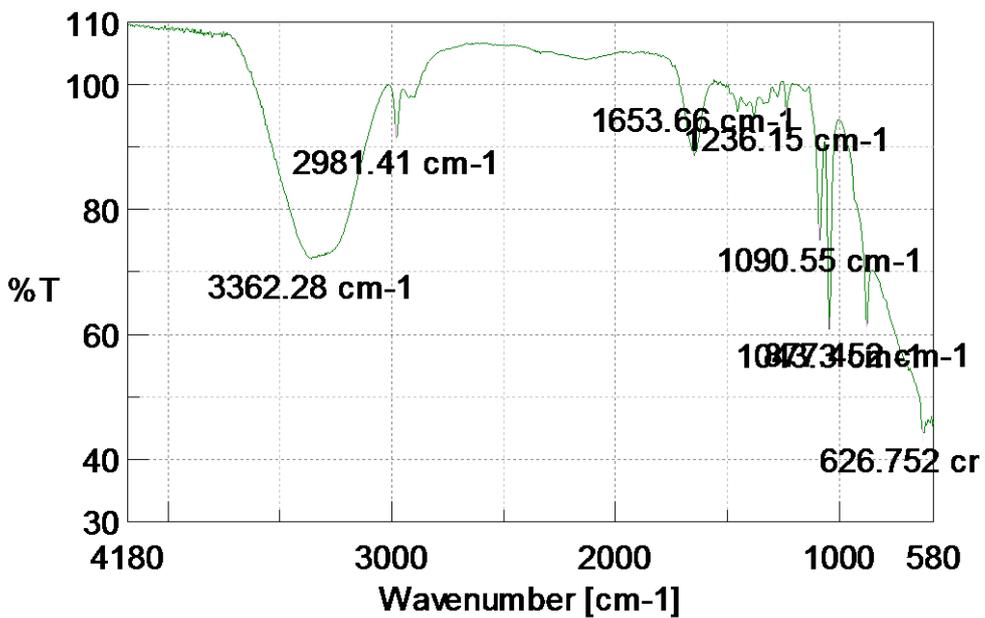


GRAFICO 2.7.5 Espectrofotómetro infrarrojo

Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017



Realizado por: LOPEZ, Mayra, 2017.

En el grafico se puede observar una curva de 3362.28 cm⁻¹ se puede encontrar un grupo funcional (OH), cada absorción observable en el espectro corresponde a una vibración determinada de algún enlace dentro de la molécula. En la gráfica se muestra una cantidad de 3300 a 3600 para un grupo funcional de alcohol.

4.1.4 Resultados del proceso industrial para la obtención de alcohol

Tabla 4-1: Proceso industrial para obtención de alcohol

PROCESO	PARÁMETROS	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD	CARACTERÍSTICAS
Recepción	Peso de la fruta	P	33.158	Kg	Balanza analítica industrial Capacidad 50 Kg Resistente al agua
Lavado	Volumen de agua	Va	20	L	Acero inoxidable
	Diámetro del tanque	Dt	2	m	
	Altura del tanque	h	1,8	m	
Banda transportadora de selección	Longitud	L	3000	mm	Acero inoxidable no tóxico. Ruedas giratorias. Regulación de altura. Regulación de velocidad.
	Ancho de banda	W	450	mm	
	Ancho de salida	W1	620	mm	
	Altura	H	1500	mm	
	Peso	P	90	Kg	
	alimentación	kW	0,25	kW	
Licuadora Industrial	Capacidad	Ca	20	L	Acero inoxidable calidad AISI 304 Cuchillas superpuestas a 3500Rpm Capacidad de 50 litros. Dispositivo angular para la descarga
	Potencia	Hp	10	Hp	
	Revoluciones	Rev.	1000	Rev/.min	
	Voltaje	Vt	110	voltios	
Fermentador	Diámetro interno reactor	Dr	0,51		Tubo cilíndrico con agitador Vaso de acero inoxidable Chaqueta espaciadora de aire detectores Filtros de aire Motor
	Altura reactor	ht	0,51	m	
	Factor de seguridad	hfs	0,153	m	
	Volumen máximo de reactor	hr	0,66	m	
	Diámetro de paletas	Vmax	0,14	m	
	Ancho paletas	Da	0,17	m ³	
	Largo de paletas	Dr	0,17	m	
	Ancho placas deflectores	W	0,04	m	
	Diámetro chaqueta	L	0,05	m	
	Espeesor cámara calentamiento	J	0,04	m	
	Altura cámara calentamiento	Dc	0,66	m	
	Volumen reactor total	Ec	0,075	m	
	Volumen calentamiento	Hc	0,74	m	
		Vt	0,25	m	
		Vc	0,11	m ³	

Destilación	Flujo de alimentación				
	Flujo en la corriente				
	Flujo de destilado				
	Fracción alimentación	F	60	kg/h	
	Fracción molar en la corriente	W	54,2	kg/h	
	Fracción molar del destilado	D	6,038	kg/h	Tanque de alimentación
	Temperatura de alimentación	XF	0,1985	adm	
	Temperatura de refrigerante	XW	0,080	adm	
	Temperatura de salida del refrigerante	XD	0,0015	adm	Acero inoxidable
	Temperatura de destilación	Ta1	20	°C	
	Temperatura del producto destilado	Ta2	2	°C	Tanque de plástico para el agua de la caldera
	Temperatura de residuo de alimentación (etanol)	TD1	90	°C	
	Masa del agua	TD2	77	°C	
		Ts1	70	°C	
		Ts2	90	°C	
	TF	85	°C		
	m agua	3,17	kg/h		

Realizado por: LÓPEZ, Mayra, 2017.

4.2 Prueba de hipótesis

Se realizan dos pruebas con respecto a la muestra que se utilizara en el fermentador variando únicamente la cantidad de azúcar, este parámetro se lo utiliza en diferentes cantidades para saber qué tan efectivo puede ser nuestro proceso si se colocan cantidades deficiente en la muestra y dañan toda la mezcla o no cumple con las características que necesitamos.

4.2.1 Hipótesis 1

Mediante la cantidad de grados Brix en la mezcla se obtiene las cantidades necesarias para la obtención de alcohol.

En esta prueba utilizaremos una mezcla 30,159 kg de pulpa de arazá con 30 kg de agua, se adiciona 12 kg azúcar dependiendo de la cantidad de mezcla la cantidad de levaduras será de 10g/L, tomando en cuenta esto se procede a utilizar 300g/L de levaduras para toda a la mezcla. Antes de añadir las levaduras se debe colocar un trozo de carne de res lavada antes de colocar la levadura, se deja reposar la carne con la mezcla durante 3 días para dar inicio al proceso es un manera efectiva de estimular la mezcla está a una temperatura de 17, 5 y aumenta hasta 20 ° C. Terminado este periodo se filtra todo el contenido a través de un tamiz y se vuelve a colocar la mezcla filtrada en el fermentador, se agrega la levadura asegurando el equipo para evitar que se

filtre el oxígeno dañando el proceso y se mezcla durante 20 segundos antes de tomar la muestra para analizar.

Cabe decir que la cantidad de azúcar es muy importante debido a que el proyecto comienza y termina con este parámetro, sin embargo es indispensable conocer la cantidad exacta para este proceso y que se realizaron pruebas en donde al ser menor o mayor no se puede llevar a cabo la experimentación y que falla el proceso.

4.2.2 Hipótesis 2

Efectuando un análisis del tipo de levaduras utilizada en la fermentación se aplican en función de g/l para la determinar la cantidad correcta.

Es necesario comprender que para llevar este proceso se utilizan levaduras *Saccharomyces Cerevisiae*, son las principales levaduras utilizadas en la industria debido a su eficacia y su valor económico ya que es muy rentable a nivel del presupuesto, una vez que se determina el tipo de levadura que se va a utilizar existe una regla para la utilización.

La cantidad de muestra de levadura se determina mediante la siguiente regla por cada 10g de levadura en cada litro de mezcla a utilizar en la fermentación, esto se debe a que pueden cumplir con la función de transformar el azúcar en alcohol para poder utilizar esta mezcla en el proceso de destilación.

4.2.3 Hipótesis 3

Con la identificación de las variables de diseño se desarrollarán los cálculos de ingeniería para el dimensionamiento del proceso para la obtención de alcohol.

Las variables en este proceso son la cantidad de grados Brix y grados Gay Lussac que nos indican si este proceso se cumple o no, principalmente se ve estas dos variables ya que nos indican si el azúcar en la mezcla se transforma en alcohol mediante el proceso de fermentación. Se controlan estas variables debido a que si existe algún fallo mediante la recolección de datos se va determinando si el proceso es correcto o si está fallando, para esto se mide en el refractómetro si las cantidades bajan notablemente en este proceso a sufrido cambios irreparables y se deben eliminar la mezcla y volver a comenzar.

Para ello se demuestran en las pruebas realizadas con anterioridad si existe una cantidad muy baja de azúcar tanto la cantidad de alcohol obtenida en la fermentación es demasiado baja lo

mismo sucederá en el proceso de destilación no será adecuado y no se logró llegar al objetivo principal de esta investigación.

Sin embargo con las cantidades correctas el proceso sufre un cambio notorio a diferencia de la primera prueba en la segunda se colocan un cantidad concreta debido la cantidad de mezcla y se observa una cantidad mayor de azúcar y en la fermentación la cantidad de alcohol es casi el doble y por lo tanto en el proceso de destilación se llega al objetivo planteado en esta investigación que es llegar a 85 G.L.

4.2.4 Hipótesis 4

Implementando las variables se debe validar el proceso para obtención de alcohol de acuerdo las especificaciones obtenidas.

Mediante el proceso se obtiene que la cantidad de fruta y agua está en relación 1-2, la cantidad de levaduras para la mezcla se coloca 10g por cada litro de mezcla que se va a tratar, la cantidad de azúcar utilizada se mide por cada litro se adiciona 0,2 kg de azúcar una vez obtenido estos valores se procede a tratar la mezcla utilizamos dos proceso que son la fermentación y la destilación.

Se debe tomar en cuenta que para empezar con el proceso de fermentación la mezcla debe estar a 8,8 Brix y 6 G.L. esto nos ayudará a determinar si el proceso avanza con normalidad o si existe algún dato incorrecto en la mezcla ya que al terminar este proceso se debe obtener la mezcla a 6,01 Brix y 15 G.L.

Debido a que esto nos ayuda a saber cómo iniciar en el proceso de destilación ya que existe presencia de alcohol en la muestra solo hay que obtener un alcohol con mayor concentración, por esta razón con los datos obtenidos de las pruebas realizadas se valida nuestro proceso en el laboratorio de operaciones unitarias. Y con estos datos se puede seguir más líneas de investigación.

4.3 Discusión de resultados

Como se puede observar en el gráfico los grados Gay-Lussac para iniciar con el proceso de destilación es de 15 G.L y una vez destilado el alcohol se obtuvo a 85 G.L, debido que la cantidad de Gay-Lussac presente en la mezcla determina la calidad del mismo a mayor cantidad de alcohol en la maceración mayor será el alcohol obtenido en la destilación.

Las levaduras utilizadas son *Saccharomyces Cerevisiae*, un hongo unicelular escogimos estas levaduras debido a que en un sistema cerrado producen el efecto Pasteur ayudando en la síntesis del azúcar presente en la mezcla en ausencia de oxígeno, también se la considera por su valor económico es muy rentable a nivel del presupuesto.

La cantidad de fruta y agua está en relación 1-2, debido a que ayuda a que la pulpa no sea tan espesa y las levaduras puedan cumplir con su función para la mezcla se coloca 10g por cada litro de mezcla que se va a tratar, la cantidad de azúcar utilizada se mide por cada litro se adiciona 0,2 kg de azúcar una vez obtenido estos valores se procede a tratar la mezcla utilizamos dos procesos que son la fermentación y la destilación. En el tanque de fermentación se puede mezclar una cantidad de 100 litros de mezcla máximo ya que es un regla estándar en los equipos de laboratorio, en la destilación se obtiene una cantidad aproximada de 2000 ml de alcohol de una muestra de 45 litros de mezcla. Una vez iniciado el proceso de Destilación este dura cerca de 5 días laborables.

Mediante las hipótesis empleadas en nuestra investigación para el proceso de fermentación es indispensable tomar en cuenta, las medidas necesarias para que este proceso esté libre de agentes contaminantes que pueden dañar nuestro proceso por eso es necesario utilizar agua potable para inhibir otros microorganismos, de esta manera las levaduras podrán transformar el azúcar contenida en la mezcla a grados de alcohol para nuestro proceso.

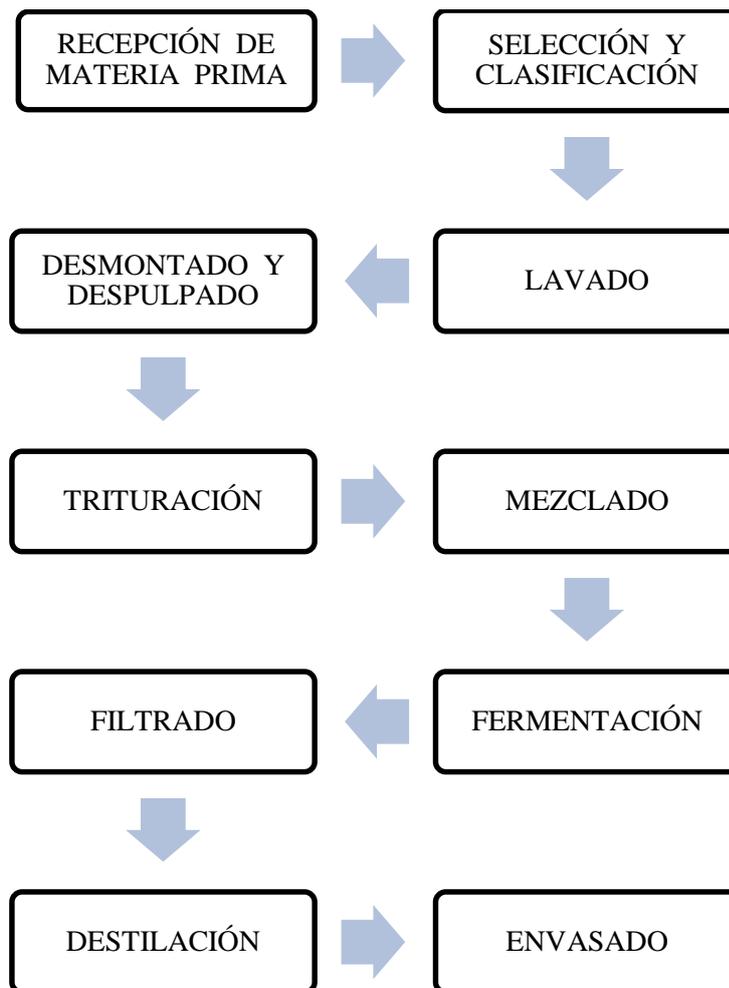
CAPITULO V

5 PROPUESTA DEL PROYECTO

4.4 Propuesta para la solución del problema

El principal objetivo de nuestro proyecto fue el de minimizar el desperdicio de la fruta para ello se diseñó un proceso del que se puede obtener alcohol dándole un valor agregado a la fruta, para que este proceso se lleve a cabo se determinan las variables a tomar en cuenta y los equipos se van a utilizar. Para esto se describe a continuación.

4.4.1 Diseño del proceso



Realizado por: López Mayra, 2017.

4.4.2 Descripción del proceso

4.4.2.1 Recepción de materia prima

La recolección de la fruta es realizada por los agricultores siendo la mejor época donde la cosecha alcanza su maduración es enviada para su utilización y el inicio de la investigación. Aplicando las condiciones necesarias para su transporte debido a que es una fruta perecible, el transporte se lo realiza en cajas de madera colocando las más resistentes al fondo y las más maduras encima para evitar que se aplasten. Su transporte soporta los 3 días de viaje si ninguna complicación pasado este tiempo la fruta empieza a dañarse.

4.4.2.2 Selección y clasificación

Después de la recepción de la materia prima se procede a revisar la fruta antes de separarla y clasificar la fruta de forma manual eliminando aquellas que presentan daños físicos (arrugamiento, magulladuras) y presencia de microorganismos, bacterias y mohos alrededor del fruto. Lo que puede influir en la acidez para la obtención del alcohol.

4.4.2.3 Lavado

La fruta debe pasar por un sistema de limpieza eliminando residuos sólidos (hojas, tallos, ramas, etc.) que pueden afectar en la elaboración del producto, ya que pueden contaminar la muestra y causar errores en la cuantificación de resultados.

4.4.2.4 Desmontado y despulpado

El desmontado de la fruta elimina la cascara que recubre la fruta y elimina posibles residuos que pueden impregnarse en la misma y nos permite eliminar gusanos de frutas que puede haber en su interior, este procedimiento se lo realiza de forma manual.

El despulpado permite eliminar las semillas que se encuentra en la pulpa de la fruta esta operación se la realiza de forma manual o con una despulpadora que es más eficaz ya que disminuye el riesgo de contaminación.

Debido a la pérdida de la fruta en la despulpadora se utiliza una licuadora industrial para la trituración de la fruta sin agregarle ninguna clase de líquidos.

4.4.2.5 Trituración

Una vez realizado el despulpado de la fruta se procede a triturar la fruta en una licuadora industrial sin agregarle agua o cualquier otro líquido debido a la cantidad de jugo en la fruta, solo se tritura para facilitar la filtración y que los componentes se mezclen adecuadamente en la fermentación para obtener mayor cantidad de mezcla a utilizarse en la destilación.

4.4.2.6 Mezclado

Se sumergió la pulpa de fruta en agua aproximadamente la misma cantidad manteniendo una relación de fruta y mezcla de 1 a 2, Sin embargo la cantidad de fruta debe ser menor al agua ingresada en el tanque aproximadamente una semana. En la mezcla se debe mezclar bien el azúcar hasta que se disuelva para evitar sedimentación en el fondo del tanque donde se realizará la maceración ya que el azúcar tiene gran influencia en el grado de alcohol que obtendremos.

4.4.2.7 Fermentación

En la mezcla se agregan las levaduras *Saccharomyces Cerevisiae* sigue un metabolismo fermentativo cuando está en condiciones anaerobias este fenómeno se conoce como efecto Pasteur y es determinante para que la producción de etanol sea correcta. Adicionalmente se utilizarían enzimas desdobladoras de almidón, las alfa amilasas para obtener más azúcares pero debido al alto costo de estas fue necesario retirarlas ya que superan el presupuesto.

5.1.2.8 Filtrado

Esta mezcla se deberá filtrar después de haber transcurrido una semana en el fermentador antes de ser colocadas las levaduras, con esto se eliminara el bagazo innecesario y la mezcla empiece con el proceso de fermentación. La filtración se realizará dos veces, una al inicio de la fermentación y la segunda al obtener la mezcla final antes de llevarla al tanque de destilación para que al momento de destilar solo exista un fluido libre de impurezas que se va a utilizar eliminando las levaduras y cualquier material que entorpezca la destilación.

4.4.2.8 Destilación

Se procede a destilar el alcohol a 85 G.L que se va a comercializar a una temperatura estándar que varía 60-75°C para obtener alcohol en óptimas condiciones. El alcohol se puede utilizar a 30 G.L en la Industria de Alimentos para bebidas alcohólicas y a 70 G.L para utilizarlo en la Industria Farmacéutica lo que indica la norma sin embargo puede comercializarse a 85 G.L

4.4.2.9 Envasado

El envase que se utilizará son botellas de vidrio ya que se va a envasar alcohol y una vez sellado se debe almacenar a temperatura ambiente en un lugar fresco y libre de humedad.

4.4.3 Requerimiento de equipos para el proceso

Se debe tomar en cuenta que al ser un fruta perecible para el proceso deberá ser manipulada con cuidado debido a esto es necesario la utilización de equipos diseñado para este proceso desde la llegada de la fruta hasta el envasado del alcohol al final del proceso.

4.4.3.1 Recepción de la muestra

Para la recolección de la fruta se necesita tener precauciones debido a que la fruta tiene que llegar sin golpes ni aplastadores ya que eso podría dañar la muestra.

Al llegar al laboratorio se deberá utilizar una banda transportadora para poder lavarlas sin dificultad y proceder a retirar cáscaras y semillas para enviarla a la licuadora para la trituration y obtener una pulpa homogénea. Es necesario utilizar un equipo que pueda pulverizar la fruta y que si se lo hace con la despulpadora no funciona ya que la fruta es un poco suave, la pulpa y las semillas terminan uniéndose.

Por consecuencia es mejor retirar la cáscara y las semillas de la pulpa por separado, así evitamos el desperdicio desmedido de la pulpa ya que solo se pierde en la despulpadora y no es lo que necesitamos.

Banda transportadora de selección

Para este proceso se utilizará la banda industrial para el transporte de frutas ya sea para frutos del bosque o bayas en este caso se utilizará *JT1500*, es una banda transportadora conocida a nivel industrial por brindar asistencia en el transporte de frutas de cualquier clase y se emplea para la selección y eliminación manual de fruta de mala calidad y posteriormente su transporte desde la lavadora hacia el triturado, en donde su capacidad es de 90 kg óptima para este proceso.



Ilustración 24: Banda transportadora

Fuente: http://sraml.com/es/productos/m_quinas_para_frutos_del_bosque_y_bayas/71/banda_transportadora_de_seleccion/

Características principales:

- Contiene material no tóxico ya que se utilizan para alimentos.
- Montada sobre ruedas pivotantes.
- Regulación de altura.

- Regulación de velocidad con regulador de frecuencia.



		JT3000
L	mm	3000
W	mm	450
W1	mm	620
H	mm	1500
Peso	kg	90
Allimentación	kW	0,25

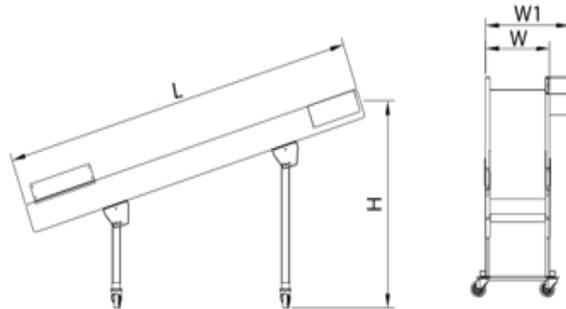


Ilustración 25: Características de Banda Transportadora

Fuente:http://sraml.com/es/productos/m_quinas_para_frutos_del_bosque_y_bayas/71/banda_transportadora_de_seleccion/

4.4.3.2 Fermentador

Dimensionamiento del Fermentador

➤ *Determinación del diámetro interno del reactor*

Utilizando la relación descrita por Mc CABE, W. (1998) se determina por medio de la Ec 2:

$$Dr = \frac{\sqrt[3]{4 * (0,1)}}{\pi}$$

$$Dr=0,51m$$

Determinación de la altura del reactor

$$ht=Dr$$

$$ht=0,51m$$

Se utiliza factor de seguridad igual 30%, se obtiene:

$$hr=ht+hfs$$

Aplicación del factor de seguridad de la Ec 3 se reemplaza en la Ec4.

$$hfs=0,153 m$$

$$hr=ht+hfs$$

$$hr=0,66m$$

Determinación del volumen máximo del reactor por Ec 5

$$V_{max}=0,14m^3$$

Dimensionamiento del sistema de mezclado

Diámetro total de las paletas se utiliza la Ec 6

$$D_a = 0.17m$$

Altura de las paletas desde el fondo del reactor hasta la mitad de las láminas se utiliza la Ec 6 en la Ec 7

$$H=D_a$$

$$D_r=0,17m$$

Ancho de las paletas se reemplaza los valores en la Ec 8

$$W=0,04m$$

Largo de las paletas utilizamos la Ec 9

$$L=0,05m$$

Ancho de las placas deflectoras Ec10

$$J = 0.04m$$

Cámara de calefacción

Diámetro de la chaqueta de calentamiento se utiliza Ec11

$$D_c=0,51+ (0,3*0,51)$$

$$D_c=0,66m$$

Espesor de la cámara de calentamiento se utiliza Ec12

$$E_c = \frac{0.66 - 0.51}{2}$$

$$E_c = 0.075m$$

Altura de la cámara de calentamiento reemplaza Ec 13

$$h_c=0,66+0,075$$

$$h_c=0,74m$$

Calculo del volumen total del reactor se utiliza Ec 14

$$V_t = \pi * \left(\frac{0.66}{2}\right)^2 * 0.74$$

$$V_t=0,25 m$$

Calculo del volumen de la cámara de calentamiento reemplaza Ec 15

$$V_c=0,25-0,14$$

$$V_c = 0.11m^3$$

4.4.3.3 Destilación

Para el proceso de destilación se debe tomar en cuenta la temperatura y presión del equipo, posee varias variables que pueden dañar nuestro proceso y que al destilar alcohol con una temperatura muy baja se puede obtener metanol en lugar de etanol, que puede ser nocivo para la salud de las personas.

Cálculo del balance de masa se utiliza la **ec.16** para las torres de destilación

$$W = 54,2 \text{ kg/h}$$

Calculo del balance parcial de la masa del alcohol se despeja el destilado con l Ec.17

$$D = 6,038 \text{ kg/h}$$

Calculo de la capacidad calorífica media utilizando la Ec.18

$$(\overline{Cp})_{final} = 0,629 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}}$$

Balance para el condensador utilizamos la Ec.19

$$\dot{m}_{MEZCLA} = \frac{3.17 * 1.003 (25 - 20)}{0,629(77 - 70)}$$
$$\dot{m}_{MEZCLA} = 3.61 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Se reemplaza en la Ec. 20

$$Q = 3.61 * 1.0003 * (25 - 20)$$
$$Q = 280.55 \text{ Kcal/h}$$

Calculo de la entalpía de alimentación se utiliza la formula general de entalpía Ec 21

$$H_F = (60) * (0,629) * (25 - 20)$$
$$H_F = 80,7 \text{ kcal/mol}$$

Calculo de la entalpía del destilado se utiliza Ec 21

$$H_D = 6.038 * 0,629(77 - 70)$$
$$H_D = 26,585 \text{ kcal/mol}$$

Calculo de la entalpía del residuo se utiliza Ec 21

$$H_W = 54.2 * 1.0003 (77 - 70)$$
$$H_W = 238.64 \text{ kcal/mol}$$

Calculo del rendimiento de la columna se utiliza Ec 22

$$\text{Rendimiento} = \frac{384}{500} * 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 76,8 \%$$

Calculo del calor perdido se utiliza Ec 23

$$Q_{\text{sale}} = \Delta H = 238,64 + (26,585) - (80,7)$$

$$Q_{\text{sale}} = 184,53 \text{ kcal/mol}$$

Calculo de la eficiencia del equipo se utiliza Ec 24

$$\text{Eficiencia} = \frac{280,55 - 184,53}{280,55} * 100\%$$

$$\text{Eficiencia} = 34,22 \%$$

CONCLUSIONES

Se diseñó el proceso para la obtención de alcohol a partir de *Eugenia stipitata* a 85 G.L.

Para medir la cantidad correcta de azúcar para la mezcla en el tanque de fermentación los grados Brix serán de 8,8 al inicio del proceso de fermentación.

La levadura utilizada en los procesos industriales es la *Saccharomyces Cerevisiae*, siendo un hongo unicelular por su efectividad y costo se recomienda a nivel industrial.

Las variables que se determinan para el proceso son los grados Brix y Gay-Lussac, la cantidad de grados Brix debe ser de 8,8 y de grados Gay-Lussac de 15.

Al realizar la validación del proceso cumple con nuestro objetivo principal el de obtener alcohol a 85 G.L, los datos obtenidos son reales y puedan utilizarse como fuente de información para futuras investigaciones.

RECOMENDACIONES

Si se desea eliminar la pérdida de la fruta es necesario crear nuevo producto que puedan ser vendidos solo dando un valor agregado se logrará minimizar el desperdicio.

La cantidad de azúcar utilizado en la segunda prueba es doble utilizado en la primera influyendo para la fermentación si se excede esta cantidad las levaduras no convierten el azúcar en alcohol o a su vez cuando hay muy poca cantidad de azúcar no se obtiene el producto deseado. Una vez obtenido el alcohol es necesario envasarlo en recipiente de vidrio libre de componentes extraños y taparlo muy bien y que puede evaporarse al medio ambiente

Se debe tomar la información recabada en esta investigación como punto de partida para futuras investigaciones que continúen utilizando la fruta siendo la industria de alimentos la posible siguiente línea de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Asociación Colombiana de frutas y hortalizas de Colombia. [En línea] *Arazá, producto de exportación.* [En línea] 2012. [Consulta: 2017-03-15]. Disponible en: <http://www.asohofrucol.com.co/>.

A.KRÜSS. *Refractometro*. Germany : Kronos optronic germany, 2010. [Consulta: 2017-06-12]. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Refract%C3%B3metro>

ANONIMO. OPERACIONES UNITARIAS. *LICOR DE ARAZA.* [En línea] [Citado el: 21 de OCTUBRE de 2015.] Disponible en: <http://secretosabuela.webcindario.com/informacion/araza.html>.

Araza.sas. *Weebly.* [En línea] [Citado el: 2 de 11 de 2016.] Disponible en: <http://arazasas.weebly.com/araza.html>.

BRITO, HANNIBAL. Operaciones unitarias. *Toreros de destilación.* [En línea]. 2005. [Consulta: 2017-03-15]. Disponible en: <http://operaciones-unitarias-1.wikispaces.com/Tipos+de+Destilacion>.

MORENO ÁVILA, Andrés Sebastián & TOSCANO GAVILANES, Cristian Jefferson. Implementación de un sistema de enfriamiento para la torre de destilación del laboratorio de procesos industriales, Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ciencias. *Torres de destilación.* Destilación por arrastre de vapor. [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.2017. pp. 50-65. [Consulta: 2017-06-12]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7891>

CARAZO, VICTOR. Arazá(Eugenia Stipitata). *Cultivo y utilización.* [En línea] 2009. [Consulta: 2017-06-12]. Disponible en: http://www.otca.info/portal/admin/_upload/publicacoes/SPT-TCA-VEN-SN-araza.pdf.

COLEMAN Esteban. Tradiciones Colombianas "Innovación de lo Nuestro" . *Pulpa orgnicas de arazá.* [En línea] 2005. [Consulta: 2017-06-12]. Disponible en: <http://www.tradicionescolombianas.com/index.php?lang=esp&objeto=8.,Colombi.,2013>.

ESCOBAR, Carlos.. el cultivo de arazá. *Corpoica regional 10*. [En línea] 2009. [Consulta: 2017-03-15]. Disponible en: http://digitool.gsl.com.mx:1801/webclient/StreamGate?folder_id=0&dvs=1522031308047~903.

ESTEVEN, James. Grados Gay Lussac. *Alcoholimetro*. [En línea] 2008. [Consulta: 2017-07-01]. Disponible en: <http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/539383>.

GONZALES, Jorge. cultivo de arazá en sistemas de produccion. *PROPAGACIÓN DE ARAZÁ*. [En línea] 2005. [Consulta: 2017-06-15]. Disponible en: http://digitool.gsl.com.mx:1801/webclient/StreamGate?folder_id=0&dvs=1522031308047~903.

JAIRO MOSQUERA, Miguel Menendez. Alcohol etílico. *Un tóxico de alto riesgo para la salud humana socialmente aceptado*. [En línea] 2006. [Consulta: 2017-09-16]. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revfacmed/article/viewFile/23096/23864>.

JARÍN, Pablo. Mecánica de fluidos. *Densidad*. [En línea] 2010. [Consulta: 2017-04-12]. Disponible en: <http://www.elaula.es/files/fluidos.pdf>.

JARA CABRERA, William Xavier. Producción de Queso Andino Con Diferentes Niveles de Mermelada de Eugenia Stipitata Sororia (Arazá). [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2014. pp. 20-30. [Consulta: 2017-06-12]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3004>

LÓPEZ SALAZAR, E. L., & OBANDO CUADROS, M. I. Elaboración de una bebida a partir de extracto de sábila (aloe vera) y membrillo (cydonia oblonga). *diseño de una licuadora industrial*. [En línea] 2016. [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2014. pp. 30-45 [Consulta: 2017-06-12]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3817>

López, Leslie. *Determinación de la composición química y actividad antioxidante*. Colombia. 2010. [En línea] pág. 21. Consulta: 2017-06-12]. Disponible en: <http://www.alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/45>,

HERNANDEZ M.S., FERNANDEZ-TRUJILLO. J. Fruta de araza. [En línea] 2004. Postharvest quality maintenance guidelines. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – Sinchi. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. □ Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología. 2006. PP. 27-45. [Consulta: 2017-10-20]. Disponible en: https://www.sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/araza_2web.pdf

MARTIN, Ana de. Control del Metabolismo . *Saccharomyces Cerevisiae*. [En línea] 2005. [Consulta: 2017-12-22]. Disponible en: <https://hera.ugr.es/tesisugr/15792390.pdf>.

MOYANO BARAHONA, Angel Geovanny & QUISINGO TOASA, Oscar Enrique. Realizar el Diseño y Construcción de un Fermentador para producción de alcohol a partir de la remolacha. [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.2015. pp. 50-60. [Consulta: 2017-10-20]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4746>

PENDALIS, Patrick. Soluciones químicas. *Concentración definición*. [En línea] 2014. [Consulta: 2017-10-02]. Disponible en: <http://solucionesquimikasin.galeon.com/concensolu.html>.

PEREZ, Guillermo. Espectrometría. *espectrometría infrarroja*. [En línea] 2010. [Consulta: 2017-10-20]. Disponible en: https://www.espectrometria.com/espectrometra_infrarroja.

PINEDO, M, GONZALES, J y DELGDO DE LA FLOR, F. Programa de investigación de cultivos tropicales. *Descriptor de arazá*. [En línea] [Citado el: 12 de 10 de 2016.] <http://www4.congreso.gob.pe/comisiones/1999/ciencia/cd/inia/inia-i4/inia-i4-07.htm>.

TREBAL, Robert. Las operaciones de transferencia de masa. [En línea]. *Operaciones de transferencia de masa. Ingeniería química*. México : McGraw Hill, 1988, pp 58. [Consulta: 2017-04-10]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/miguelangelgranadamejia/termodinamica-cengel7th-55364614>

STUART, Bárbara. Espectrometría infrarrojo. *Usos y Aplicaciones*. [En línea] 2004. [Consulta: 2017-04-10]. Disponible en: <https://www.lifeder.com/espectroscopia-infrarroja/>.

VARGAS, Oscar. Sabrosurs del arazá. *Arazá frut amazónica*. [En línea]2013. [Consulta: 2017-10-20]. Disponible en: <http://sabrosurasdelaraza.blogspot.com/2013/05/araza-mas-que-una-simple-fruta.htm>.

VERDEZOTO CESÉN, Odalys Bellanid. Utilización de *Eugenia stipitata* (Arazá) para la elaboración de leche de vaca, saborizada. [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.2015. pp. 30-35. [Consulta: 2017-04-10]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/3845>

VÍCTOR CARAZO, Gustavo de Anda. Arazá (*Eugenia stipitata*). *Cultivo y Utilización*. [En línea] 2001. [Consulta: 2017-01-11]. Disponible en: http://www.otca.info/portal/admin/_upload/publicacoes/SPT-TCA-VEN-SN-araza.pdf.

ANEXOS

Anexo A Análisis de la materia prima *Eugenia Stipitata* (Arazá)

Anexo B Formato para recolección de muestras

Anexo C NTE INEN 340

Anexo D Ingredientes para la obtención de alcohol

Anexo E Equipos utilizados para la obtención

Anexo F Validación del proceso

Anexo A

SAQMIC
Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos
en Aguas y Alimentos

EXAMEN BROMATOLOGICO DE ALIMENTOS

CÓDIGO 158-16

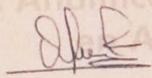
CLIENTE: Srta. Mayra López	TELÉFONO: 0983072475
DIRECCIÓN: Barrio 20 de diciembre	
TIPO DE MUESTRA: Jugo de arazá	
FECHA DE RECEPCIÓN: 12 de julio del 2016	
FECHA DE MUESTREO: 12 de julio del 2016	

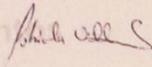
EXAMEN FISICO
COLOR: Amarillo oscuro
OLOR: Característico
ASPECTO: Normal, libre de material extraño

PARÁMETROS	MÉTODO	RESULTADO
Azucars %	INEN 398	9.80
Fibra %	INEN 522	0.19
Sólidos Totales %	INEN 14	12.10
Cenizas %	INEN 14	0.18

OBSERVACIONES:

FECHA DE ANÁLISIS: 15 de julio del 2016
FECHA DE ENTREGA : 20 de julio del 2016
RESPONSABLES:


Dra. Gina Álvarez R.


Dra. Fabiola Villa S.

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.
Las muestras son receptados en laboratorio.

Dirección: Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes
Contáctanos: 0998580374 - 032942322 ó 0984648617
Riobamba - Ecuador

Anexo B

PROCESO		
FECHA DE INICIO		FECHA DE FINALIZACION
MUESTRAS	° BRIX	TEMPERATURA (° C)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

PROCESO		
FECHA DE INICIO		FECHA DE FINALIZACION
	GAY-LUSSAC	TEMPERATURA (° C)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Anexo C



Quito – Ecuador

NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA

NTE INEN 375
Tercera revisión

**BEBIDAS ALCOHÓLICAS. ALCOHOL ETÍLICO DE ORIGEN
AGRÍCOLA. REQUISITOS**

ALCOHOLIC BEVERAGES. ETHYL ALCOHOL OF AGRICULTURAL ORIGIN. REQUIREMENTS

BEBIDAS ALCOHÓLICAS ALCOHOL ETÍLICO DE ORIGEN AGRÍCOLA REQUISITOS

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

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

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son indispensables para la aplicación de este documento. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición (incluyendo cualquier enmienda).

CPE INEN-CODEX CAC/GL-50, *Directrices generales sobre muestreo*

NTE INEN 338, *Bebidas alcohólicas. Definiciones*

NTE INEN 340, *Bebidas alcohólicas. Determinación del contenido de alcohol etílico. Método del alcoholímetro de vidrio*

NTE INEN 341, *Bebidas alcohólicas. Determinación de la acidez*

NTE INEN 2014, *Bebidas alcohólicas. Determinación de los productos congéneres por cromatografía de gases*

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, se adoptan las siguientes definiciones contempladas en NTE INEN 338 y la que a continuación se detalla:

3.1

alcohol etílico de origen agrícola

Producto obtenido mediante la destilación y la rectificación de mostos provenientes únicamente de la fermentación alcohólica de materias primas de origen agrícola de naturaleza azucarada o amilácea; así como también de la rectificación de aguardientes o de destilados alcohólicos simples.

4. CLASIFICACIÓN

El alcohol etílico de origen agrícola se clasifica en:

4.1. Alcohol extraneutro

Alcohol etílico de origen agrícola con un grado alcohólico mínimo de 96 % fracción volumétrica y cuyo contenido total de congéneres se especifica en la Tabla 1.

4.2. Alcohol neutro

Alcohol etílico de origen agrícola con un grado alcohólico mínimo de 95 % fracción volumétrica y cuyo contenido total de congéneres se especifica en la Tabla 1.

5. REQUISITOS

El alcohol etílico de origen agrícola debe cumplir con los siguientes requisitos:

5.1 Tener aspecto transparente e incoloro;

5.2 No tener sabores ni olores extraños;

5.2 Cumplir con los requisitos físicos y químicos establecidos en la Tabla 1.

TABLA 1. Requisitos físicos y químicos para el alcohol etílico de origen agrícola

Requisito	Unidad	Alcohol extraneutro		Alcohol neutro		Método de ensayo
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
Alcohol, fracción volumétrica	%	96	-	95	-	NTE INEN 340
Acidez total, como ácido acético	mg/100 cm ³ (*)	-	1,5	-	3,0	NTE INEN 341
Ésteres, como acetato de etilo	mg/100 cm ³ (*)		1,3	-	5,0	NTE INEN 2014
Aldehídos, como etanal	mg/100 cm ³ (*)		0,2	-	2,0	NTE INEN 2014
Furfural	mg/100 cm ³ (*)	-	0,01	-	0,01	NTE INEN 2014
Metanol	mg/100 cm ³ (*)	-	1,5		10,0	NTE INEN 2014
Alcoholes superiores **	mg/100 cm ³ (*)	-	0,7	-	3,0	NTE INEN 2014

* El volumen de 100 cm³ corresponde al alcohol absoluto
 ** Los alcoholes superiores comprenden: isopropanol, propanol, isobutanol, isoamílico, amílico.

5. MUESTREO

El número de unidades de muestra y los criterios sobre el nivel aceptable de calidad pueden determinarse de acuerdo con los planes de muestreo para características químicas y físicas establecidas en CPE INEN-CODEX CAC/GL 50.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 375	TÍTULO: BEBIDAS ALCOHÓLICAS. ALCOHOL ETÍLICO DE ORIGEN AGRÍCOLA. REQUISITOS	Código ICS: 67.160.10
-----------------------------------	--	---------------------------------

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación por Consejo Directivo 1994-09-05 Oficialización con el Carácter de Obligatorio por Acuerdo Ministerial No. 293 de 1994-09-28 publicado en el Registro Oficial No. 545 de 1994-10-11 Fecha de iniciación del estudio: 2017-08-01
--	---

Fechas de consulta pública:

Comité Técnico de Normalización: Bebidas alcohólicas	
Fecha de iniciación: 2017-09-06	Fecha de aprobación: 2017-09-06
Integrantes del Comité:	

NOMBRES:	INSTITUCIÓN REPRESENTADA:
Alberto Salvador (Presidente)	ALCOPESA S.A./DESTILEC
Carla Rosero Jurado	LICORAM
Antonella Furlato	APRODILEC
Carolina Guayanlema	ARCSA
Eduardo Yépez	MIRRO
Rodrigo Valle	ILA S.A
Mercedes Reino	PRODUCARGO S.A
Ana Mera (Secretaria Técnica)	DIRECCIÓN TÉCNICA DE NORMALIZACIÓN

Otros trámites: Esta NTE INEN 375:2017 reemplaza a la NTE INEN 375:1987 (Segunda revisión) y a la NTE INEN 1675:2013 (Primera revisión).

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma.

Oficializada como:	Por Resolución No.	Registro Oficial
No.		

Anexo D



NOTAS

- A. Arazá
- B. Semillas eliminadas
- C. Pulpa de arazá
- D. Azúcar
- E. Levadura
- F. Agua potable

CATEGORIA DEL DIAGRAMA

- CERTIFICADO
- APROBADO
- POR APROBAR
- POR CALIFICAR
- POR VERIFICAR

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE
CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA

REALIZADO POR:
LOPEZ SANTANDER MAYRA BELEN

Diseño del proceso para la
obtención de alcohol a partir de
Eugenia Stipitata

ESCALA
1:1

FECHA
Marzo 2018

LAMINA
1

Anexo E



A.



B.



C.



D.



E.

NOTAS

- A. Licuadora industrial
- B. Fermentador
- C. Refractómetro
- D. Caldera
- E. Torre de destilación

CATEGORIA DEL DIAGRAMA



- CERTIFICADO
- APROBADO
- POR APROBAR
- POR CALIFICAR
- POR VERIFICAR



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
REALIZADO POR:
LOPEZ SANTANDER MAYRA BELEN

Diseño del proceso para la obtención de alcohol a partir de *Eugenia Stipitata*

ESCALA	FECHA	LAMINA
1:1	Marzo 2018	1

Anexo F



ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS - LABORATORIO DE PROCESOS INDUSTRIALES

A petición verbal de la
parte interesada

CERTIFICO

Que la Srta. Mayra Belén López Santander, con CI 0604226654 egresada de la Carrera de Ingeniería Química, ha culminado el trabajo de titulación en el laboratorio de Procesos Industriales con el tema "DISEÑO DEL PROCESO INDUSTRIAL PARA LA OBTENCIÓN DE ALCOHOL A PARTIR DE EUGENIA STIPITATA", TIPO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, pudiendo hacer uso de la presente como a bien tuviere.

Riobamba a, 16 de Octubre de 2017.



Ing. Teobaldo Pantoja
TECNICO DOCENTE
LAB. PROCESOS INDUSTRIALES
LAB. OPERACIONES UNITARIAS
LAB. INVESTIGACIÓN