



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA OBTENCIÓN DE
BIOETANOL A PARTIR DE LACTOSUERO DESTINADO A LA
ELABORACIÓN DE PERFUMES”**

TIPO DE TRABAJO DE TITULACIÓN: PROYECTOS TÉCNICOS

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO QUÍMICO

AUTOR: JOSÉ EDUARDO CARGUA ALCOCER

TUTOR: INGENIERO HANNIBAL BRITO

RIOBAMBA-ECUADOR

2017

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal de Trabajo de titulación certifica que: el presente trabajo de titulación **“DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA OBTENCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE LACTOSUERO DESTINADO A LA ELABORACIÓN DE PERFUMES”**, de responsabilidad del señor José Eduardo Cargua Alcocer, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Hanníbal Brito

DIRECTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN

Ing. Paúl Palmay

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, José Eduardo Cargua Alcocer, 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 citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación

Riobamba, Julio del 2017

José Eduardo Cargua Alcocer

Cedula de Identidad 060418085-1

“Yo, José Eduardo Cargua Alcocer, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este trabajo de titulación, y el patrimonio intelectual trabajo de titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”

JOSÉ EDUARDO CARGUA ALCOCER

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a DIOS por darme la sabiduría para poder terminar mis estudios, a mis padres, familiares y amigos que estuvieron ahí cuando más los necesite y por los ánimos y apoyo que me brindaron.

Un agradecimiento muy especial al Ing. Hannibal Brito por ayudarme con sus conocimientos durante la realización del presente trabajo de tesis.

Y un sincero agradecimiento al Ing. Paúl Palmay por su dedicación y apoyo que me brindado en el desarrollo del presente trabajo de tesis.

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a DIOS porque todo lo que soy es gracias a él, por protegerme durante mis estudios y darme las fuerzas cuando ya me daba por rendido, también para mis padres y familiares que gracias a su cariño y amor me supieron alentar para poder seguir adelante y poder culminar mis estudios.

ÍNDICE DE CONTENIDO	Pp
PORTADA.....	I
DERECHO DE AUTOR.....	II
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	III
CERTIFICACION.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
TABLA DE CONTENIDO DE ANEXOS.....	XV
TABLA DE CONTENIDO DE FIGURAS.....	XVI
TABLA DE CONTENIDO DE GRAFICOS.....	XVII
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	XVIII
RESUMEN.....	XXI
SUMARY.....	XXII
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	3
JUSTIFICACIÓN.....	4
CAPITULO I	
1.1. Identificación del problema.....	5

1.2	Justificación del proyecto	6
1.3	Línea de base Del Proyecto	6
1.4	Beneficiarios directos e indirectos	7
1.4.1	Beneficiarios Directos:	7
1.4.2	Beneficiarios Indirectos:	7

CAPITULO II

2.1.	General.....	8
2.2.	Específicos	8

CAPITULO III

3.1.	Localización del proyecto.....	9
3.2.1.	Alcohol Fermentado	9
3.2.1.1.	Etanol	10
3.2.1.2.	Utilización del etanol.....	10
3.2.1.3.	Lactosuero (suero de la leche)	11
3.2.1.4.	Cómo se obtiene el suero de leche	11
3.2.1.5.	Tipos de lactosuero de leche.	11
3.2.1.6.	Lactosuero de leche ácido.....	12
3.2.1.7.	Lactosuero de leche azucarado.	12
3.2.1.8.	Propiedades físico-químicas del lactosuero	12

3.2.1.9.	Información nutricional	13
3.2.1.10.	Beneficios.....	13
3.2.1.11.	Usos y aplicaciones para el suero de leche	14
3.2.2.	Fermentación	14
3.2.2.1.	Microorganismos.....	14
3.2.2.2.	Características generales de los microorganismos	15
3.2.2.3.	Bacterias fermentativas o levaduras.....	15
3.2.2.4.	La fermentación alcohólica.....	16
3.2.2.5.	Mecanismos de fermentación	16
3.2.2.6.	Vías de Fermentación	17
3.2.2.7.	Fermentación butírica.....	17
3.2.2.8.	Fermentación de la glicerina.....	17
3.2.2.9.	Fermentación pútrida.....	17
3.2.2.10.	Fermentación láctica.....	18
3.2.2.11.	Formación de etanol por levaduras	18
3.2.2.12.	Aspectos generales de los procesos de fermentación.....	19
3.2.2.13.	Cálculos del fermentador.....	19
3.2.2.14.	Dimensionado del equipo	19
3.2.2.15.	Determinación del diámetro interno del reactor.....	20
3.2.3.16.	Determinación de la altura del reactor	20
3.2.2.17.	Aplicación de factores de seguridad	21

3.2.2.18.	Determinación del volumen máximo del reactor	21
3.2.2.19.	Dimensionamiento del sistema de mezclado	21
3.2.2.20.	Diámetro total de las paletas.....	22
3.2.2.21.	Altura de las paletas.....	22
3.2.2.22.	Ancho de las paletas	23
3.2.2.22.	Largo de las paletas	23
3.2.2.23.	Ancho de las placas deflectoras	23
3.2.2.24.	Cámara de calefacción.....	23
3.2.2.25.	Diámetro de la chaqueta de calentamiento	24
3.2.2.26.	Espesor de la cámara de calentamiento.....	24
3.2.2.27.	Altura de la cámara de calentamiento	24
3.2.2.28.	Calculo del volumen total del reactor	24
3.2.2.29.	Calculo del volumen de la cámara de calentamiento	24
3.2.2.30.	Balace de materia.....	25
3.2.3.	Temperatura	26
3.2.4.	pH.....	26
3.2.5.	Inhibidores.....	26
3.2.5.1.	Concentración inicial de azúcares.....	26
3.2.5.2.	Vapor del caldero	27
3.2.5.3.	Cálculo del flujo de calor suministrado	27
3.2.6.	Proceso de destilación.	28

3.2.6.1.	Tipos de destilado.....	28
3.2.6.2.	Destilación fraccionada.	29
3.2.6.3.	Destilación por vapor.	27
3.2.6.4.	Destilación al vacío..	28
3.2.6.5.	Destilación molecular centrífuga... ..	28
3.2.6.6.	Sublimación.....	28
3.2.6.7.	Destilación destructiva.	28
3.2.6.8.	Columna de destilacion	28
3.2.6.9.	Tipos de platos.....	31
3.2.6.10.	Columna de platos.....	31
3.2.6.11.	Capacidad de una columna de platos.....	32
3.2.7.	Diseño.....	32
3.2.7.1.	Calculo del calor latente medio.....	32
3.2.7.2.	Cálculo del parámetro de alimentación.....	33
3.2.7.3.	Calculo de la pendiente.....	34
3.2.7.4.	Curva de equilibrio.....	34
3.2.7.5.	Recta de alimentación.....	34
3.2.7.6.	Cálculo de la relación de reflujo mínimo.....	35
3.2.7.7.	Cálculo de la relación de reflujo total.....	35
3.2.7.8.	Calculo de la temperatura promedio de la columna.....	36
3.2.8.	Zona de agotamiento.....	36

3.2.8.1.	Cálculo del caudal de vapor medio.....	36
3.2.8.2.	Cálculo de la longitud.....	37
3.2.9.	Destilacion.....	37
3.2.9.1.	Cálculo del balance de masa.....	37
3.2.9.2.	Cálculo del balance parcial de la masa del alcohol.....	38
3.2.9.3.	Cálculo de la capacidad calorífica media.....	38
3.2.10.	Balance de energia.....	39
3.2.10.1.	Balance para el condensador.....	39
3.2.10.2.	Balance global de energia.....	39
3.2.10.3.	Cálculo de la entalpia de alimentacion.....	39
3.2.10.4.	Cálculo de la entalpia del residuo.....	40
3.2.11.	Datos experimentales de la destilacion.....	40
3.2.11.1.	Datos adicionales.....	40
3.2.11.2.	Datos adicionales.....	41
3.2.12.	Cálculo especifico.....	41
3.2.12.1.	Cálculo de la entalpia del destilado.....	41
3.2.12.2.	Cálculo de la entalpia del residuo.....	41
3.2.12.3.	Cálculo del rendimiento de la columna.....	41
3.2.12.4.	Cálculo del calor perdido.....	42
3.2.12.5.	Cálculo de la eficiencia del quipo.....	42
3.2.13.	Obtención de etanol a partir de lactosuero.....	42

3.2.14.	Almacenamiento de etanol.....	43
3.2.15.	Perfume.....	44
3.3.	CÁLCULOS.....	45
3.3.1.	Cálculos del fermentador.....	45
3.3.2.	Cámara de calefaccion.....	47
3.3.3.	Balance de materia.....	48
3.3.4.	Balance de energia.....	49
3.3.5.	Cálculos del caldero.....	51
3.3.6.	Diseño del destilado.....	52
3.3.7.	Cálculos del destilado.....	55
3.4.	Proceso de produccion.....	58
3.4.1.	Diagrama de fujo.....	58
3.4.2.	Análisis y resultados.....	59
3.4.3.	Calidad de producto terminado.....	62
3.4.4.	Elaboración del perfume.....	63
3.5.	Propuesta.....	65
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACION.....	68
	Conclusiones.....	68
	Recomendaciones.....	69

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

TABLA DE CONTENIDO DE ANEXOS

ANEXO	CONTENIDO	Pp
ANEXO A:	Análisis físico-químico y microbiológico del lactosuero	72
ANEXO B:	Análisis físico-químico y microbiológico del lactosuero.....	73
ANEXO C:	Análisis físico-químico y microbiológico del lactosuero	74
ANEXO D:	Preparación del mosto.....	75
ANEXO G:	Equipos.....	76
ANEXO H:	Grados alcohólicos (°GL)	77
ANEXO I:	Calentamiento de la torre de destilación.....	78
ANEXO K:	Alcohol obtenido.....	79
ANEXO L:	Materiales para la elaboración del perfume	80
ANEXO M:	Preparación del perfume	81
ANEXO N:	Perfume.....	82
ANEXO O:	Análisis del lactosuero	83
ANEXO P:	Análisis del lactosuero.....	84
ANEXO Q:	Validación del perfume.....	85
ANEXO R:	Validación del perfume	86

FIGURAS	CONTENIDO	Pp
Figura 1-3:	Fermentado del lactosuero en el laboratorio de Procesos Industriales	11
Figura 2-3:	Fermentador en el laboratorio de Procesos Industriales.....	13
Figura 3. 3:	Morfología de una Levadura.....	14
Figura 4.3:	Transformación de la glucosa	15
Figura 5-3:	Fermentación láctica en el laboratorio de Procesos Industriales	17
Figura 6-3.	Mecanismo de fermentación por <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	18
Figura 7-3:	Esquema del sistema de mezclado.....	20
Figura 8-3:	Torre de destilación en el laboratorio de Procesos Industriales	29
Figura 9-3:	Control de temperatura	30
Figura 10-3:	Alcohol obtenido laboratorio de Procesos Industriales	44
Figura 11-3:	Elaboración del perfume en el laboratorio de Procesos Industriales	45
Figura 12-3	Grados alcohólicos obtenidos del destilado.	63
Figura 13.3	Realización del perfume.....	64
Figura 14.3	Perfume.....	65

TABLA DE CONTENIDO DE TABLAS

TABLA	CONTENIDO	Pp
Tabla 1-3:	Propiedades Físicas del Etanol.....	10
Tabla 2-3:	Tipos de suero según su acidez	12
Tabla 3-3:	Composición del lactosuero dulce y ácido	13
Tabla 4-3:	Dimensiones para el sistema de mezclado.....	20
Tabla 3-5:	Condiciones de alimentación	32
Tabla 6-3:	Datos experimentales de la torre de destilación	40
Tabla 7-3:	Datos Adicionales de la destilación	41
Tabla 8-3:	Corrientes de alimentación y descarga en el equipo.....	49
Tabla 9-3:	Datos de temperatura	54
Tabla 10-3:	Resultados de la Determinación de la Velocidad de Sedimentación	64
Tabla 11-3:	Costos para la implementación de la planta de producción.....	68

INDICE ECUACIONES

Pp

Ecuación 1-3:	Determinación del diámetro interno del reactor.....	48
Ecuación 2-3:	Determinación de la altura del reactor.....	49
Ecuación 3-3:	Aplicación del factor de seguridad.....	49
Ecuación 4-3:	Aplicación del factor de seguridad.....	49
Ecuación 5-3:	Determinación del volumen máximo del reactor.....	49
Ecuación 6-3:	Dimensionamiento del sistema de mezclado.....	49
Ecuación 7-3:	Altura de las paletas desde el fondo del reactor hasta la mitad de las láminas.....	50
Ecuación 8-3:	Ancho de las paletas.....	50
Ecuación 9-3:	Largo de las paletas.....	50
Ecuación 10-3:	Ancho de las placas deflectoras.....	50
Ecuación 11-3:	Diámetro de la chaqueta de calentamiento.....	51
Ecuación 12-3:	Espesor de la cámara de calentamiento.....	51
Ecuación 13-3:	Altura de la cámara de calentamiento.....	51
Ecuación 14-3:	Calculo del volumen total del reactor.....	51
Ecuación 15-3:	Calculo del volumen de la cámara de calentamiento.....	52
Ecuación 16-3:	Balance de materia.....	52
Ecuación 17-3:	Determinación del régimen de flujo.....	53
Ecuación 18-3:	Determinación del régimen de flujo.....	53
Ecuación 19-3:	Determinación del régimen de flujo.....	53

Ecuación 20-3:	Determinación del calor perdido.....	54
Ecuación 21-3:	Calculo de la energía total suministrada al equipo.....	54
Ecuación 22-3:	Cálculo del flujo del calor de suministrado.....	54
Ecuación 23-3:	Flujos del calor total que sale de la caldera.....	55
Ecuación 24-3:	Coefficiente global de transferencia de calor.....	55
Ecuación 25-3:	Cálculo del calor latente medio (λ_f).....	55
Ecuación 26-3:	Cálculo del parámetro de alimentación.....	56
Ecuación 27-3:	Cálculo de la pendiente.....	56
Ecuación 28-3:	Cálculo de la relación de reflujo mínimo.....	56
Ecuación 29-3:	Cálculo o de la relación de reflujo total.....	57
Ecuación 30-3:	Cálculo de la temperatura promedio de la columna.....	57
Ecuación 31-3:	Cálculo del caudal de vapor.....	58
Ecuación 32-3:	Cálculo del caudal de vapor medio.....	58
Ecuación 33-3:	Cálculo de la Longitud.....	58
Ecuación 34-3:	Cálculo del balance de masa.....	58
Ecuación 35-3:	Calculo del balance parcial de la masa del alcohol.....	59
Ecuación 36-3:	Calculo de la capacidad calorífica media.....	59
Ecuación 37-3:	Balance para el condensador.....	59
Ecuación 38-3:	Cálculo del Calor Suministrado.....	60
Ecuación 39-3:	Calculo de la entalpía de alimentación.....	60
Ecuación 40-3:	Cálculo de la Entalpía del Residuo.....	60

ABREVIATURA	SIGNIFICADO
°Brix	Grados Brix
°C	Grados centígrados
C_{pi}	Capacidad calorífica $Kcal/Kg C$
CST	Contenido de solidos totales, (%)
D	Destilado
d	Diámetro (m)
D	Diámetro del reactor, (m)
Da	Diámetro total de las paletas, (m)
Dc	Diámetro de la chaqueta de calefacción, (m)
D	Flujo del destilado
E	Energía,(J)
Ec	Espesor de la cámara de calentamiento, (m)
F	Alimentación
F	Flujo de alimentación
f	Flujo molar,(mol/h)
°GL	Grados Gay Lussac
H	Altura de las paletas, (m)
hr	Altura real, (m)
ht	Altura teórica, (m)Factor de seguridad

<i>hfs</i>	Altura de la cámara de calentamiento, (m)
<i>hc</i>	Entalpía (KJ/Kg), altura(m)
<i>J</i>	Ancho de las placas deflectoras, (m)
<i>K</i>	Constante de velocidad
<i>NRE</i>	Número de Reynold
<i>Q</i>	Calor, (J)
<i>R</i>	Radio, (m)
<i>rf</i>	Velocidad de reacción de la fermentación (mol/L*h)
<i>T_{a1}</i>	Temperatura de alimentación (agua) al refrigerante
<i>T_{a2}</i>	Temperatura de (agua) al refrigerante
<i>T_{D1}</i>	Temperatura de destilación
<i>T_{D2}</i>	Temperatura alimentación (fermentado)
<i>T_{F1}</i>	Temperatura de salida (etanol)
<i>T_{F2}</i>	Tiempo, (s)
<i>t</i>	Tiempo de residencia, (s)
<i>τ</i>	Viscosidad,(Pa*s)
<i>μ</i>	Volumen, (L)
<i>V</i>	Volumen de alimentación (mL/ h)
<i>V_{entrada}</i>	Volumen de destilado (mL/ h)
<i>V_{salida}</i>	Flujo de la corriente de fondo (residuo)

ÍNDICE DE SÍMBOLOS

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
λ	Calor latente de vaporización (J/Kg)
ε	Coefficiente de emisividad
\varnothing	Diámetro
ρ	Densidad (Kg/m^3)
Φ	Humedad relativa $Kg H_2O/Kg as$
α_p	Humedad remanente de la gota (Kg)
α_r	Humedad removida de la gota cuando se alcanza el punto crítico
Δ	Media logarítmica ($^{\circ}C$)
π	Pi
%	Porcentaje
Σ	Sumatoria
γ	Tensión superficial, constante de Stefan-Boltzmann
ΔT	Variación de temperatura a la entrada y salida ($^{\circ}C$)
μ	Viscosidad dinámica (cP)

RESUMEN

Se realizó el diseño de un proceso industrial para la obtención de bioetanol a partir de lactosuero destinado a la elaboración de perfumes, este proceso de obtención fue elaborado para la empresa láctea San José del sector Chambo, en conjunto con la Escuela de Ingeniería Química Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Para utilizar el fermentador filtramos el lactosuero 30 litros y procedemos a preparar el mosto (90% de lactosuero, 5% de azúcar, 5% de levadura) , insertamos en el fermentador durante 30 días a una temperatura entre 18 °C - 20 °C, finalizando el proceso obtenemos el grado alcohólico del mosto de 2 °GL. Realizado este proceso insertamos en el tanque del destilador, procedemos a prender el caldero y el destilador. Tenemos que controlar el caldero a una presión de 45 a 55 psi para tener un buen vapor, una vez controlado esto procedemos a destilar, debemos controlar la temperatura entre 78°C -90 °C en el destilador. Al finalizar la destilación tenemos el bioetanol a 78 °GL que está en el rango del alcohol industrial, de todo este proceso obtuvimos 3 litros que se puede utilizar para elaborar el perfume (para preparar 180ml de perfume utilizamos, 30 ml de la esencia y 150 ml de bioetanol). El producto se base en la validación del proceso mediante las condiciones físico químicas de los perfumes, según la norma NTE INEN 2867 (2015-03) de los cosméticos. Incentivando a la elaboración de subproductos a partir de lactosuero de leche para elaborar otros productos cosméticos, colonias, labiales, desodorantes, geles, esmaltes. Por lo que se recomienda a la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, que debe rediseñar el fermentador que está en el laboratorio de Procesos Industriales para poder obtener el mosto más rápido ya que este se demora en fermentar.

Palabras claves: <ALCOHOL INDUSTRIAL> <BIOETANOL> <CALDERA DE VAPOR> <CONTROLAR LA TEMPERATURA> <DESTILACIÓN DE BIOETANOL> <EQUIPO DE DESTILACIÓN> <FERMENTACIÓN DEL MOSTO> <GRADOS ALCOHÓLICOS> <LACTOSUERO> <TEMPERATURA> <VAPOR DE AGUA> <INGENIERÍA QUÍMICA>

SUMMARY

The design of an industrial process for the production of bioethanol was designed from the whey destined to the elaboration of perfumes, this process of elaboration was elaborated for the dairy company San Jose of the Chambo sector, in conjunction with the School of Chemical Engineering Faculty of Sciences of the Polytechnic School of Chimborazo. To use the fermenter we filter the 30 liter of whey and proceed to prepare the mosto (90%) of whey, 5% of sugar, 5% of yeast), inset in the fermenter for 15 days at a temperature between 18 °C – 23 °C, ending the process we obtain the alcoholic grade of mosto 2 °GL. After this process is inserted into the tank of the distiller, proceed to turn on the cauldron and the distiller. We have to control the cauldron at a pressure of 45 to 55 psi to have a good steam, once controlled we proceed to distill, we must control the temperature between 78 °C – 90 °C in the distiller. At the end of the distillation we have the bioethanol at 78 °GL which is in the range of industrial alcohol, from this whole process we obtained 3 liters that can be used to make the perfume (to prepare 180 ml of perfume we use, 30 ml of the essence and 150 ml of bioethanol). The product is based on the validation process by the physicochemical conditions of perfumes, according to estándar NTE INEN 2867 (2015-03) cosmetics. Encouraging to the use of sub products from the whey of milk in order to elaborate other products, colonies, lipsticks, deodorants, gels, enamels. I recommend to the dairy company San José the application of bioethanol for the elaboration of the cosmetic products at industrial level.

KEYWORDS: <INDUSTRIAL ALCOHOL>, <BIOETHANOL>, <CAULDRON OF VAPOR>, <TEMPERATURE CONTROL>, <BIOETHANO DISTILLATION>, <DISTILLING EQUIPMENT>, <MOST FERMENTATION>, <ALCOHOLIC GRADES>, <CHEMICAL ENGINEERING>.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años la industria quesera ha ido ampliando su producción por ende se ha incrementado la generación de suero de leche. Hoy en día el suero de leche es utilizado ampliamente como alimento para animales de granja tales como porcinos y terneros, sin embargo a nivel industrial no es empleado para la elaboración de nuevos productos, por lo que el vertido de este efluente se convierte en un contaminante para el ambiente, razón por la cual se ha planteado el Diseño de un proceso industrial para la obtención de bioetanol a partir de lactosuero destinado a la elaboración de perfumes, la materia prima que se utiliza para su elaboración, es el suero de leche, el mismo que es un subproducto de la elaboración del queso.

El presente proyecto se lo realizo en la Planta productora de Quesos “San José” ubicada en el Cantón Chambo, Dicha empresa fue fundada por su propietario el Sr. Eduardo Álvarez en el año 2000. Si bien esta empresa es muy joven, tiende a ser una de las empresas más grandes del Cantón y con objetivos de seguir creciendo a fin de consolidarse en el mercado de productos lácteos como una de las empresas más grandes y de mejor calidad de la provincia.

Esta empresa cuenta con 17 trabajadores internos que laboran en distintas áreas, además de contar con varios proveedores de insumos necesarios e indispensables para la fabricación de quesos y tres proveedores estables de leche fresca, los mismos que son recolectados de los alrededores de la zona, cada uno de ellos entrega un promedio de 200 litros de leche al día, dando un total de más o menos 600 L de leche que se receipta como mínimo todos los días, este valor puede diferir ya que en ocasiones también se receipta varios litros de leche de otros proveedores por diferentes circunstancias.

El suero de leche ha sido y es utilizado en la elaboración de otros tipos de queso, se obtiene este subproducto mediante la coagulación de la caseína, esta es sometida a un tratamiento térmico en presencia de calcio y en condiciones ácidas. Los quesos que se elaboran son ricota, ricottone y requesón. En algunos países Europeos se fabrican quesos tipo Mysost, para esto se utiliza todos los sólidos que se encuentran en el suero de leche.

Otro de los usos que se da al suero es la aplicación en terrenos para riego en sembradíos. Su aplicación en sembradíos da resultados buenos en la producción de maíz, trigo y pasto. Sin embargo actualmente existen algunos profesionales en el área zootécnica debido a los efectos de acidificación que este lactosuero puede tener en el suelo.

A nivel mundial el suero es empleado para la producción de suero en polvo dulce y ácido esto aprovecha todas las proteínas presentes en el suero, es utilizado ampliamente por practicantes de fisicoculturismo y se emplea principalmente en la dieta de este deporte con el objetivo de favorecer el metabolismo.

La producción de bioetanol se realiza a partir de jugos azucarados de productos ricos en ellos o a partir de productos que contienen almidón o inulina a los que previamente hay que hidrolizar para obtener glucosa y/o fructosa que formarán parte del mosto azucarado.

Finalmente se realizó el análisis proximal que dieron como resultado que el alcohol elaborado es apta para la elaboración de perfumes, y cumple la misma función que un alcohol procesado químicamente, la diferencia es que la alcohol propuesto, procede de una fuente natural por ende no produce efectos negativos.

Motivo por el cual esta propuesta será de gran ayuda para la empresa, ya que tendrá un ingreso adicional, al utilizar el lactosuero y convertirlo en otro producto ya que en su mayoría de los casos es considerado con un desecho, y su aprovechamiento disminuirá los impactos ambientales provocados por el vertido de este efluente. (AMBIENTE, 2015).

ANTECEDENTES

La producción mundial del suero de leche proviene en un 92 % de las queserías, y producen anualmente 19 millones de TM de queso y 185 TM de suero de leche, los mayores productores son Europa y Estados Unidos con más del 75 %, por otro lado estudios realizados por el Ministerio de Industrias y Productividad del Ecuador en el año 2013, la producción nacional de leche y los usos de esta corresponden a los siguientes datos:

Leche en cartón 520 630 litros/día (20 %), leche en polvo 286 346 litros/día (11 %), yogurt 260 315 litros/día (10 %), queso 806 976 litros/día (31 %), leche en funda 702 850 litros/día (27 %) y otros 26 031 litros/día (1%). Según esta investigación el mayor uso que se le da a la leche es para la producción de queso, por ende existe una gran disponibilidad de suero de leche. Ecuador produce aproximadamente 645 580 L/ d (80 %) de lactosuero, pero no existen industrias que se dediquen a la elaboración de productos a partir de este, por lo que en la mayoría de los casos es vertido a los efluentes, provocando una gran contaminación ambiental, sin embargo en otros países, es empleado para elaborar bebidas hidratantes, nutricionales, probióticos, alcohol industrial, proteína etc. Su uso se debe a que posee propiedades muy nutritivas que aportan a la dieta alimentaria, al poseer un alto contenido proteico rico en aminoácidos esenciales hacen que este subproducto tenga un valor agregado.

Desde algunos años atrás realizaron estudios a partir del suero de leche, para la elaboración de bebidas en especial tipo isotónicas, a la cual se le han agregado frutas tropicales como el arazá, maracuyá, mango, etc. o microorganismos probióticos como el *Lactobacillus caseína*. Se ha utilizado además para la producción de yogurt, kéfir, proteínas etc. Las investigaciones sobre este tema han sido muy amplias por lo que sus estudios continúan hasta la actualidad. (LECHE)

JUSTIFICACIÓN

Según el Ministerio de Industria y Productividad la elaboración de queso en el Ecuador corresponde a 806 976 litros de leche/día lo que lleva a producir aproximadamente 645 580 litros de suero lácteo/día. Al no existir un aprovechamiento de este subproducto por parte de las Industrias queseras Ecuatorianas genera una problemática ambiental y a la vez una pérdida económica para la Industria ya que por cada 100 litros de leche que se utiliza para elaborar queso se obtiene 80 litros de lactosuero. En la actualidad una pequeña cantidad de este efluente es utilizado como alimento para animales y el resto es derramado en vertientes de agua provocando así consecuencias negativas para el ambiente

Para evitar todo esta contaminación se propone una proyecto tipo técnico en el cual se utiliza el lactosuero como materia prima para la obtención de varios productos, en el caso nuestro para lo obtención de alcohol destinado para la elaboración de perfumes.

Debido a estos problemas se planteó este tema de investigación para dar una solución y un mejor aprovechamiento a este subproducto (suero lácteo), por medio del **diseño de un proceso industrial para la obtención de bioetanol a partir de lactosuero destinado a la elaboración de perfumes**, el cual debe presentar buenas características Físico – Químicas y microbiológicas, para que sea considerado como una opción válida para el empleo de este efluente en la elaboración de un nuevo producto. El uso del suero de leche presenta un futuro prometedor para el desarrollo de productos lácteos altamente nutritivos.

La producción de bioetanol evitara la contaminación de ríos, lagos, acequias, producción agrícola y terrenos en general por eso es necesario obtener un subproducto del lactosuero como el bioetanol y utilizarlo como alcohol industrial para producir otro producto como en este caso perfumes.

Para la elaboración del alcohol se basará en las normas Ecuatorianas, y así garantizar la obtención de alcohol de buena calidad destinada para la elaboración de perfumes.

CAPITULO I

1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del problema

La principal problemática que tienen la planta productoras de queso en Chambo es, en el proceso de producción de queso se desarrolla una gran cantidad de lactosuero, generando una pérdida económica y contribuyendo a la contaminación del medio ambiente porque estos son desechados directamente sin ningún tratamiento.

El lactosuero es fundamentalmente el responsable del grado de contaminación de los efluentes de la industria láctea. Para apreciar el grado de contaminación, no solo se tiene en cuenta la composición química cuantitativa, sino la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) que se expresa en miligramos de oxígeno exigidos para la destrucción por oxidación microbiana de las materias orgánicas. En lo que se refiere a la capacidad de depuración de un sistema, se considera habitualmente la DBO5, (es decir la demanda de oxígeno al cabo de 5 días).

El lactosuero es uno de los mayores contaminantes que existe en la industria alimentaria, ya que, cada 1000 litros de lactosuero contiene cerca de 35 kg de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y cerca de 68 kg de demanda química de oxígeno (DQO). Esta concentración es equivalente a las aguas negras producidas en un día por 450 personas. En la fabricación de quesos, por lo menos el 50% en peso de los nutrientes de la leche se quedan en el lactosuero, lo que implica que 1000 litros de lactosuero contienen más de 9 kg de proteína de alto valor biológico, 50 kg de lactosa, y 3 kg de grasa de leche. Esto es equivalente a los requerimientos diarios de proteína de cerca de 130 personas y a los requerimientos diarios de energía de más de 100 personas.

En algunas empresas que tiene el volúmenes $153\text{m}^3/\text{h}$ y el proceso se lleva a cabo los 365 días al año, los 7 días a la semana y veinte horas diarias de producción, considerando la gran cantidad de

lactosuero que presenta en el proceso de producción del queso los líquidos a eliminar deben ser depuradas en una instalación de clarificación- floculación, con la finalidad de disminuir la contaminación al medio ambiente, pero esta demanda de eliminación del lactosuero daría un costo adicional al producto.

Para dar una solución factible a este problema se plantea Diseño de un proceso para la obtención de bioetanol para la elaboración de perfumes a partir del lactosuero, esto permitirá reducir al máximo los impactos que generan el lactosuero al medio ambiente y obteniendo una mayor ganancia económica para los microempresarios lácticos y mayores beneficios.

1.2. Justificación del proyecto

El presente proyecto está enfocado a solucionar el problema de contaminación por el lactosuero ya que este se lo elimina directamente, después de elaborar el queso, y sin ningún tratamiento y para eso se propone la reutilización del lactosuero como materia prima para la obtención de algunos productos, como para elaboración de quesos, en yogur, Etc. y obtención de alcohol.

El desarrollo de este proyecto es técnico contribuyendo al conocimiento científico del país, impulsando investigar y a buscar soluciones a este problemática del lactosuero causante de pérdidas económicas a los microempresarios y contaminación al ecosistema. El lactosuero proveniente de las industrias lácticas contamina en un gran porcentaje a los efluentes, manantiales, lagos, ríos plantaciones agrícolas etc.

El presente proyecto. Diseño de un proceso para la obtención de bioetanol para la elaboración de perfumes a partir del lactosuero, se desarrolla con la finalidad de beneficiar de forma directa a las queseras del cantón Chambo y todas las personas que desarrollan sus actividades dentro del proceso de producción ya que con la obtención de bioetanol a partir del lactosuero se lograra cumplir con los parámetros establecidos en el ámbito ambiental y a su vez evitar una gran pérdida económica.

1.3. Línea base del proyecto

El presente proyecto está en reducir la contaminación que se da por la eliminación del lactosuero, esta se da en forma directa sin tratamiento alguno y eso es lo que contamina el ambiente, terrenos, ríos, legumbres. Etc. Y por esta razón vamos a reutilizar el lactosuero como materia prima para la obtención de bioetanol para elaborar perfumes y darle un ingreso extra a la empresa.

1.4 Beneficiarios directos e indirectos

1.4.1 Beneficiarios directos

El presente proyecto se desarrollara con la finalidad de beneficiar de forma directa a los pequeños productores de quesos del Cantón Chambo.

1.4.2 Beneficiarios indirectos

Con el desarrollo de este proyecto los beneficiarios indirectos serian; la población aledaña al evitar la contaminación con este subproducto, y otras pequeñas y medianas empresas que desarrollan actividades de producción de quesos al considerar este proyecto como una alternativa.

CAPITULO II

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.1. General

- Diseñar un proceso industrial para la obtención de bioetanol a partir de lactosuero destinado a la elaboración de perfumes.

2.2. Específicos

- Realizar un muestreo del lactosuero, en la zona de producción de quesos San José.
- Ver que el lactosuero cumpla con la requisitos NTE INEN 2594:2011
- Obtener el bioetanol con el lactosuero requerido.
- Elaborar el perfume con una esencia y el alcohol obtenido.
- Validar el proceso mediante las condiciones físico químicas de los perfumes, según la norma NTE INEN 2867 (2015-03).

CAPITULO III

3. ESTUDIO TECNICO

3.1. Localización del proyecto.

DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE BIOETANOL PARA LA ELABORACIÓN DE PEFUMES A PARTIR DEL LACTOSUERO, se realizará en el laboratorio de operaciones unitarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo junto con las queseras del cantón Chambo ubicadas en la provincia de Chimborazo.

3.2. Ingeniería del proyecto

3.2.1. Alcohol Fermentado

La fermentación alcohólica conocida también como fermentación alcohólico, este es un proceso biológico que es realizado por las levaduras o bacterias, estas son las que se encargan de transformar los cereales, frutas o vegetales y azúcares, en alcohol y dióxido de carbono. Esto se produce en ausencia de oxígeno y se utiliza para elaborar muchos productos necesarios como el queso, medicamentos, vinos etc. el alcohol adopta distintas formas y se puede utilizar como limpiador, antiséptico o sedante.

Una causa de que el proceso de fermentación se detenga es la graduación alcohólica por la resistencia de la levadura al etanol por lo que el alcohol fermentado no posee una riqueza alcohólica elevada y mediante un proceso de destilación se purifica esta sustancia. (AGRONEGOCIOSECUADOR)

3.2.1.1. Etanol

El etanol es un compuesto químico, o también llamado alcohol etílico, este es un líquido sin color e inflamable con un punto de ebullición de 351K (78 °C). Al momento de mezclarse con agua forma otra sustancia llamada azeotrópica. Su fórmula es $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ (CHUQUIN VASCO, 2013)

Las siguientes tablas muestran las propiedades y características del etanol detalladamente:

Tabla 3-1: Propiedades Físicas del Etanol

Estado del etanol	Líquido
Apariencia	Incoloro
Densidad	810 kg/m ³ ; (0,810 g/cm ³)
Masa molecular	46,07 uma
Punto de fusión	158,9 K (-114,1 °C)
Punto de ebullición	351,6 K (78,6 °C)
Temperatura crítica	514 K (241 °C)
Presión crítica	63 atm

Fuente: <http://www.ecured.cu/Etanol>

3.2.1.2. Utilización del etanol.

El etanol se puede utilizar en muchos sectores como en la cocina, (bebidas alcohólicas), en el sector farmacéutico (medicamentos, cosméticos), en la elaboración de perfumes, ambientales con el alcohol a 70 °GL, también en la industria se le utiliza como disolventes para pegamentos, pinturas. (ETANOL, 2012)

3.2.1.3. *Lactosuero (suero de la leche)*

El suero de la leche es un líquido que se produce de la fabricación de quesos a partir de la caseína, después de la separación del cuajo. Sus características son de un líquido verdoso amarillento, turbio, de sabor fresco, un poco dulce, de carácter ácido, con un contenido nutricional de 5,5% al 7% de leche. (NUTRICIONALES, 2011)



Figura 1-3: fermentado del lactosuero en el laboratorio de Procesos Industriales

Realizado por: CARGUA, José, 2017

3.2.1.4. **Cómo se obtiene el suero de leche.**

El lactosuero se obtiene del proceso de la elaboración de quesos, para este previamente debe ser pasteurizada, a este se le añade un cuajo, se espera un cierto tiempo para que se dé el proceso y se trabaja a una temperatura de 30 °C que al final este se convierte en queso. El líquido que se separa de la masa se llama suero de leche.” (QUINET, 2012)

3.2.1.5. *Tipos de lactosuero de leche.*

A nivel industrial tenemos dos tipos de sueros en los cuales vamos a detallar

3.2.1.6. Lactosuero de leche ácido.

Es el producto lácteo líquido que se obtiene en el proceso de realización de los quesos, se da por la separación de las dos sustancias de la masa del queso y del lactosuero.” (QUINET, 2012)

3.2.1.7. Lactosuero de leche azucarado.

Este proceso se cuándo el contenido de lactosuero dulce es superior al lactosuero ácido (QUINET, 2012)

Tabla 3-2 Tipos de suero según su acidez

TIPOS DE LACTOSUERO	ACIDEZ (%)	pH
Suero dulce	0.10 – 0.20	5.8 – 6.6
Suero ácido	0.40 – 0.60	4.0 – 5.0

Fuente: NTE INEN 2594(2011). Suero de leche Líquido

3.2.1.8. *Propiedades físico-químicas del lactosuero*

Como ya mencionamos anterior mente el lactosuero es un subproducto que se obtiene de la elaboración del queso, este es un líquido con un poder de nutrición muy alto, debido a la gran cantidad de proteína, vitaminas y minerales que tiene, en la separación del queso con el lactosuero este último tiene un 52% de nutrientes que obtiene la leche” (NUREICIONALES, 2011)

Tabla 3-3 Composición del lactosuero dulce y ácido

Componentes	Lactosuero	Lactosuero
	Dulce (g/l)	Ácido (g/l)
Sólidos	63.0 – 70.0	63.0 – 70.0
Totales		
Lactosa	4.1 – 5.0	44.0 – 46.0
Proteína	0.87 – 1.20	6.0 – 8.0
Calcio	0.4 – 0.6	1.2 – 1.6
Fosfatos	1.0 – 3.0	2.0 – 4.5
Lactato	2.0	6.4
Cloruros	1.1	1.1

Fuente. panesar.et al “valoración nutricional de los alimentos y formulación de dieta”. 2007
NTE INEN 2594 (2011) (Spanish): Suero de leche líquido. Requisitos

3.2.1.9. Información nutricional

El lactosuero al ser un alimento que posee una gran cantidad de proteína de alta calidad biológica en su composición, posee un alto valor nutricional. Se considera que por cada 100 gramos de lactosuero se tiene. (NUREICIONALES, 2011)

3.2.1.10. Beneficios

Alguno de los beneficios del lactosuero tenemos:

- Mejora el proceso de digestión
- Por su efecto prebiótico ayuda a normalizar la flora intestinal
- Favorece la absorción de nutrientes, vitaminas y minerales
- Facilita el funcionamiento del hígado y el riñón, ayudando a eliminar sustancias innecesarias para el organismo. (LECHE)

3.2.1.11. Usos y aplicaciones para el suero de leche

El lactosuero de la leche se utiliza en la elaboración de otros tipos de quesos, como los ricota, ricottone y requesón. En otra partes e elaboran los Mysot, también utilizan en los sembríos como para el maíz, trigo y pastos. (NUREICIONALES, 2011)

3.2.2. Fermentación

La fermentación alcohólica es un proceso biológico de fermentación en plena ausencia de oxígeno O_2 , realizada por la actividad de algunos microorganismos que procesan los hidratos de carbono (por regla general, azúcares: por ejemplo, la glucosa, la fructosa, la sacarosa, es decir, cualquier sustancia que tenga la forma empírica de la glucosa, es decir, una hexosa), para obtener como productos finales: un alcohol en forma de etanol (cuya fórmula química es: CH_3-CH_2-OH), dióxido de carbono (CO_2) en forma de gas y moléculas de adenosín trifosfato (ATP) que consumen los propios microorganismos en su metabolismo celular energético anaeróbico. (Guarnizo)



Figura 2-3: Fermentador en el laboratorio de Procesos Industriales

Realizado por: Cargua, J, 2017

3.2.2.1. Microorganismos

Los microbios son organismos dotados de individualidad que presentan, a diferencia de las plantas y los animales, una organización biológica elemental y en su mayoría son unicelulares.

3.2.2.2. Características generales de los microorganismos

La característica de los microorganismos que se expresan en su nombre es de pequeño tamaño del individuo. Las pequeñas dimensiones no constituyeron tan sólo el motivo primitivo de la separación de los microorganismos de las plantas y los animales, sino que tienen también consecuencias esenciales en lo que respecta a la morfología, la actividad, y la flexibilidad del metabolismo, de la expansión ecológica y de su manejo en el laboratorio.

3.2.2.3. Bacterias fermentativas o levaduras.

Las levaduras se han definido como hongos microbiológicos, unicelulares, la mayoría se multiplican por gemación y algunas por escisión. En los cuales tenemos al género *Saccharomyces*, que son las responsables de la fermentación alcohólica.

Las levaduras son agentes de la fermentación y se encuentran naturalmente en la superficie de las plantas, en el suelo y en la capa superficial de la tierra. Existe una gran cantidad de especies que se diferencian por su aspecto, sus propiedades, sus formas de reproducción y por la forma en que transforman los azúcares, algunas son sensibles a la temperatura, necesitan una alimentación apropiada rica en azúcares, elementos minerales y sustancias nitrogenadas. (SCHLEGEL)

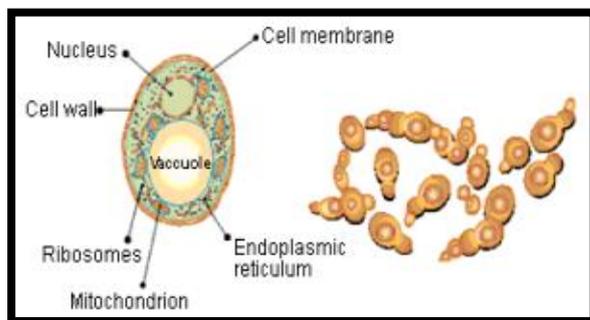


Figura 3. 3: Morfología de una Levadura

3.2.2.4. La fermentación alcohólica.

En este proceso a través del fermentador podemos degradar azúcares (glucosa y fructosa) en alcohol. Se presenta en la siguiente ecuación:

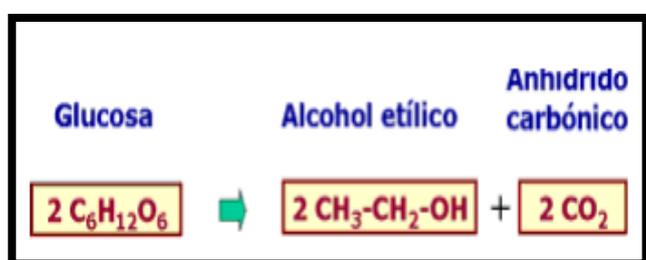


Figura 4.3: Transformación de la glucosa

Aproximadamente se produce 1 grado por cada 17 gramos de azúcar contenidos en el mosto. Las que realizan esta transformación son las levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) esta es la más usada para producir alcohol, pero también existen otros como los hongos y bacterias (*Zygomonas mobilis*) pero estas producen en pequeñas cantidades el alcohol, por eso es más recomendable utilizar la primera para poder obtener más alcohol. (LEVANPIEL)

3.2.2.5. Mecanismos de fermentación

Las bacterias fermentadoras se incrustan rápidamente en los hábitats donde hay ausencia de oxígeno los productos de la fermentación son, entre ellos alcoholes, ácidos orgánicos, anhídrido carbónico e hidrógeno quedan a disposición de otras bacterias, quienes, a través de fermentaciones especiales y respiración anaeróbica, producen finalmente metano y, en presencia de sulfato, sulfhídrico. Las fermentaciones inician así la llamada “cadena alimentaria anaeróbica. (GUARNIZO)

A modo de representación, citemos la fabricación de la cerveza, vino, ácido láctico y leches ácidas, col fermentada o el ensilado, el queso y la levadura de panadería. Muchos fermentadores son bacterias anaeróbicas estrictas. Otras son anaeróbicas facultativas, que pueden crecer tanto en presencia como en ausencia de oxígeno. El oxígeno no participa en los procesos fermentativos.

3.2.2.6. Vías de Fermentación

La premisa básica para el metabolismo celular es la obtención de energía metabólica. De las tres posibilidades para regenerar el ATP, respiración, fermentación y fotosíntesis, la fermentación es la más sencilla de todas. La fermentación es un proceso metabólico regenerador de ATP en el que los productos en que se divide el sustrato orgánico sirven a la vez de dadores de hidrógenos y de aceptores de hidrógenos. Las transformaciones que conducen a la fosforilación del ADP son reacciones de oxidación. La célula se libera del carbono oxidado en forma de anhídrido carbónico. Los pasos de oxidación son deshidrogenaciones; el hidrógeno es transferido al NAD. Como aceptores del hidrógeno presente en forma de NADPH₂ actúan productos intermediarios de la degradación del sustrato. En la regeneración del NAD éstos se reducen, y los productos de reducción obtenidos son excretados por la célula.

3.2.2.7. Fermentación butírica

La fermentación butírica (descubierta por Louis Pasteur) esta se produce por los malos olores pútridos y desagradables para el ambiente, este se da en ausencia de oxígeno se da a partir de la lactosa y del ácido butírico.

3.2.2.8. Fermentación de la glicerina.

El propanotriol, glicerol o glicerina (C₃H₈O₃) es un alcohol con tres grupos hidroxilos (–OH).

El propanotriol, junto con los ácidos grasos, es uno de los componentes de los lípidos simples, como los triglicéridos y fosfolípidos.

3.2.2.9. Fermentación pútrida.

La fermentación pútrida es un tipo de fermentación que se lleva a cabo sin gasto de sustrato oxidante. Se basa en la degradación de sustratos de naturaleza proteica, para obtener productos malolientes como escatol, cadaverinas o indol. Algunas putrefacciones dan lugar a productos poco desagradables, que, por su fuerte aroma y sabor son utilizados en la fabricación de vinos y quesos, como la que lleva a cabo el *Penicillium rocheforti*, que es la causa de las manchas verdosas del queso Roquefort.

También puede producir gases apuestosos como los son el ácido sulfhídrico que tiene olor a huevo podrido.

3.2.2.10. Fermentación láctica.

La fermentación láctica es un proceso celular anaeróbico donde se utiliza azúcares como fuente de energía y el desperdicio es el ácido láctico.

Para la realización de este proceso se ocupa hongos, algunos protozoos y tejidos de animal a través de todos estos se realiza la fermentación láctica.



Figura 5-3: Fermentación láctica en el laboratorio de Procesos Industriales

Realizado por: CARGUA, José, 2017

3.2.2.11. Formación de etanol por levaduras

La transformación de la glucosa en etanol sigue la siguiente reacción química:



La fermentación normal de la glucosa por la levadura. La fermentación de la glucosa a etanol y anhídrido carbónico por las levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) se realiza a través de la vía de la fructosa-bifosfato. La transformación de piruvato a etanol implica dos pasos. En el primero se descarboxila el piruvato por la piruvato-descarboxilasa con participación de la tiaminapirófosfato,

formándose acetaldehído; éste se reduce a etanol con NADH₂ mediante la *alcohol-deshidrogenasa* en el segundo paso, como se muestra en la figura 6-3

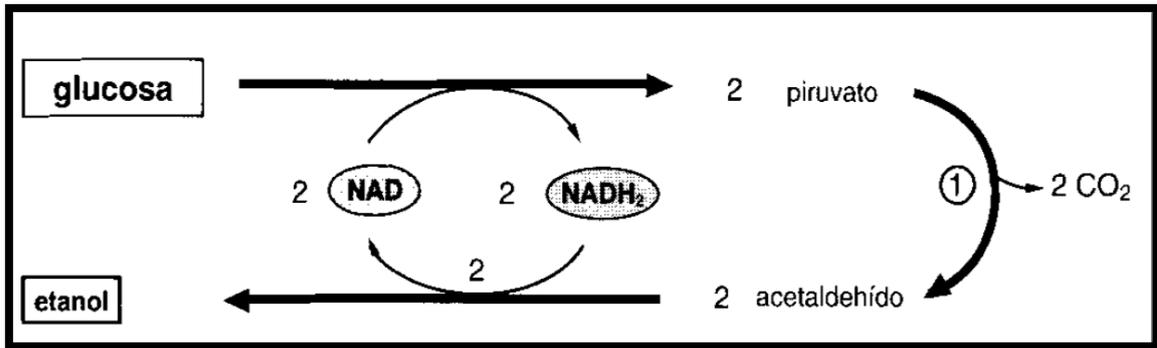


Figura 6-3. Mecanismo de fermentación normal de la glucosa por *Saccharomyces cerevisiae*.

Fuente: (SCHLEGEL, 1997)

En esta transferencia de hidrógeno se consume el hidrógeno liberado en la deshidrogenación de la triosa-fosfato; el balance de oxidación-reducción queda así equilibrado. (SILVA)

3.2.2.12. Aspectos generales de los procesos de fermentación.

Un proceso de fermentación típico es esencialmente un proceso que se lleva a cabo en un recipiente llamado fermentador o en general biorreactor mediante el cual determinados sustratos que componen el medio de cultivo son transformados por acción microbiana en metabolitos y biomasa. El microorganismo va aumentando en su concentración en el transcurso del proceso al mismo tiempo que el medio se va modificando y se forman productos nuevos como consecuencia de las actividades catabólicas y anabólicas. (SILVA)

3.2.2.13. Cálculos del fermentador

3.2.2.14. Dimensionado del equipo

3.2.2.15. Determinación del diámetro interno del reactor

Considerando que se desea procesar un volumen de operación igual a 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:

$$R = \frac{Dr}{2}$$

Y la ecuación:

$$V = \pi * (R)^2 * ht$$

Sustituyendo:

$$V = \pi * \left(\frac{Dr}{2}\right)^2 * ht$$

Conociendo que:

$$ht = Dr \quad (3.4)$$

Sustituyendo:

$$V = \pi * \left(\frac{Dr}{2}\right)^2 * Dr$$

Despejando:

$$Dr = \frac{\sqrt[3]{4V}}{\pi} \quad \text{Ecuación. 1-3}$$

3.2.2.16. Determinación de la altura del reactor

Partiendo de la ecuación:

$$\frac{ht}{Dr} = 1$$

Despejando se obtiene:

$$ht = Dr \quad \text{Ecuación. 2-3}$$

3.2.2.17. Aplicación de factores de seguridad

Para favorecer la adecuada operación del equipo se considera que en la altura de las paredes verticales del reactor se adicione un factor de seguridad igual 30%, por lo que la altura final del equipo será:

$$hfs=30\% \quad \text{Ecuación 3-3}$$

$$hr=ht+hfs \quad \text{Ecuación 4-3}$$

3.2.2.18. Determinación del volumen máximo del reactor

Para determinar volumen máxima que podrá contener el equipo se parte de la ecuación

Volumen adaptado:

$$Vmax=\pi*\left(\frac{Dr_c}{2}\right)^2*hr \quad \text{Ecuación 5-3}$$

3.2.2.19. Dimensionamiento del sistema de mezclado

En base a la relación de las medidas descritas en el cuadro 1 y figura 2 se establece la siguiente relación:

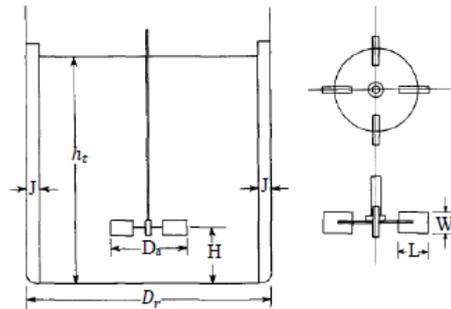


Figura 7-3: Esquema del sistema de mezclado

Fuente: (McCABE & SMITH, 1998)

Tabla 3.4. Dimensiones para el sistema de mezclado.

$\frac{Da}{Dr} = \frac{1}{3}$	$\frac{H}{Da} = 1$	$\frac{J}{Dr} = \frac{1}{12}$
$\frac{ht}{Da} = 1$	$\frac{W}{Da} = \frac{1}{5}$	$\frac{L}{Da} = \frac{1}{4}$

Fuente: (McCABE & SMITH, 1998)

3.2.2.20. Diámetro total de las paletas

En base a las referencias de diseño se tiene:

$$\frac{Da}{Dr} = \frac{1}{3}$$

Reemplazando:

$$DA = \frac{Da}{Dr} \quad \text{Ecuación 6-3}$$

3.2.2.21. Altura de las paletas

Partiendo de las ecuaciones de referencia:

$$\frac{H}{DA} = 1$$

Se obtiene:

$$H=DA \quad \text{Ecuación 7-3}$$

3.2.2.22. Ancho de las paletas

Partiendo de las ecuaciones de diseño referenciales:

$$\frac{W}{Da} = \frac{1}{5}$$

$$W = \frac{Da}{5} \text{ Ecuación 8-3}$$

3.2.2.23. Largo de las paletas

En base a la ecuación de referencia para el diseño:

$$\frac{L}{Da} = \frac{1}{4}$$

$$L = \frac{Da}{4} \text{ Ecuación 9 - 3}$$

3.2.2.23. Ancho de las placas deflectoras

Partiendo de la ecuación de diseño referencial:

$$\frac{J}{Dr} = \frac{1}{12} \text{ Ecuación 10 - 3}$$

3.2.2.24. Cámara de calefacción

Para el proceso de fermentación se requiere que el fermentador se mantenga a una temperatura de 30°C durante un lapso mayor a 12 horas. Para lograr mantener el interior del fermentador a dicha temperatura se requirió incorporar una chaqueta de calentamiento que recubra el contenido del fermentador y que utilice agua como fluido de transferencia de calor y una resistencia eléctrica como fuente de calor.

3.2.2.25. Diámetro de la chaqueta de calentamiento

Partiendo de la ecuación:

$$D_c = D_r + 0,3 * D_r \text{ Ecuación 11-3}$$

3.2.2.26. Espesor de la cámara de calentamiento

Los cálculos se obtienen partiendo de la ecuación:

$$E_c = \frac{D_c - D_r}{2} \text{ Ecuación 12-3}$$

3.2.2.27. Altura de la cámara de calentamiento

Para el cálculo se parte de la ecuación:

$$h_c = h_r + E_c \text{ Ecuación 13-3}$$

3.2.2.28. Cálculo del volumen total del reactor

Para la determinación de la variable se parte de la ecuación:

$$V_t = \pi * \left(\frac{D_c}{2}\right)^2 * h_c \text{ Ecuación 14-3}$$

3.2.2.29. Cálculo del volumen de la cámara de calentamiento

Para determinar la velocidad de reacción se aplicó la ecuación que describe el concepto de velocidad de reacción:

$$r_f = \frac{dc_s T}{dt} \text{ Ecuación 15-3}$$

Para la resolución de la ecuación aplico los datos experimentales obtenidos de replicar la fermentación que se producirá dentro del equipo, tomando en cuenta las condiciones de operación establecidas previamente. Para determinar la velocidad de reacción en un lapso de fermentación igual a 12 horas se promedió los resultados de la velocidad determinados en cada intervalo parcial de tiempo de 1, obteniéndose que la velocidad de reacción de fermentación a las condiciones especificadas es igual a - 0,0003 mol/L*h de sacarosa (determinada por solidos totales).

3.2.2.30. Balance de materia



$$f_p = V * r_f \text{ Ecuación 16-3}$$

3.2.2.31. Determinación del régimen de flujo

$$N_{RE} = \frac{\rho N d^2}{\mu} \text{ Ecuación 17-3}$$

$$P = k \rho N^3 d^5 \text{ Ecuación 18-3}$$

$$P_c = \frac{P}{\varepsilon} * 100 \text{ Ecuación 19-3}$$

3.2.3.32. Determinación del calor perdido

$$Q_{PE} = 2\pi k H \frac{(T_i - T_e)}{\ln(r_e/r_i)} \text{ Ecuación 20-3}$$

3.2.2.33. Calculo de la energía total suministrada al equipo

$$E = Q_{pe} + P_c \text{ Ecuación 21-3"} \text{ (LEVENSPIEL)}$$

3.2.3. Temperatura

Las levaduras al fermentar pueden tener un rango de temperatura de los 13-14°C hasta los 33-35°C. En este intervalo mientras mayor sea la temperatura mayor será la velocidad del proceso fermentativo. Si ponemos a menor temperatura vamos a tener mayor grado alcohólico, porque a mayor temperatura hace que las levaduras trabajen más rápido y esto hace que se agoten.

Para tener una buena fermentación debe estar a una temperatura de fermentación alcohólica entre los 18- 23°C.

3.2.4. pH

El pH adecuado para una buena fermentación es de los (4 y 6) entre menos sea el pH las levaduras no podrán fermentar

2.1.5. Inhibidores

Entendemos por inhibición como la detención de la actividad de las levaduras, retardo e impedimento de su desarrollo, y por lo tanto, de la fermentación. La fermentación ralentiza e incluso se para, principalmente por 2 razones:

- Agotamiento de algún elemento necesario (oxígeno, sustancias nitrogenadas, etc.)

- Formación o presencia de sustancias inhibidoras (alcohol, CO₂, etc.)

3.2.5.1. Concentración inicial de azúcares

No podemos pensar en fomentar un mosto con una concentración muy elevada de azúcares. Es estas condiciones osmóticas las levaduras se estrellarían al salir bruscamente el agua de su interior para equilibrar las concentraciones de soluto en el exterior y en interior de la célula.

Esta es la base de la elaboración de mostos concentrados estables microbiológicamente ($^{\circ}\text{Be} >29$), si bien determinadas especies de levaduras como *Saccharomyces Ludwigii* y *Schizosaccharomyces pombe*, entre otras, son capaces de resistir. (SUERO.)

3.2.5.2. Vapor del caldero

Para el cálculo de la cantidad de vapor consumido se consideró que la caldera que genera el vapor necesario es ideal, es decir, que con los mismos recursos (agua, gas) y en las mismas condiciones de funcionamiento siempre genera la misma cantidad de vapor, previamente a esto se realizó el mantenimiento de la caldera para descartar cualquier tipo de fallo que pueda generar pérdidas y con ello los resultados expuestos serán más precisos.

Al considerar que el caldero es ideal es posible usar la magnitud fundamentada *tiempo* para medir el consumo de vapor pues cada hora representara la misma cantidad de vapor y facilitara la comparación después de automatizar el equipo (BRITO).

3.2.5.3. Cálculo del flujo de calor suministrado

$$Q_M = K \times A \times \Delta T$$

$$Q_m = K \times A \times (T_P - T_F) \text{ Ecuación 22-3}$$

Dónde:

Q_m : flujo de calor (Kcal/h)

K : coeficiente de transmisión térmica del material ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$)

A : área de transferencia de calor (m^2)

ΔT : variación de temperatura ($^{\circ}\text{C}$)

T_F : temperatura de alimentación (lactosuero) ($^{\circ}\text{C}$)

T_P : Temperatura de destilado ($^{\circ}\text{C}$)

3.2.5.4. Cálculo del flujo de calor total que sale de la caldera

$$Q \text{ ganado} = Q \text{ perdido}$$

$$Q = Q_{\text{H}_2\text{O}} + Q_m \text{ Ecuación 23-3}$$

Dónde:

Q = Flujo de calor total (kcal/h)

Q_{H_2O} = Flujo de calor del caldero (kcal/h)

Q_m = Flujo de calor del metal (kcal/h)

3.2.5.5. *Coficiente global de transferencia de calor*

$$Q = A \times U \times \Delta T$$
$$U = \frac{Q}{A \times (T_P - T_F)} \quad \text{Ecuación 24-3}$$

Dónde:

A = área de transferencia de calor (m²)

ΔT = cálculo de la gradiente de temperatura (°C)

Q = Flujo de calor necesario para calentar la crema (kcal/h)

U = coeficiente global de transferencia de calor (J/ m²s °C)

T_F : Temperatura de alimentación (lactosuero) (°C)

T_P : Temperatura de pasteurización (°C)

3.2.6. **Proceso de destilación.**

La destilación es un proceso en el cual se calienta el líquido y sus componentes más volátiles pasan a una fase de vapor y al enfriar el vapor se recupera de forma líquida por medio de la condensación.

La destilación consiste en separar varios componentes debido a sus volatilidades, o más bien dicho separar los más volátiles de los no volátiles.

El componente más volátil casi siempre es agua, y este se desecha, la finalidad del destilado es obtener de forma más pura el componente más volátil

3.2.6.1. **Tipos de destilado.**

Los tipos de destilado son:

3.2.6.2. Destilación fraccionada

Este proceso se emplea cuando se quiere separar sustancias con puntos de ebullición distintos pero cercanos, algunos ejemplos de destilación comunes que se emplean es el petróleo y alcohol.

A diferencia de la destilación simple la destilación fraccionada utiliza una columna de fraccionamiento que contiene pequeños platos distribuidos en una torre a lo largo de su longitud, de esta manera a medida que el vapor va ascendiendo se van separando sus componentes enriqueciendo la sustancia más volátil en una temperatura establecida, de tal manera que cada división va adquiriendo una temperatura igual al punto de ebullición de una sustancia.

Una vez calentada la torre el vapor pasa por cada división obteniendo un mejor grado de enriquecimiento hasta llegar al punto final de la torre para que posteriormente pase por un proceso de enfriamiento para transformar el estado gaseoso en líquido y obteniendo así la sustancia más volátil separada de sus componentes iniciales.

3.2.6.3. Destilación por vapor.

La destilación por vapor se basa en el equilibrio de líquidos inmiscibles, esta destilación se emplea para separar las sustancias que se encuentran en una mezcla y que poseen un punto de ebullición muy alto.

Este proceso de destilación se emplea cuando existe o se cumple los siguientes parámetros:

- Volátiles
- Inmiscibles en agua
- Presión de vapor baja
- Punto de ebullición alto (mayor a 100°C)

Cuando se quiere destilar una mezcla de dos líquidos inmiscibles, el punto de ebullición requerido será una temperatura a la cual la suma de sus presiones de vapor es igual a la atmosférica. Esta temperatura deberá ser inferior al punto de ebullición del componente más volátil.

En definitiva la destilación por vapor es un proceso utilizado para separar sustancias insolubles en el agua y ligeramente volátiles de otras no volátiles que se encuentran en la mezcla o producto inicial.

3.2.6.4. Destilación al vacío.

El proceso de destilación al vacío tiene el mismo principio de destilación, este se emplea cuando es necesario reducir el punto de ebullición de la sustancia, lo importante en esta destilación es que al crear un vacío en el proceso se puede reducir el punto de ebullición de la sustancia casi a la mitad.

Debido a que existen muchas sustancias que se desean separar por destilación, no todas estas soportan una gran cantidad de temperatura por lo que emplear otro tipo de proceso de destilación no funcionaría ya que se perdería o descompondrían químicamente.

3.2.6.5. Destilación molecular centrífuga.

La destilación molecular centrífuga es una técnica de depuración que tiene una amplia utilización en el procesamiento de alimentos, productos farmacéuticos entre otros.

En una centrifugadora o en un instrumento llamado vórtice las fuerzas se separan, los componentes que contiene una mezcla son mayores que la gravedad haciendo exitosa su separación.

3.2.6.6. Sublimación.

Sublimación es el proceso de transformación del estado sólido al estado gaseoso sin pasar por ningún momento al estado líquido.

El proceso que se utiliza en la sublimación es la misma que la destilación simple salvo que en este caso se necesita convertir la mezcla sólida en gas para posteriormente separar sus componentes y finalmente hacerla solida nuevamente, en este proceso se debe tener mucho cuidado de que el sólido no obstruya o perjudique en el aparato de destilación.

3.2.6.7 Destilación destructiva.

La destilación destructiva es un método empleado para separar componentes de una mezcla por medio de temperaturas elevadas.

Al extraer los componentes de una mezcla estas se separan por fraccionamiento en el mismo proceso, a esto se lo conoce como destilación destructiva o separación seca. Este tipo de proceso se lo utiliza en el carbón y madera

La destilación destructiva obtiene como resultados la separación de componentes derivados de una mezcla y estos no pueden volver a ser reconstruidos a su estado original. (DESTILACION)

3.2.6.8. Columna de destilación.

La torre está dividida en platos en donde el alcohol evaporado va ascendiendo a causa de una fuerza ligera generada por la diferencia de presiones existentes entre plato-plato. Una vez elevada la temperatura en la parte superior de la torre el alcohol pasa por un proceso de enfriamiento en un condensador por el que fluye agua, el alcohol pasara por una etapa de retroalimentación para conseguir mayor concentración. La destiladora de alcohol que actualmente se usa en el laboratorio de procesos industriales consta de siete platos.



Figura 8-3: Torre de destilación en el laboratorio de Procesos Industriales

Realizado por: CARGUA, José, 2017

- ***Operación del equipo de destilación***

- Calentamiento de la torre
- Alimentación del producto
- Regulación de la temperatura
- Condensación
- Reflujo

- ***Calentamiento de la Torre***

Para que la destilación se lleve a cabo se necesita calentar la columna del equipo hasta llegar a la temperatura de ebullición del etanol y estabilizarla. En este caso el calor es suministrado por un caldero que genera vapor hasta una presión máxima de 60 psi.

- ***Alimentación del Producto***

La alimentación se controlada con una válvula de paso la cual se debe accionar en cantidades mínimas para evitar que el vapor y el líquido drenado reaccionen por el cambio de temperatura que se genera y la torre se enfrié.

- ***Regulación de la temperatura***

La temperatura de la torre debe ser lo más estable posible y cercana al punto de ebullición del etanol para que el alcohol se concentre en mayores cantidades es la cima de la columna, los operadores del equipo estabilizaban la temperatura en un rango de 74°C a 80°C.

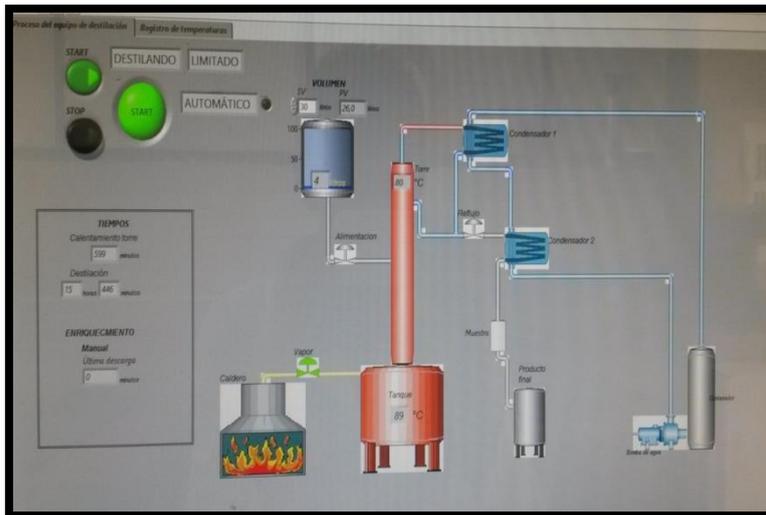


Figura 9-3: Control de temperatura

Realizado por: CARGUA, José, 2017

- **Condensación**

En esta etapa el alcohol en forma gaseosa pasa por un proceso de enfriamiento que consiste en reducir la temperatura con ayuda del agua condensando el vapor de alcohol, para esto se necesita un flujo constante de agua que circule constantemente por el condensador

- **Reflujo**

El reflujo regula la cantidad de alcohol que es retroalimentado hacia la zona de enriquecimiento de la torre, mientras la llave no se abra el alcohol se sigue enriqueciendo obteniendo más grados de concentración y la temperatura permanece estable. Una vez obtenido la concentración de alcohol finalmente pasa por un nuevo condensador obteniendo el producto final, en caso de no satisfacerse con los grados de alcohol obtenidos se vuelve a ingresar como alimentación y pasara nuevamente por el proceso de destilación.

3.2.6.9. Tipos de Platos

Las columnas de platos utilizados para producción son:

- Plato de flujo cruzado
- Plato con flujo contracorriente.

➤ **Platos con flujo cruzado**

Los platos de flujo cruzado se los coloca en perforaciones para que se pueda dispersar el gas en el líquido. Estas perforaciones son orificios redondos.

➤ **Platos en contracorriente**

En estos, el líquido y el gas fluyen a través de las mismas aberturas, por ello no disponen de bajantes. Las aberturas suelen ser simples perforaciones circulares de diámetro comprendido de entre 3 y 13 pulgadas.

3.2.6.10. Columna de platos

A estos debemos colocarlos entre si con cubiertas circulares para poder formar una columna. El material de alimentación que se debe separar en fracciones se introduce a uno o más puntos a lo largo de la coraza de la columna.

3.2.6.11. Capacidad de una columna de platos

Es muy importante la cantidad de platos que se debe colocar para el fluido del gas como del líquido por el diámetro posible en la columna. Para el caudal del líquido, porque determina el mínimo diámetro en la columna

Tabla 3.5 Condiciones de alimentación

Condiciones de alimentación	Medición de la condición térmica de alimentación (q)
Líquido subenfriado	$q > 1$
Líquido saturado	$q = 1$
Parcialmente vaporizada	$1 > q > 0$
Vapor saturado	$q = 0$
Vapor sobrecalentado	$q < 0$

Fuente: PERRY. R., Manual del Ingeniero Químico., 6ta ed., México, McGraw- Hill., Pp. 1331

$$q = 1 + \frac{CPL(Tb-TF)}{\gamma}$$

Para vapor sobrecalentado

$$q = 1 + \frac{CPv(Tb-TF)}{\gamma} .” (DESTILACION C. D.)$$

3.2.7. DISEÑO

3.2.7.1. CALCULO DEL CALOR LATENTE MEDIO

Es la cantidad de energía que necesita una sustancia para cambiar de sólido a líquido (calor de fusión) o de líquido a gaseoso (calor de vaporización).

Autor: Joseph Black

Ecuación para el Cálculo del Calor Latente Medio

Viene dado por la ecuación:

$$(\lambda F) = \sum Xi \lambda Yi \text{ Ecuación 25-3}$$

Dónde:

X_i = Fracción molar

λY_i = calor latente $Kcal/Kg$

Esta cualidad se utiliza en la cocina, en refrigeración, en bombas de calor y es el principio por el que el sudor enfría el cuerpo.

3.2.7.1 *Cálculo del parámetro de alimentación*

Se define como el número de moles de vapor que resultan en la sección de rectificación de la introducción de cada mol de alimentación.

Ecuación para el Cálculo del parámetro f de Alimentación

Viene dado por la ecuación:

$$f = \frac{C_p(T_b - T_f)}{\lambda F} \quad \text{Ecuación 26-3}$$

Dónde:

T_b = Temperatura de ebullición medio (C)

T_f = Temperatura de alimentación (C)

C_p = Capacidad calorífica $Kcal/Kg C$

λF = calor latente medio $Kcal/Kg$

Su utilización es para tener conocimiento de que tipo de alimentación va a ingresar a la torre de destilación.

3.2.7.2 *Cálculo de la pendiente*

En un sistema de representación de alimentación, suele ser representado por la letra m , y es definido como la relación entre la unidad y el flujo de alimentación.

Ecuación para el Cálculo de la Pendiente

Viene dado por la ecuación:

$$m = \frac{(1-f)}{f} \text{ Ecuación 27-3}$$

Dónde:

f = factor de alimentación

Esta ecuación permitirá identificar el tipo de alimentación que ingresa a la columna de destilación.

3.2.7.3 *Curva de equilibrio*

Utilizamos los componentes más volátiles, el equilibrio de los componentes en la fase de vapor en la composiciones la fase líquida

3.2.7.4 *Recta de alimentación*

Se la construye partiendo con el cálculo del eje y, se traza una línea que pase por la intersección de X_f .

$$y = \frac{X_F}{f}$$

Dónde:

X_F = fracción de la alimentación

f = factor de alimentación

Por ejemplo,

- $q = 0$ (vapor saturado).
- $q = 1$ (líquido saturado).
- $0 < q < 1$ (la mezcla de líquido y vapor).
- $q > 1$ (líquido sub-enfriado).
- $q < 0$ (vapor súper-calentado).

3.2.7.5 *Calculo de la relación de reflujo mínimo*

Se refiere a la pendiente de la recta que pasa por el punto ($X_D - R_D$) y la tangente a la curva de equilibrio.

Autor: Fernske

Ecuación para el cálculo de la relación de reflujo mínimo

En el diagrama se interpola y se obtiene:

$$- \frac{X_D}{R_{Dmin} + 1} \text{ Ecuación 28-3}$$

Dónde:

X_D = fracción del destilado

R_{Dmin} = reflujo mínimo

3.2.7.6 *Calculo de la relación de reflujo total*

Es el número de platos que se utilizara para la separación.

Autor: Fenske

Ecuación para el Cálculo de la Relación de Reflujo Total

Viene dado por la ecuación

$$RT = k * R_{Dmin} \text{ Ecuación 29-3}$$

Dónde:

K = número de veces el reflujo mínimo

R_{Dmin} = reflujo mínimo

3.2.7.7 *Calculo de la temperatura promedio de la columna*

.Ecuación para el Cálculo de la Temperatura Promedio de la Columna

Viene dado por la ecuación:

$$T = \frac{\sum Ti}{4} \text{ Ecuación 30-3}$$

3.2.7.7.1 *Cálculo del Caudal de Vapor*

Ecuación para el Cálculo del Caudal de Vapor

Viene dado por la ecuación:

$$V = D (1 + R) \text{ Ecuación 31-3}$$

Donde;

V= Volumen de la solución (Kg/h).

D= Destilado (Kg/h).

R= Constante de los gases

3.2.8 *Zona de agotamiento*

3.2.8.1. *Calculo del caudal de vapor medio.*

Ecuación para el Cálculo del Caudal de Vapor Medio

Viene dado por la ecuación:

$$V = V - F_f \text{ Ecuación 32-3}$$

Dónde:

V: Caudal de vapor medio (Kg/h)

V: volumen (Kg/h)

f: número de moles de vapor

F: alimentación (Kg/h).

3.2.8.2. *Calculo de la longitud*

La longitud es una medida de una dimensión lineal para determinar el tamaño de la torre de destilación.

Ecuación para el Cálculo de la Longitud

Viene dado por la ecuación:

$$L = (N - 1) d + 1,5d + 2d \text{ Ecuación 33-3}$$

Dónde:

N: número de platos reales

d: diámetro (m)

3.2.9. *Destilado (alcohol crudo 75 °GL)*

3.2.9.1. *Cálculo del balance de masa*

Viene dado por la ecuación:

$$F = W + D \text{ Ecuación 34 - 3}$$

Dónde:

F = alimentación

W = residuo

D = destilado

Permite el cálculo de la composición del destilado y la composición del residuo.

3.2.9.2. *Calculo del balance parcial de la masa del alcohol*

Esta expresión establece que la suma de las cantidades o concentraciones de todas las especies que contienen un átomo particular (o grupo de átomos) debe ser igual a la cantidad de ese átomo (o grupo de átomos) introducidos en el sistema

Ecuación para el Cálculo del Balance de Masa Parcial

Viene dado por la ecuación:

$$FX_F = WX_W + DX_D \text{ Ecuación 35-3}$$

Dónde:

F = alimentación

X_F = fracción de destilado

W = residuo

X_W = fracción de residuo

D = destilado

X_D = fracción de destilado

3.2.9.3. *Calculo de la capacidad calorífica media*

Autor: Joseph Black

Ecuación para el Cálculo de la Capacidad Calorífica

Viene dado por la ecuación:

$$(\bar{C}_p) = \sum X_i C_{pi} \text{ Ecuación 36 - 3}$$

Dónde:

X_i = Fracción molar

C_{pi} = capacidad calorífica $Kcal/Kg C$

3.2.10 *Balance de energía*

El balance de energía se basa en la ley de la conservación de la energía que indica que en un proceso, la energía no se crea, ni se destruye, solo se transforma, en un balance total de energía se toma en cuenta las transformaciones de energía a través del sistema.

3.2.10.1. *Balance para el condensador*

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

$$\dot{Q} = \Delta\dot{H} = \dot{m}C_p\Delta T$$

$$\dot{m}_{agua} C_{p_{agua}} (T_{a2} - T_{a1}) = -\dot{m}_{mezcla} \overline{C_p} (T_{D2} - T_{D1}) \text{ Ecuación 37-3}$$

3.2.10.2 *Balance global de energía*

Ecuación para el Cálculo del Balance Global de Energía

Viene dado por la ecuación:

$$\text{Entra} = \text{Salida}$$

$$Q_B + H_F = Q_C + H_D + H_W \text{ Ecuación 38-3}$$

:

Dónde:

Q_B = Calor

H_F = Entalpía de Alimentación (Kcal/ h)

Q_C = Calor del condensador (Kcal/ h)

H_D = Entalpía del destilado (Kcal/ h)

H_W = Entalpía del residuo (Kcal/ h)

3.2.10.3. *Calculo de la entalpía de alimentación*

$$H_F = \dot{m}_{\text{mezcla inicial}} * \overline{Cp} \Delta T \text{ Ecuación 39-3}$$

3.2.10.4. *Calculo de la entalpía del residuo*

$$H_W = Cp + \Delta T \text{ Ecuación 40-3}$$

$$Q_B = Q_C + H_F - H_W \text{ Ecuación 41-3}$$

3.2.11 *Datos experimentales de la destilación*

3.2.11.1. *Datos adicionales*

Tabla 3.6 Datos experimentales de la torre de destilación

VARIABLES	UNIDADES	VALORES
F	(Kg/h)	30
W	(Kg/h)	27
D	(Kg/h)	3
X _F	Adimensional	0,1985
X _W	Adimensional	0,080
X _D	Adimensional	0,0015
T _{a1}	°C	20
T _{a2}	°C	78
T _{D1}	°C	90
T _{D2}	°C	75
T _{S1}	°C	140
T _{S2}	°C	75
T _{F1}	°C	85
T _{F2}	°C	155
m _{agua}	Kg/h	0,845
m _{Steam}	Kg/h	150

Realizado por: CARGUA, José, 2017

Dónde:

F = flujo de alimentación

W = flujo de la corriente de fondo (residuo)

D = flujo del destilado

X_F= fracción molar de alimentación

X_W= fracción molar en la corriente del fondo

X_D= fracción molar del destilado

T_{a1}= temperatura de alimentación (agua) al refrigerante

T_{a2}= temperatura de (agua) al refrigerante

T_{D1}= temperatura de destilación

T_{D2}= temperatura del producto destilado

T_{F1}= temperatura alimentación (fermentado)

T_{F2}= temperatura de salida (etanol)

3.2.11.2 Datos Adicionales:

Tabal 3-7 Datos Adicionales de la destilación

P _{OH} (kg/m ³)	P _{H2O} (kg/m ³)	Cp agua (kcal/kg ⁰ C)	Cp etanol (kcal/kg ⁰ C)	Cp steam
789	998,29	0,999	0,601	0,729

FUENTE: Separata Lab. Proc. Ind., . ESPOCH 2016

3.2.12 Cálculos Específicos:

3.2.12.1. Calculo de la entalpía del destilado

$$H_D = \dot{m}_{\text{mezcla final}} * \overline{Cp} \Delta T \text{ Ecuación 42-3}$$

3.2.12.2. Calculo de la entalpía del residuo

$$H_W = \dot{m}_w * C_{p_{\text{agua}}} \Delta T \text{ Ecuación 43-3}$$

3.2.12.3. *Calculo del rendimiento de la columna*

Permite establecer la cantidad de producto recuperado.

Ecuación para el Cálculo del Rendimiento del Equipo

Viene dado por la ecuación

$$\text{Rendimiento} = \frac{V_{\text{salida}}}{V_{\text{entrada}}} * 100\% \text{ Ecuación 44-3}$$

Dónde:

V_{salida} = Volumen de destilado (mL/ h)

V_{entrada} = Volumen de alimentación (mL/ h)

3.2.12.4. *Calculo del calor perdido*

El calor perdido por un cuerpo es la diferencia entre el calor total del combustible y el calor gastado.

Ecuación para el Cálculo del Calor Perdido

Viene dado por la ecuación:

$$Q_{\text{sale}} = \Delta H = H_W + H_D - H_F \text{ Ecuación 45-3}$$

3.2.12.5. *Calculo de la eficiencia del equipo*

Es una medida de la disponibilidad, eficiente en el rendimiento y el índice de calidad de un equipo en particular.

Ecuación para el Cálculo de la Eficiencia del Equipo

Viene dado por la ecuación:

$$\text{Eficiencia} = \frac{Q_{\text{entra}} - Q_{\text{sale}}}{Q_{\text{entra}}} * 100\% \text{ Ecuación 46-3}$$

Dónde:

QE= Calor Suministrado (Kcal/ h)

Q_S : Calor del condensador (Kcal/h)

Q: Calor perdido (Kcal/h) (OCON. J. y TOJO. G., 1980)

3.2.13 *Obtención de bioetanol a partir de lacto suero.*

La leche por regla general sufre una fermentación láctica (la mayoría de los productos lácteos) que produce algunas bebidas alcohólicas. El proceso es alimentado por la lactosa (azúcar natural de la leche) y por la enzima lactasa que segregan algunas levaduras específicas. La fermentación láctica y etílica es muy sensible a la temperatura y suele denominarse fermentación heterolecita. Entre las bebidas lácteas que han sufrido una fermentación etílica se encuentra una bebida denominada koumiss, que se elabora mediante la adición de sacarosa (caña de azúcar), a la leche pasteurizada y suele proporcionar bebidas de bajo contenido alcohólico, oscila entre un 1 a 3 %, el micro organismo responsable de este proceso es el lactobacillus bulgaricus. Se denomina a veces como: “vino de leche” y posee un aspecto grisáceo. En estas bebidas lácteas la fermentación láctica se produce al mismo tiempo que la alcohólica, cooperando ambas en un complejo proceso interrelacionado. Otras de las bebidas es el Kéfir, que contiene una cierta cantidad de etanol, que puede oscilar entre un 0,040 a 0,3%, su bajo contenido se debe a la relativamente altos niveles de pH que paran el proceso fermentativo alcohólico. (LECHE)

3.2.14 *Almacenamiento de etanol*

Respecto del transporte y almacenaje del etanol, su propensión a absorber agua ha sido motivo de preocupación al igual que la corrosión. Generalmente no se necesita de almacenamiento especial y de equipamiento de abastecimiento en las instalaciones de llenado de etanol, pues el etanol seco es compatible con el acero. Sólo ciertos estanques de fibra de vidrio y algunos revestimientos del estanque pueden no ser compatibles. Las actuales distribuciones del combustible y sistemas de almacenamiento no son a prueba de agua, y el agua tiene propensión a acarrear impurezas en ella. El etanol no será degradado de forma importante por pequeñas porciones de agua limpia, aunque la 24 adición de ésta diluye su valor como un combustible. En parte, por esta razón, se espera que el uso

primario del etanol en el sector del transporte sea como un aditivo de combustible para los combustibles convencionales. Los dispensadores de combustible deben tener elastómeros adecuados para el etanol y no deben usarse componentes de aluminio corriente. (ETANOL, 2012)



Figura 10-3: alcohol obtenido laboratorio de Procesos Industriales

Realizado por: CARGUA, José, 2017

3.2.25. *Perfume*

El nombre de perfume o perfumes proviene del latín "per", por y "fumare", producir humo, haciendo referencia a la substancia aromática que desprendía un humo fragante al ser quemado, usado para sahumar. En la actualidad, la palabra perfume se refiere al líquido aromático que usa una mujer o un hombre, para desprender olores agradables.

El perfume es una mezcla de aceites esenciales aromáticos, alcohol y un fijador, utilizado para proporcionar un agradable y duradero aroma a diferentes objetos pero, principalmente al cuerpo. (PERFUMES)



Figura 11-3: elaboración del perfume en el laboratorio de Procesos Industriales

Realizado por: CARGUA, José, 2017

- Validar el proceso mediante las condiciones físico químicas de los perfumes, según la norma NTE INEN 2867 (2015-03)

3.3. CALCULOS

3.3.1. Cálculos del fermentador

3.3.1.1. *Dimensionado del equipo*

3.3.1.2. *Determinación del diámetro interno del reactor*

$$Dr = \frac{\sqrt[3]{4 * (0,10)}}{\pi} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$Dr=0,53m$$

3.3.1.3. Determinación de la altura del reactor

$$ht=Dr \text{ Ecuación 2}$$

$$ht=0,53m$$

$$hr=ht+hfs$$

3.3.1.4. Aplicación del factor de seguridad

$$hfs=31\% (hr) \text{ Ecuación 3}$$

$$hfs=31\% (0,53)$$

$$hfs=0,164 m$$

$$hr=ht+hfs \text{ Ecuación 4}$$

$$hr=0,53m+0,164m$$

$$hr=0,69m$$

3.3.1.5. Determinación del volumen máximo del reactor

$$Vmax=\pi*\left(\frac{0,53m}{2}\right)^2*0,69m \text{ Ecuación 5}$$

$$Vmax=0,15m^3$$

3.3.1.6. Dimensionamiento del sistema de mezclado

Diámetro total de las paletas

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

$$Da = \frac{0.53}{3}$$

$$Da = 0.18m$$

3.3.1.7. *Altura de las paletas desde el fondo del reactor hasta la mitad de las láminas*

$$H=Da \text{ Ecuación 7}$$

$$Dr=0,18m$$

3.3.1.8. *Ancho de las paletas*

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

$$W = \frac{0.18}{5}$$

$$W=0,036m$$

3.3.1.9. *Largo de las paletas*

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

$$L = \frac{0.18}{4}$$

$$L=0,045m$$

3.3.1.10. *Ancho de las placas deflectoras*

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

$$J = \frac{0.53}{12}$$

$$J = 0.044m$$

3.3.2. *Cámara de calefacción*

3.3.2.1. *Diámetro de la chaqueta de calentamiento*

$$D_c = D_r + 0,3 * D_r \quad \text{Ecuación 11}$$

$$D_c = 0,53 + (0,3 * 0,53)$$

$$D_c = 0,69 \text{ m}$$

3.3.2.2. *Espesor de la cámara de calentamiento*

$$E_c = \frac{D_c - D_r}{2} \quad \text{Ecuación 12}$$

$$E_c = \frac{0,69 - 0,53}{2}$$

$$E_c = 0,08 \text{ m}$$

3.3.2.3. *Altura de la cámara de calentamiento*

$$h_c = h_r + E_c \quad \text{Ecuación 13}$$

$$h_c = 0,69 + 0,08$$

$$h_c = 0,77 \text{ m}$$

3.3.2.4. *Calculo del volumen total del reactor*

$$V_t = \pi * \left(\frac{D_r}{2}\right)^2 * h_c \quad \text{Ecuación 14}$$

$$V_t = \pi * \left(\frac{0,69}{2}\right)^2 * 0,77$$

$$V_t = 0,29 \text{ m}$$

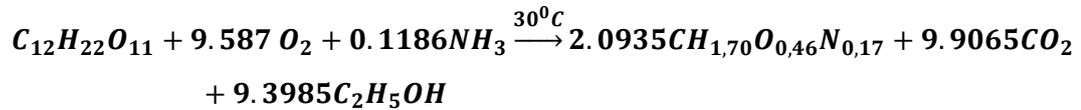
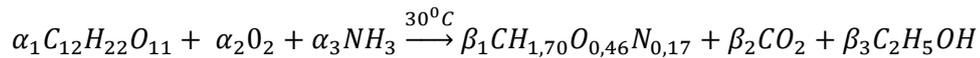
3.3.2.5. *Calculo del volumen de la cámara de calentamiento*

$$V_c = V_t - V_{max} \text{ Ecuación 15}$$

$$V_c = 0,29 - 0,14$$

$$V_c = 0.15 m^3$$

3.3.3. *Balance de materia*



$$f_{C_{12}H_{22}O_{11}} = V * r_f \text{ Ecuación 16}$$

$$f_{C_{12}H_{22}O_{11}} = 100L * 0.001 \frac{mol}{L * h}$$

$$f_{C_{12}H_{22}O_{11}} = 1 \frac{mol}{h} * \frac{342,01g C_{12}H_{22}O_{11}}{1mol C_{12}H_{22}O_{11}}$$

$$f_{C_{12}H_{22}O_{11}} = 342,010 \frac{g}{h}$$

$$f_{O_2} = 306,592 \frac{g}{h}$$

$$f_{NH_3} = 2,016 \frac{g}{h}$$

$$f_{CH_{1,70}O_{0,46}N_{0,17}} = 49,061 \frac{g}{h}$$

$$f_{CO_2} = 435,671 \frac{g}{h}$$

$$f_{C_2H_5OH} = 169,080 \frac{g}{h}$$

Tabla 3.8 Corrientes de alimentación y descarga en el equipo.

TIPO DE CORRIENTE	COMPONENTE	FLUJO	FLUJO
		(g/h)	(Kg/h)
ALIMENTACION	$C_{12}H_{22}O_{11}$	342,010	0,35
	O_2	306,592	0,32
	NH_3	2,016	0,00
DESCARGA	$CH_{1,70}O_{0,46}N_{0,17}$	49,061	0,06
	CO_2	435,671	0,45
	C_2H_5OH	169,080	0,18

Realizado por: CARGUA, José, 2017

3.3.4. Balance energético

3.3.4.1. Determinación del régimen de flujo

$$N_{RE} = \frac{\rho N d^2}{\mu} \text{ Ecuación 17}$$

$$N_{RE} = \frac{995,71 \text{ Kg}/m^3 * 0,33 \text{ 1/s} * (0,18m)^2}{0,000798 \text{ Kg}/m * s}$$

$$N_{RE} = 13341.01669$$

$$P = k \rho N^3 d^5 \text{ Ecuación 18}$$

$$P = 1,70 * 995,71 * (0,33)^3 * (0,18)^5$$

$$P = 0,011494395 \text{ W}$$

$$\varepsilon = \frac{P}{P_c} * 100 \text{ Ecuación 19}$$

$$P_c = \frac{P}{\varepsilon} * 100$$

$$P_c = \frac{0,011494}{80} * 100$$

$$P_c = 0,014 \text{ W}$$

3.3.4.2. *Determinación del calor consumido*

$$Q_{ca} = Q_{pe}$$

3.3.4.3. *Determinación del calor perdido*

$$Q_{PE} = 2\pi kH \frac{(T_i - T_e)}{\ln(r_e/r_i)} \text{ Ecuación 20}$$

$$Q_{PE} = 2 * 3,1416 * 15,1 \text{ W/K} * m * 0,53 \text{ m} \frac{(286\text{k} - 303\text{k})}{\ln(0,256\text{m}/0,255\text{m})}$$

$$Q_{ca} = Q_{PE} = 208777 \text{ W}$$

3.3.4.4. *Calculo de la energía total suministrada al equipo*

$$E = Q_{pe} + P_c \text{ Ecuación 21}$$

$$E = 208777 \text{ W} + 0,010 \text{ W}$$

$$E = 208777,01 \text{ W}$$

$$E = 208,77701 \text{ KW}$$

3.3.5 *Calculo del balance energético del caldero*

3.3.5.1. *Cálculo del flujo del calor de suministrado*

Para este proceso se emplea:

$$Q_m = K \times A \times (T_p - T_f) \text{ Ecuación 22}$$

$$Q_m = 16,30 \times 0,164 \times (70-20)$$

$$Q_m = 133,66 \text{ W} \times \frac{1\text{KW}}{1000\text{W}} \times \frac{1\text{Kcal}}{0,001163\text{KW}} = \mathbf{114,92 \text{ Kcal/h}}$$

3.3.5.2. *Flujos del calor total que sale de la caldera*

Para este proceso se emplea:

$$Q = Q_{H_2O} + Q_m \text{ Ecuación 23}$$

$$Q = 23,90 + 115,08$$

$$Q = \mathbf{138,98 \text{ Kcal/h}}$$

3.3.5.3. *Coefficiente global de transferencia de calor*

Para este proceso se emplea:

$$Q = A \times U \times \Delta T$$

$$U = \frac{Q}{A \times (T_P - T_F)} \text{ Ecuación 24}$$

$$U = \frac{115,08}{(0,163) (70 - 20)} = 14,12 \frac{J}{m^2 \times s \times ^\circ C}$$

3.3.6. *DISEÑO DEL DESTILADOR*

3.3.6.1. *Cálculo del calor latente medio (λ_f)*

$$(\lambda F) = \sum X_i \lambda Y_i \text{ Ecuación 25}$$

$$(\lambda F) = (0,51 * 90) + (0,50 * 70)$$

$$(\lambda F) = 80,9 \text{ Kcal/Kg}$$

3.3.6.2. *Cálculo del parámetro de alimentación*

$$f = \frac{Cp(Tb-Tf)}{\lambda F} \text{ Ecuación 26}$$

$$f = \frac{0,58(20 - 70)}{80}$$

$$f = -0,356$$

3.3.6.3. *Cálculo de la pendiente*

$$m = \frac{(1-f)}{f} \text{ Ecuación 27}$$

$$m = \frac{(1 - 0,356)}{-0,356}$$

$$m = 3,80$$

3.3.6.4. *Cálculo de la relación de reflujo mínimo*

$$-\frac{X_D}{R_{Dmin+1}} \text{ Ecuación 28}$$

$$-\frac{X_D}{R_{Dmin+1}} = 0,71$$

$$X_D = 0,71 (R_{Dmin+1})$$

$$0,85 = 0,71R_{Dmin} + 0,71$$

$$0,85 - 0,71 = 0,71 R_{Dmin+1}$$

$$\frac{0,15}{0,71} = R_{Dmin+1}$$

$$R_{Dmin+1} = 0,211$$

Con el valor hallado de trazamos la recta de rectificación partiendo desde el punto de Xd

3.3.6.5. Cálculo o de la relación de reflujo total

$$RT = k * R_{Dmin} \text{ Ecuación 29}$$

$$RT = 2 * 0,211$$

$$RT = 0,422$$

3.3.6.6. Cálculo de la temperatura promedio de la columna

Tabla 3-9 Datos de temperatura

Temperatura (C)
20
78
90
75
140
75
85
155

Realizado por: CARGUA, José, 2017

$$T = \frac{\sum Ti}{8} \text{ Ecuación 30}$$

$$T = \frac{\sum Ti}{8}$$

$$T = 89.75 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3.3.6.7. *Cálculo del caudal de vapor*

$$V = D (1 + R) \text{ Ecuación 31}$$

$$V = 7,6 (1 + 0,44)$$

$$V = 10,94 \text{ Kg/h}$$

3.3.6.8. *Cálculo del caudal de vapor medio*

$$V = V - F_f \text{ Ecuación 32}$$

$$V = 10,94 \text{ Kg/h} - (-0,36 * 30)$$

$$V = 21,74 \text{ Kg/h}$$

3.3.6.9. *Cálculo de la Longitud*

$$L = (N - 1) d + 1,5d + 2d \text{ Ecuación 33}$$

$$L = (7-1) 0,1 * 0,16 + 2 * 0,16$$

$$L = 1,58 \text{ m}$$

3.3.7. *Calculo del balance de masa*

3.3.7. *Destilado (alcohol crudo 75 °gl)*

3.3.7.1 *Cálculo del balance de masa*

$$F = W + D \text{ Ecuación 34}$$

$$30 = W + 4,1$$

$$W = 25,9 \text{ kg/L}$$

3.3.7.2. *Calculo del balance parcial de la masa del alcohol.*

$$FX_F = WX_W + DX_D \text{ Ecuación 35}$$

$$30(0,20) = 0,80D$$

$$D = 7,5 \text{ kg/L}$$

3.3.7.3. *Calculo de la capacidad calorífica media*

$$(\overline{Cp}) = \sum X_i C_{pi} \text{ Ecuación 36}$$

$$(\overline{Cp})_{inicial} = 0,69 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}}$$

$$(\overline{Cp})_{final} = 0,63 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}}$$

3.3.7.4. *Balance de energía*

3.3.7.4.1. *Balance para el condensador*

$$\dot{Q}_{gana \text{ el agua}} = -\dot{Q}_{pierde \text{ la mezcla}} \text{ Ecuación 37}$$

$$\dot{Q} = \Delta \dot{H} = \dot{m} C_p \Delta T$$

$$\dot{Q} = 30 (0,86 * 76 + 0,16 * 90)$$

$$\dot{Q} = 2392,8 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

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

$$-\dot{m}_{agua} = \frac{-4,1(0,63)(78-89)}{1(78-89)}$$

$$\dot{m}_{agua} = 0,898 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

3.3.7.4.2. Cálculo del Calor Suministrado

$$Q_B + H_F = Q_C + H_D + H_W \text{ Ecuación 38}$$

3.3.7.5. Cálculo de la entalpía de alimentación

$$H_F = \dot{m}_{\text{mezcla inicial}} * \overline{Cp} \Delta T \text{ Ecuación 39}$$

$$H_F = (30) * (0,81) * (83 - 15)$$

$$H_F = 1,652 \text{ kcal/mol}$$

3.3.7.5.1. Cálculo de la Entalpía del Residuo

$$H_W = Cp + \Delta T \text{ Ecuación 40}$$

$$H_W = 0.22 * 0.50 * (154 - 20)$$

$$H_W = 14,74 \text{ kcal/h}$$

Reemplazando en la ecuación se tiene:

$$Q_B = Q_C + H_F - H_W \text{ Ecuación 41}$$

$$Q_B = 2392,8 + 1,652 - 14,74 \text{ kcal/h}$$

$$Q_B = 2379,712 \text{ kcal/h}$$

3.3.7.6. Cálculo de la entalpía del destilado

$$H_D = \dot{m}_{\text{mezcla final}} * \overline{Cp} \Delta T \text{ Ecuación 42}$$

$$H_D = -33,050 \text{ kcal/mol}$$

3.3.7.7. *Calculo de la entalpia del residuo*

$$H_W = \dot{m}_w * C_{p_{agua}} \Delta T \text{ Ecuación 43}$$

$$H_W = 28,75 \text{ kcal/mol}$$

3.3.7.8. *Calculo del rendimiento de la columna*

$$\text{Rendimiento} = \frac{V_{salida}}{V_{entrada}} * 100\% \text{ Ecuación 44}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{25.9L}{30.5L} * 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 84,91\%$$

3.3.7.9. *Calculo del calor perdido*

$$Q_{sale} = \Delta H = H_W + H_D - H_F \text{ Ecuación 45}$$

$$Q_{sale} = \Delta H = 28,75 + (-33,050) - (2669,28)$$

$$Q_{sale} = -2674,57 \text{ kcal/mol}$$

3.3.7.10. *Cálculo de la eficiencia del equipo*

$$\text{Eficiencia} = \frac{Q_{entra} - Q_{sale}}{Q_{entra}} * 100\% \text{ Ecuación 46}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{3402,448 - 2674,57}{3402,448} * 100\%$$

$$\text{Eficiencia} = 21,39\%$$

3.3.7.11. *Resultados del destilado*

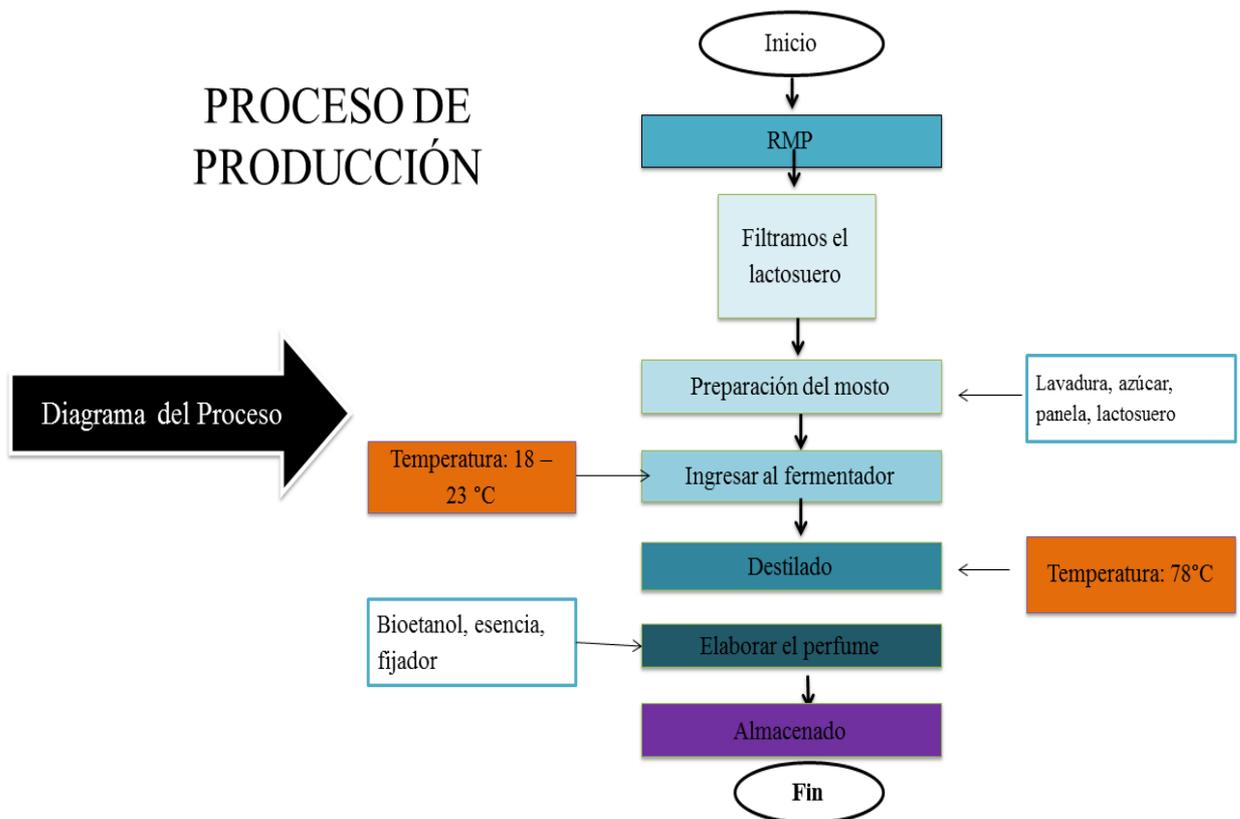
Tabla 3-10 Resultados de la Determinación de la Velocidad de Sedimentación

W(kg/h)	D (kg)	Cp _{inicial} (kcal/kgC)	Cp _{final} (kcal)	H _F (kcal/mol)
25,9	7,5	0,68	0,62	2669,28
H _D (kcal/mol)	H _w (kcal/mol)	Rendimiento %	Qsale(kcal)	Eficiencia %
-33,050	28,75	84,91	-2674,57	21,93

Realizado por: CARGUA, José, 2017

3.4 *PROCESO DE PRODUCCIÓN*

3.4.1. *Diagrama de flujo*



3.4.2. *Análisis y discusión de resultados*

El lactosuero tomado de la empresa San José es idóneo para la utilización como materia prima, cumpliendo con los límites permitidos de la norma NTE INEN 2594, establecidas para la caracterización de suero lácteo líquido.

Para la obtención de bioetanol a partir de lactosuero se realizó el mosto, con la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, para poder tener un buen alcohol la temperatura adecuada es de 18 – 23 °C, si esta baja o sube no se podrá tener un buen alcohol ya que si baja las levaduras van a trabajar más lentamente y se va a demorar más el degradar los azúcares, pero si sube la temperatura las levaduras van a trabajar más rápido y esto va hacer que se cansen o no van a producir un buen alcohol.

La fermentación se realizó con éxito, es decir se llevó a cabo la siembra, propagación de las levaduras en condiciones óptimas, produciendo un 8% de alcohol, con un grado alcohólico de 2 °GL en el mosto y lo que me permite destilar, todo esto está dentro de las condiciones que se plantearon,

En la práctica realizada se identificó mediante cálculos de ingeniería que el proceso requiere de una cantidad de vapor de agua de calidad suministrado por una caldera para que la torre de destilación pueda llegar a una temperatura 78 °C cual es el punto de ebullición del Bioetanol, esta es la adecuada e inicie la condensación por arrastre de vapor, al trabajar con una caldera con una presión que no debe sobrepasar los 45 PSI nos asegura de tener vapor de calidad para el proceso.

Mediante las entalpías tanto de alimentación, residuo y destilado se obtiene el calor liberado el cual es menor al suministrado esto me permite conocer la eficiencia del equipo ya que mide la cantidad de pérdida de energía que me provoca dicho equipo la eficiencia es de 84,91 %, lo cual muestra que es medio y comparando con el rendimiento del proceso 8,33% para elevar los grados alcohólicos de 2 a 78°GL y obtener 4.1 litros , para ellos se requirió mucha energía pero se ganó mucho en grados alcohólicos.

El perfume obtenido se le realizó pruebas físico-químicas y microbiológicas dando como resultado, pH (T: 20.3 °C) de 6,59. Los microbiológicos *Escherichia Coli*, *Aureu*, *Pseudomona Aeruginosa*, Aerobios Totales: AUSENCIA. Además se envió muestras u un laboratorio certificado para que sean analizadas todas las especificaciones de la norma NTE INEN 2867 (2015-03). “perfumes” debido a que todos los parámetros analizados están dentro de los límites permitidos, se garantizó la calidad y estabilidad del producto haciéndolo apto para la aplicación industrial.

3.4.5. *Elaboración del perfume*

Una vez realizado el bioetanol del lactosuero procedemos a realizar nuestro producto (perfume), con los siguientes materiales.

➤ ***Materiales***

- Probeta de 100 mL
- Probeta de 50 mL
- Vaso de precipitación 250 mL
- Balanza
- Bioetanol
- Fijador
- Escencia
- Varilla de agitación

➤ **Método para preparar 6 Onza (180 mL) de perfume:**

En la probeta de 50 mL se adiciona 30 mL de la escencia del perfume a preparar, por otra parte en la otra probeta de 100 mL medimos 150 mL de bioetanol y 3 gramos de fijador. Cada uno de estos se vierte en el vaso de precipitación de 250 mL en donde los dos ingredientes se mezclan y se agita hasta homogenizar con la varilla de agitación, una vez lista la mezcla procedemos a colocar en el envase, se tapa, se agita y listo.” (PERFUMES E. D.)



Figura 13.3 Realización del perfume

Realizado por: CARGUA, José, 2017



Figura 14.3 Perfume

Realizado por: CARGUA, José, 2017

3.5. Propuesta

3.5.1. Presupuesto

La quesera San José (quesera) es la interesada en este proyecto porque tiene lactosuero y necesita implementar maquinarias para tener un producto de este.

Aquí tenemos los costos reales de análisis de laboratorio de la materia prima, equipos, mano de instalación y producción, para la elaboración de bioetanol y posteriormente los perfumes.

Tabla 11-3: Costos para la implementación de la planta de producción

COSTOS	TOTAL
Equipos	29 635.6
Materia Prima	396
Análisis físico-químicos y microbiológicos	4269
Mano de obra	1300
TOTAL	35600.6

Realizado por: Cargua J., ESPOCH 2017

Los ingresos, egresos y totalidad de ganancias se realizaron considerando la materia prima.

Solo el proceso productivo del perfume del bioetanol del lactosuero puesta en marcha costará \$ **26 555** realizando los costos de producción de la planta en genera es de \$ **32 520** eso indica que la cantidad de dinero invertida en la planta se logrará recuperar al cabo de unos ocho años aproximadamente.

CONCLUSIONES

- Al lactosuero seleccionado se le realizó la caracterización física-químicos y microbiológicos, dando como resultado (4.1 % de lactosa; 0,87 proteína; 0,28 grasa; 0,55 ceniza; 0,421 acidez y un pH de (5,0 a 6,4%). Estos valores se encuentran en el rango permitido para utilizarlos como referencia y considera una calidad en este lactosuero.
- Se puede concluir que la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, es un microorganismo adecuado para la producción de bioetanol a partir del lactosuero, este microorganismo es capaz de sintetizar de forma eficiente la lactosa y tomar la glucosa como fuente de energía para su crecimiento, y así realizar la fermentación para producir bioetanol, tomando en cuenta una temperatura de operación de 18 – 23 ° C, con una velocidad de agitación de 20 RPM.
- En el destilador se obtiene el bioetanol del lactosuero con una alimentación de 30 litros con una concertación de mosto de 80 % de lactosuero, y 20 % ingredientes, se tiene el bioetanol en 22 horas con un grado alcohólico del 78 °GL, y cumple con los parámetros de calidad especificados en la norma NTE INEN 0376 (2012). “bioetanol”.
- Las variables del proceso de destilado del lactosuero son: temperatura 78 °C, presión de vapor de 45- 55 psi, 50% de la capacidad de la bomba, 80%, 20% concentración inicial del lactosuero e ingredientes, pH 5,0 a 6.4. Una vez analizado el bioetanol, este cumple con los requisitos del alcohol etílico, lo que tenemos, °GL= 78, Acidez total,= 0,025, Esteres= 0,020, Aldehídos= 0,003, Furfural= 0,003, Alcoholes superiores= 0,009, Metanol= 0,25, que estos valores están dentro de la norma NTE INEN 0376 (2012).
- Se valida el proceso tomando en cuenta el destilador que se encuentra en el laboratorio de Procesos Industriales con un rendimiento del 84,91%, lo cual muestra que es medio y comparando con el rendimiento del proceso 8,33%. Evaluando así que el proceso de producción de bioetanol funciona de manera correcta.

RECOMENDACIONES

- Los resultados obtenidos durante la realización del presente proyecto servirá como base para continuar con una serie de investigaciones de interés actual, diversificando así el uso del lactosuero, evitando la contaminación y dejando de lado el uso de consumo animal.
- Se debe evitar el contacto directo de las manos del operario con materias primas y productos, durante las operaciones de fabricación
- Revisar previamente el equipo y comprobar su correcto funcionamiento, verificar la salida de vapor del caldero, el suministro de energía y que las variables del proceso estén correctamente digitadas, lo que garantiza el correcto arranque y funcionamiento del equipo..
- Evaluar la obtención de etanol a partir de la fermentación de suero láctico en volúmenes mayores.
- Efectuar estudios adicionando con otro microorganismo distinto (como puede ser el *kluveromyces fragilis* y melaza.

BIBLIOIGRAFIA

1. **AMERINE, Antony. & OUGH, Sebastian.** Análisis de vinos y mostos. Zaragoza – España: Acribia, S.A, 1976. pp. 18.
2. **BENEFICIOS DEL SUERO DE LECHE.** Quinet.com. [En línea] 2012.
[Consultado: 2016/11/10]
<http://www.quiminet.com/articulos/descubra-los-beneficios-que-el-suero-de-leche-le-aporta-a-su-salud-3407541.htm>.
3. **BREANNAN, Jiménez. et al. BUTTERS Josué. COWELL, Nicolás.** Las Operaciones de la ingeniería de Alimentos. 2ª ed. Zaragoza-España: Applied Science Publishers Ltd, 1980, pp. 129-138.
4. **BRITO, Hannibal.** Texto Básico de Operaciones Unitarias I, Riobamba- Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2006, pp. 77-97.
5. **BRITO, Hannibal.** Texto Básico de Operaciones Unitarias I. 2ª. edición, Riobamba- Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., 2006, pp. 20-21.
6. **BRITO, Hannibal.** Texto Básico de Operaciones Unitarias III. Proceso de Secado. Riobamba- Ecuador: Editorial Politécnica de Chimborazo, 2001, pp. 16
7. **BRITO, Hannibal.** Obtención de Alcohol apartir de remolacha. (**Artículo Científico**) Riobamba-Ecuador: s.n, 2016, pp. 24.
8. **CENGEL, John; & YUNUS, Arturo.** Mecánica de Fluidos Fundaments y Aplicaciones. 2ª ed. México: McGraw-Hill S.A. DE C.V, 2012, pp. 10-51.
9. **COMPLEMENTO NUTRICIONAL DEL SUERO.** Complementos Nutricionales, [En línea] 2011.
[Consultado: 2016/11/11]
<http://dietetica.casapia.com/complementos-nutricionales-o-alimentarios/el-suero-de-leche-informacion.html>.

10. **CHUQUÍN VASCO, Daniel Antonio.** Hetween [En línea] 2013. [Consultado: 2016-11-25] (TESIS) ESPOCH, Ciencias, Ingeniería Química, Riobamba-Ecuador. pp. 2-57.
Disponible: <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/2528/1/96T00210.pdf>

11. **ELABORACION DE PERFUMES.** [En línea] 2014.
[Consultado: 2017/ 01/23].
<http://www.abc.es/sociedad/20140215/abci-como-fabricar-perfume-201402141559.html>

12. **HERRMANN, Wilian.Andres.** Shynthetic Methods of Organometallic and Inorganic Chemistry. 5a. ed, USA. Theime. 1996, pp. 345-378.

13. **HIMMELBLAU, Daniel.**, Principios Básico y Cálculos en Ingeniería Química., 2a.ed., México., Prentice Hall., 1996., Pp. 141-143.

14. **Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2867 Productos Cosméticos. Requisitos.** [En línea] 2015.
[Consultado:2017/01/23].
http://www.normalizacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2015/2015/ACO/27022015/nte_inen_2867.pdf

15. **KATRITZKY, Ángel.** Comprehensive Organic Fuctional Groups Transformations. 3a. ed, Distrito Federal-México. Continental S.A. 1991, pp. 580.

16. **LÓPEZ, Jorge. Carlos.** Curso de ingeniería química. Barcelona: Reverté, S. A. 1991. pp. 36

17. **ROMERO, Jhon. (1999).** Potabilizacion del agua. Mexico D:F.: Alfaomega. pp. 245-280

18. **SCHLEGEL, George.** Microbiologia general. Barcelona: Omega. pp. 231-260

19. **TREYBAL, Robert E.** Operaciones de Transferencia de Masa. 2da ed. México DF-México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A de C.V, 1988, pp 378-510

20. **McCABE, Willian., & SMITH, Juan. Pablo.** Operaciones Unitarias en Ingenieria Quimica. Madrid: McGraw-Hill. pp. 370-400

21. **McCABE, Smith; et al. Harriott.** Operaciones Unitarias en Ingeniería Química. Filtración. 6^a ed. Mexico : McGRAW-HILL/INTERAMERICANA,S.A. de C.V, 2002, pp. 1070-1088.

22. **OCÓN, Jose & TOJO, Gabriel.** Problemas de Ingeniería Química. Operaciones Básicas. 1era. Madrid: Aguilar, 1972. pp. 280-290.

23. **PERFUMES.** Como elaborar perfumes. [En línea] 2014.
[Consultado: 2017/ 01/23].
<https://es.wikipedia.org/wiki/Perfume>

24. **MÉNDEZ, Ángelez.** La Guia Química. Fermentación. [En línea]. 7 de Enero de 2011.
[Consulta: 8 de Diciembre de 2016].
<http://quimica.laguia2000.com/general/fermentacion>.

25. **MORRISON, Robert; & BOYD, Robert.** Química Orgánica. Propiedades físicas de alcoholes. 5^a ed. México: Addison Wesley Iberoamericana S.A, 1990, pp. 625-630.

ANEXOS

ANEXO A: Análisis físico-químico y microbiológico del lactosuero



a)



b)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por Calificar	ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUÍMICA JOSE CARGUA	Obtención de bioetanol para, elaborar perfumes		
a) Materiales para medicion b) analisis de los grados brix			Lámina	Escala	Fecha
			1	A4	10/03/2017

ANEXO B: Análisis físico-químico y microbiológico del lactosuero



b)



b)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por Calificar	ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUÍMICA JOSE CARGUA	Obtención de bioetanol para, elaborar perfumes		
a) Conductividad del lactosuero			Lámina	Escala	Fecha
b) Densidad del lactosuero			2	A4	10/03/2017

ANEXO C: Análisis físico-químico y microbiológico del lactosuero



a)



b)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUÍMICA JOSE CARGUA	Obtención de bioetanol para, elaborar perfumes		
a) Viscosidad del suero	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar		Lámina	Escala	Fecha
b) pH del suero	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información		3	A4	10/03/2017

ANEXO D: Preparación del mosto



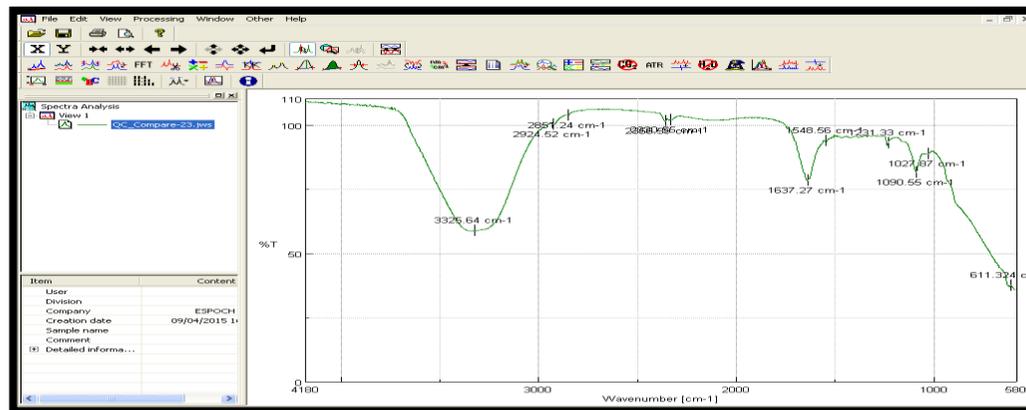
a)



b)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUÍMICA JOSE CARGUA	Obtención de bioetanol para, elaborar perfumes		
a) Lactosuero en el fermentador	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar		Lámina	Escala	Fecha
b) preparación del mosto	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información		4	A4	10/03/2017

ANEXO E: Espectrofotometría infrarrojo de la muestra del lactosuero



a)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	Obtención de bioetanol para, elaborar perfumes			
a) espectrofotometría del lactosuero	<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUÍMICA JOSE CARGUA	Lámina	Escala	Fecha
	<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Por Aprobar		5	A4	10/03/2017
	<input type="checkbox"/> Por Calificar	<input type="checkbox"/> Para Información				

ANEXO F: Equipos



a)



b)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	Obtención de bioetanol para, elaborar perfumes		
a) Fermentador b) destilador	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar <input type="checkbox"/> Por Calificar	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUÍMICA JOSE CARGUA	Lámina	Escala	Fecha
			7	A4	10/03/2017

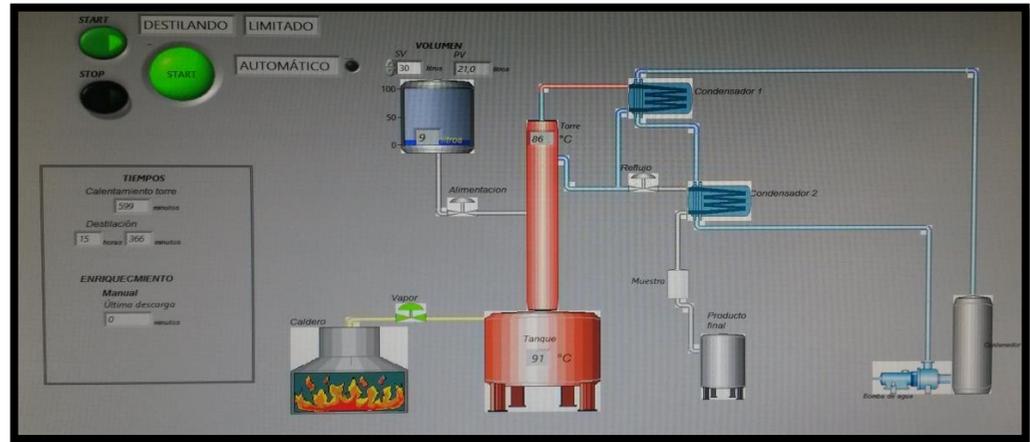
ANEXO G: Grados alcohólicos (°GL)



a)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	Obtención de bioetanol para, elaborar perfumes		
a) Grados alcohólicos	<input type="checkbox"/> Certificado	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUÍMICA JOSE CARGUA	Lámina	Escala	Fecha
	<input type="checkbox"/> Aprobado		8	A4	10/03/2017
	<input type="checkbox"/> Por Calificar				
	<input type="checkbox"/> Por Eliminar				
	<input type="checkbox"/> Por Aprobar				

ANEXO H: Calentamiento de la torre de destilación



a)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	Obtención de bioetanol para, elaborar perfumes		
a) esquema del destilador automático	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUÍMICA JOSE CARGUA	Lámina	Escala	Fecha
	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar		9	A4	10/03/2017
	<input type="checkbox"/> Por Calificar <input type="checkbox"/> Para Información				

ANEXO I: Alcohol obtenido



a)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	Obtención de bioetanol para, elaborar perfumes			
a) alcohol industrial obtenido	<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUÍMICA JOSE CARGUA	Lámina	Escala	Fecha
	<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Por Aprobar		11	A4	10/03/2017
	<input type="checkbox"/> Por Calificar Información	<input type="checkbox"/> Para				

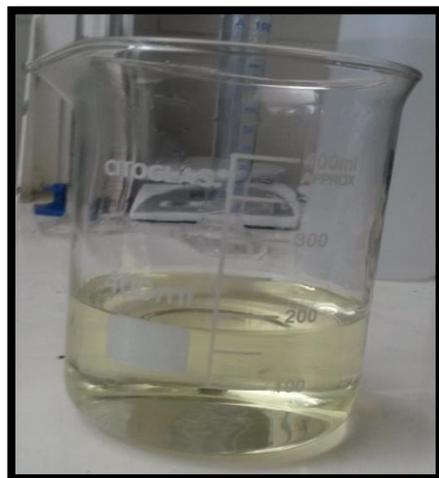
ANEXO J: Materiales para la elaboración del perfume



a)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUÍMICA JOSE CARGUA	Obtención de bioetanol para, elaborar perfumes		
a) materiales para elaborar el perfume	<input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por Eliminar		Lámina	Escala	Fecha
	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por Aprobar		12	A4	10/03/2017
	<input type="checkbox"/> Por Calificar Información <input type="checkbox"/> Para				

ANEXO K: Perfume



a)



B)

NOTAS:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	Obtención de bioetanol para, elaborar perfumes		
a) Perfume	<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por Eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUÍMICA JOSE CARGUA		
	<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Por Aprobar			
	<input type="checkbox"/> Por Calificar		Lámina	Escala	Fecha
			13	A4	10/03/2017

ANEXO L: Análisis del lactosuero



LABORATORIOS GUIMO

Control de calidad

INFORME DE ANÁLISIS Nº. ALS – 160921 – FQ

EXAMEN BROMATOLÓGICO DE ALIMENTO

CLIENTE: José Cargua

TIPO DE MUESTRA: Suero Lácteo

FECHA DE MUESTREO: 22 de noviembre del 2016

FECHA DE RECEPCIÓN: 22 de noviembre del 2016

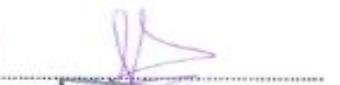
EXAMEN FISICO:

- COLOR: amarillento
- OLOR: lacteo
- ASPECTO: homogéneo, libre de sustancias extrañas

DETERMINACIONES	UNIDAD	MÉTODOS DE ANÁLISIS	VALOR ENCONTRADO
Lactosa	%	AOAC 984.15	4.1
Proteína	%	NTE INEN 16	0.87
Grasa	%	NTE INEN 12	0.28
Ceniza	%	NTE INEN 14	0.55
Acidez	%	NTE INEN13	0.421
PH	Unidad	AOAC 973.41	6.4
*Brix	%	NTE INEN 398	7.0


Responsable de análisis




Responsable **Daniela Acosta**
GUIMO

Este informe no podrá ser reproducido total, parcialmente, sin autorización escrita del laboratorio

Parroquia Huambalo, sector la Florida

Pelileo – Ecuador

Tel/s: (03)2864722/2864709

ANEXO M: Análisis del lactosuero



LABORATORIOS GUIMO
Control de calidad

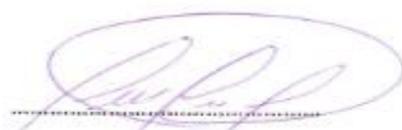
INFORME DE ANÁLISIS N°. ALS – 160921 - M

ÁREA MICROBIOLÓGICA

DATOS INFORMATIVO	
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	lactosuero
LOTE NO	LS16921
PRESENTACIÓN	N.A
ELABORADO POR	Empresa quesera San José
FECHA DE ELABORACIÓN	ND
FECHA DE CADUCIDAD	ND
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	liquido, color verdoso, de olor lácteo
CONTENIDO DECLARADO	100 ml
RESPONSABLE DE MUESTREO	José Cargua
FECHA DE RECEPCIÓN	2016 / 09 / 21
FECHA DE ENSAYO	2016 / 09 / 21
FECHA DE REPORTE	2016 / 09 / 23
OBSERVACIÓN	Ninguna

RESULTADOS

PARAMETRO	METODO	RESULTADOS	UNIDAD
Recuento de m.o Aerobios mesofilos Totales	Nte inen 1529-5	97 x 10 ³	Ufc/g
Recursos de escherichia coli	Nte inen 152- 8	8	Ufc/g
Staphylococcus aureus	Nte inen 1529-14	75	Ufc/g
Salmonella/ 25 g	Nte inen 1529-15	Ausencia	Ausencia/presencia
Deteccion de listeria monocytogenes/ 25 g	Iso 11290-1	Ausencia	Ausencia/presencia


Responsable de análisis




BQ.F Daniela Acosta
Responsable de supervisión
GUIMO

Este informe no podrá ser reproducido total, parcialmente, sin autorización escrita del laboratorio
Parroquia Huambalo, sector la Florida
Pelileo – Ecuador
Telfs: (03)2864722/2864709

ANEXO N: Validación del perfume



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-MI.27726

SA 33748a

Cliente:	CARGUA ALCOGER JOSE EDUARDO	Lote:	---
Dirección:	LA Y VIA QUIMIAG-LLUCUT	Fecha Elaboración:	--
		Fecha Vencimiento:	--
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Recepción:	09/03/2017
Muestra de:	PERFUME	Hora Recepción:	11:00
Descripción:	PERFUME	Fecha Análisis:	09/03/2017
		Fecha Entrega:	14/03/2017
		Código:	-----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	LIQUIDO
Contenido Declarado:	250ml
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente nuestro laboratorio

RESULTADO MICROBIOLÓGICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
DETECCION DE E. COLI COSMETICOS	AUSENCIA/PRENCIA	AUSENCIA	MMI-63	INEN 21150
DETECCION S.AUREUS COSMETICOS	AUSENCIA/PRENCIA	AUSENCIA	MMI-61	INEN 22718
DETEC. PSEUDOMONA AERUGINOSA COSMETICOS	AUSENCIA/PRENCIA	AUSENCIA	MMI-67	INEN 22717
RECUENTO AEROBIOS TOTALES COSMETICOS	UFC/mL	<10	MMI-64	INEN ISO 21149

Nota 1: UFC/g= unidades formadoras de colonia por gramo.




Ing. Andres Sarmiento
JEFE DE DIVISION MICROBIOLOGIA

ANEXO O: Validación del perfume



Multianalityca Cia. Ltda

Laboratorio de Análisis y Aseguramiento de Calidad

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.27176

SA 33759a

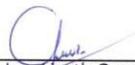
Cliente:	CARGUA ALCOCER JOSE EDUARDO	Lote:	---
Dirección:	LA Y VIA QUIMIAG-LLUCUT	Fecha Elaboración:	--
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Vencimiento:	--
Muestra de:	PERFUME	Fecha Recepción:	10/03/2017
		Hora Recepción:	9:40
		Fecha Análisis:	13/03/2017
Descripción:	PERFUME	Fecha Entrega:	13/03/2017
		Código:	----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Líquido
Contenido Declarado:	250ml
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio

RESULTADO FISICO-QUIMICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
pH (T: 20,3 °C)	----	6.59	MFQ-333	INEN ISO 4316




 Ing. Lizeth Guevara
 JEFE DIVISION FISICO-QUIMICO