



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBRAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

OBTENCIÓN DE ETANOL A PARTIR DE LA MANDARINA (*Citrus reticulata*) Y DE LA REMOLACHA (*Beta vulgaris*) MEDIANTE LA REPOTENCIACIÓN MANUAL DE LA TORRE DE DESTILACIÓN DE ALCOHOL PARA LA ELABORACIÓN DE GEL ANTIBACTERIAL

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA QUÍMICA

AUTORES: ABIGAIL ESTEFANÍA ARMENDÁRIZ ARMENDÁRIZ

YESSENIA FLOR AUCANSHALA QUITIO

DIRECTORA: MSc. DANIELITA FERNANDA BORJA MAYORGA

Riobamba-Ecuador

2021

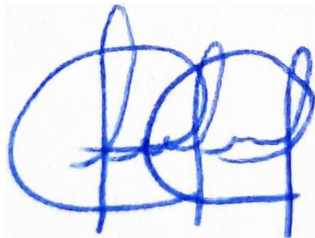
©2021, Abigail Estefanía Armendáriz Armendáriz, Yessenia Flor Aucanshala Quitio

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

Nosotras, Abigail Estefanía Armendáriz Armendáriz y Yessenia Flor Aucanshala Quitio, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos es el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

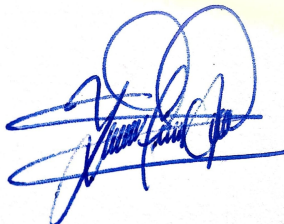
Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 03 de septiembre del 2021



Abigail Estefanía Armendáriz Armendáriz

1804738712



Yessenia Flor Aucanshala Quitio

1804419115

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto Técnico, **OBTENCIÓN DE ETANOL A PARTIR DE LA MANDARINA (*Citrus reticulata*) Y DE LA REMOLACHA (*Beta vulgaris*) MEDIANTE LA REPOTENCIACIÓN MANUAL DE LA TORRE DE DESTILACIÓN DE ALCOHOL PARA LA ELABORACIÓN DE GEL ANTIBACTERIAL**, realizado por las señoritas: **ABIGAIL ESTEFANÍA ARMENDÁRIZ ARMENDÁRIZ** y **YESSENIA FLOR AUCANSHALA QUITIO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. César Arturo Puente Guijarro, PhD PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	_____	2021-09-03
Ing. Danielita Fernanda Borja Mayorga, Mgs DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	_____	2021-09-03
Ing. Marlene Jacqueline García Veloz, Mgs MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	2021-09-03

DEDICATORIA

Este trabajo de Titulación lo dedico con mucho amor a mis padres Joselito Armendáriz y Carmen Armendáriz por su apoyo incondicional durante toda esta etapa. A mi hermano Alexander, recorrer este camino a su lado fue incondicional para culminar esta meta. De manera especial a Juan Pablo, por ser una parte esencial en mi vida y haberme brindado todo su apoyo, comprensión y amor durante este trayecto. Finalmente, a mis abuelitos Manuel y Clemencia, aunque ya no estén a mi lado sé que me cuidan y guían mi camino.

Abigail

Quiero dedicar este trabajo principalmente a Dios por bendecirme durante toda mi vida. A mis queridos padres Ana Lucía Quitio y Miguel Aucanshala por sus consejos, costumbres y valores que influyeron en mi formación moral y académica. A mis hermanos Carlos y Dennys con quienes comparto metas y sueños. A mi amiga Liliana a quién considero una hermana por compartir alegrías y tristezas desde el inicio de mi carrera.

Yessenia

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme la salud y la vida para culminar esta meta. A mi madre por ser el motor de mi vida, y darme todo su cariño y paciencia. A mi hermana María por enseñarme que todo sacrificio tiene su recompensa. A mi compañera y amiga Yessenia por su apoyo y dedicación en este Trabajo de Titulación. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y mis docentes, de manera especial a la Ing. Danielita Borja y a la Ing. Marlene García quienes me asesoraron durante el desarrollo de este trabajo. Finalmente, un agradecimiento especial a los Ingenieros Benjamín Román, Paúl Palmay, Teobaldo Patiño y Marcelo Caluña por su guía y apoyo incondicional.

Abigail

Retribuyo a mis padres por brindarme su apoyo incondicional en el transcurso de mi formación académica. A mis hermanos por compartir sus experiencias conmigo. A mi compañera de tesis por permitirme trabajar mano a mano con ella. A mis amigas por ser mi familia por su lealtad. A la directora y miembro por su orientación en este trabajo, así como a los docentes que me instruyeron durante la carrera. Sobre todos agradezco a Dios por que cada mañana puedo empezar de nuevo.

Yessenia

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	2
1.1 Identificación del Problema	2
1.2 Justificación	2
1.3 Beneficiarios directos e indirectos	3
1.3.1 <i>Beneficiarios directos</i>	3
1.3.2 <i>Beneficiarios indirectos</i>	4
1.4 Localización del proyecto	4
1.5 Objetivos	4
1.5.1 <i>General</i>	4
1.5.2 <i>Específicos</i>	4
CAPÍTULO II.....	5
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	5
2.1 Alcohol etílico	5
2.1.1 <i>Propiedades Físicas y químicas del etanol</i>	5
2.1.2 <i>Aplicaciones del etanol</i>	6
2.2 Materia prima	6
2.2.1 <i>Materias primas usadas para la producción de etanol</i>	6
2.2.2 <i>Mandarina</i>	7
2.2.2.1 <i>Caracterización</i>	7
2.2.2.2 <i>Variedades y taxonomía</i>	7

2.2.3 Remolacha	8
2.2.3.1 <i>Caracterización</i>	8
2.2.3.2 <i>Variedades y taxonomía</i>	8
2.3 Fermentación Alcohólica	9
2.3.1 <i>Historia</i>	9
2.3.2 <i>Aspectos generales</i>	9
2.3.3 <i>Factores que influyen en la fermentación alcohólica</i>	10
2.3.3.1 <i>Composición del sustrato</i>	10
2.3.3.2 <i>Microflora asociada al proceso</i>	11
2.3.3.3 <i>Otros factores</i>	12
2.3.4 <i>Levadura Saccharomyces cerevisiae</i>	12
2.3.4.1 <i>Características generales</i>	12
2.3.4.2 <i>Morfología y taxonomía</i>	13
2.4 Proceso de destilación	14
2.4.1 <i>Antecedentes</i>	14
2.4.2 <i>Definición</i>	15
2.4.3 <i>Tipos</i>	15
2.4.3.1 <i>Destilación simple</i>	15
2.4.3.2 <i>Destilación fraccionada</i>	15
2.4.3.3 <i>Destilación al vacío</i>	16
2.4.3.4 <i>Destilación con rectificación</i>	16
2.4.4 <i>Aplicaciones</i>	16
2.4.5 <i>Torre de destilación de Alcohol</i>	17
2.5 Aislante térmico	18
2.5.1 <i>Aspectos generales</i>	18
2.5.2 <i>Propiedades</i>	18
2.5.3 <i>Clasificación</i>	19
2.5.4 <i>Lana de vidrio</i>	19
2.5.4.1 <i>Principios</i>	19
2.5.4.2 <i>Definición y estructura</i>	19
2.5.4.3 <i>Propiedades</i>	20
2.5.4.4 <i>Aplicaciones</i>	21
2.6 Gel Antibacterial	21
2.6.1 <i>Concepto</i>	21
2.6.2 <i>Características</i>	21
2.6.3 <i>Componentes para la elaboración del producto</i>	22
2.6.3.1 <i>Alcohol etílico</i>	22

2.6.3.2	<i>Carbopol</i>	22
2.6.3.3	<i>TEA</i>	22
2.6.3.4	<i>Glicerina</i>	23
2.6.3.5	<i>Agua estéril</i>	23
 CAPÍTULO III		24
3.	MARCO METODOLÓGICO	24
3.1	Selección de materia prima	24
3.1.1	<i>Caracterización de la mandarina</i>	24
3.1.2	<i>Caracterización de la remolacha</i>	25
3.2	Proceso de Fermentación	25
3.2.1	<i>Etapas del proceso de fermentación</i>	25
3.2.2	<i>Medición de las variables del proceso</i>	27
3.2.3	<i>Fermentación a nivel de laboratorio</i>	27
3.2.4	<i>Fermentación a gran escala</i>	28
3.3	Proceso de destilación	29
3.3.1	<i>Destilación de las pruebas fermentadas a pequeña escala</i>	29
3.3.2	<i>Destilación a gran escala</i>	30
3.4	Rectificación de alcohol	31
3.5	Elaboración del gel antibacterial	32
3.5.1	<i>Procedimiento</i>	32
3.5.2	<i>Validación</i>	33
3.6	Cálculos de Ingeniería	34
3.6.1	<i>Cálculo del espesor óptimo del aislante térmico</i>	34
3.6.1.1	<i>Cálculo del coeficiente de convección</i>	34
3.6.1.2	<i>Cálculo de la resistencia teórica y real</i>	35
3.6.1.3	<i>Cálculo del calor teórico perdido</i>	36
3.6.1.4	<i>Cálculo del espesor de la Lana de vidrio</i>	37
3.6.2	<i>Cálculo del rendimiento y la eficiencia del equipo</i>	37
3.6.2.1	<i>Rendimiento</i>	38
3.6.2.2	<i>Eficiencia</i>	38
3.6.3	<i>Balances de masa</i>	39
3.6.3.1	<i>Cálculo del balance de masa</i>	39
3.6.3.2	<i>Cálculo del balance de masa parcial</i>	40
3.6.4	<i>Análisis Económico del producto</i>	40

CAPÍTULO IV	41
4. RESULTADOS.....	41
4.1.1.2 <i>Cálculo de la resistencia teórica y real.....</i>	42
4.1.1.3 <i>Cálculo del calor teórico perdido</i>	42
4.1.1.4 <i>Cálculo del espesor de la Lana de vidrio.....</i>	43
4.1.5 Resultado de la rectificación	47
4.1.6 Balance de masa	48
4.1.6.1 <i>Cálculo del balance de masa global</i>	48
4.1.6.2 <i>Cálculo del balance de masa parcial.....</i>	48
4.1.6.3. <i>Cálculo del Rendimiento</i>	48
4.1.7 Resultados de la elaboración del gel antibacterial	49
4.1.8 Resultados de la validación del gel antibacterial	49
4.1.8.1 <i>Análisis Físico-químicos</i>	49
4.1.8.2 <i>Análisis microbiológicos.....</i>	50
4.1.8.3. <i>Resultados del Análisis IR del gel antibacterial</i>	50
4.1.9 Análisis económico del producto	51
4.1.10 Análisis de resultados	51
CONCLUSIONES.....	53
RECOMENDACIONES.....	55
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Propiedades Físicas y químicas del etanol	5
Tabla 2-2:	Taxonomía de la mandarina	7
Tabla 3-2:	Taxonomía de la Remolacha	8
Tabla 4-2:	Taxonomía de la Saccharomyces cerevisiae	13
Tabla 5-2:	Propiedades de la Fibra de vidrio tipo E.....	20
Tabla 1-3:	Metodología para determinar las variables del proceso	27
Tabla 2-3:	Datos experimentales para las pruebas de fermentación en el laboratorio	28
Tabla 3-3:	Datos experimentales para la fermentación a gran escala	29
Tabla 4-3:	Requisitos físico-químicos del gel antibacterial.....	33
Tabla 5-3:	Requisitos microbiológicos de los productos cosméticos.	34
Tabla 6-3:	Datos para el cálculo del Rendimiento y Eficiencia.....	37
Tabla 7-3:	Costos para la producción de etanol.....	40
Tabla 8-3:	Costos para la elaboración de Gel Antibacterial	40
Tabla 1-4:	Propiedades termodinámicas del aire a 53,5 °C	41
Tabla 2-4:	Resultados de la fermentación a escala de laboratorio	46
Tabla 3-4:	Resultados de la fermentación a gran escala	47
Tabla 4-4:	Resultados de la destilación a escala de laboratorio.....	47
Tabla 5-4:	Resultados de la destilación a gran escala	47
Tabla 6-4:	Resultados de la rectificación de alcohol	47
Tabla 7-4:	Cantidad de gel obtenido	49
Tabla 8-4:	Resultados físico-químicos del gel antibacterial	49
Tabla 9-4:	Resultados de las pruebas microbiológicas del gel antibacterial.....	50
Tabla 10- 4:	Resultado del costo del gel antibacterial	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Localización del proyecto	4
Figura 1-2:	Estructura del alcohol etílico.....	5
Figura 2-2:	Mandarina (<i>Citrus reticulata</i>)	7
Figura 2-3:	Remolacha (<i>Beta vulgaris</i>)	8
Figura 4-2:	Ruta metabólica de la fermentación alcohólica	10
Figura 5-2:	Trayectorias normalizadas de biomasa durante la fermentación alcohólica	11
Figura 6-2:	Estructura de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	13
Figura 7-2:	Alambique antiguo.....	14
Figura 8-2:	Torre de destilación.....	17
Figura 9-2:	Estructura amorfa de la Fibra de vidrio	20
Figura 1-3:	Procedimiento para la preparación del mosto	26
Figura 2-3:	Procedimiento de destilación simple.....	30
Figura 3-3:	Metodología del proceso de destilación a gran escala	31
Figura 4-3:	Proceso de rectificación de alcohol en un rotavapor.....	32
Figura 5-3:	Procedimiento para la elaboración de gel antibacterial.....	33
Figura 1-4:	Análisis IR del gel antibacterial.....	50

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: EXTRACCIÓN DEL ETANOL DE LA MANDARINA

ANEXO B: EXTRACCIÓN DEL ETANOL DE LA REMOLACHA

ANEXO C: MEDICIÓN DE VARIABLES

ANEXO D: CAMBIO DE AISLANTE TÉRMICO

ANEXO E: ELABORACIÓN DE GEL ANTIBACTERIAL

ANEXO F: PRUEBAS FISICOQUÍMICAS DEL GEL ANTIBACTERIAL

ANEXO G: PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS DEL GEL ANTIBACTERIAL

ANEXO H: NORMA INEN 1930:2012. FRUTAS FRESCAS MANDARINA REQUISITOS

ANEXO I: NORMA INEN 1832:1992. HORTALIZAS FRESCAS. REMOLACHA. REQUISITOS

ANEXO J: NORMA INEN 375. BEBIDAS ALCOHÓLICAS. ALCOHOL ETÍLICO RECTIFICADO. REQUISITOS

ANEXO K: FICHA TÉCNICA DE LA LANA DE VIDRIO

ANEXO L: TABLA DE LAS PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DEL AIRE

ANEXO M: PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DEL ETANOL Y DEL AGUA

ANEXO N: CERTIFICADO DEL GRADO ALCOHÓLICO DEL ETANOL DE LA REMOLACHA-NORMA INEN430

ANEXO O: CERTIFICADO DEL GRADO ALCOHÓLICO DEL ETANOL DE LA MANDARINA-NORMA INEN430

ANEXO P: ANÁLISIS DEL GRADO ALCOHÓLICO DEL ETANOL DE LA REMOLACHA-CROMATOGRAFÍA DE GASES

ANEXO Q: ANÁLISIS DEL GRADO ALCOHÓLICO DEL ETANOL DE LA MANDARINA-CROMATOGRAFÍA DE GASES

RESUMEN

El propósito del presente proyecto técnico fue elaborar gel antibacterial a partir de etanol extraído de la mandarina y la remolacha mediante la repotenciación de la Torre de Destilación de Alcohol del laboratorio de Procesos Industriales de la ESPOCH. El espesor para el revestimiento del equipo se calculó mediante las ecuaciones de transferencia de calor: conducción y convección. La mejora del equipo se determinó mediante pruebas de destilación antes y después del cambio de la lana de vidrio. Para la producción de etanol se efectuó el proceso de fermentación utilizando la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, donde se ajustó el mosto a 22 °Brix, pH de 4 y 35 °C. El proceso de destilación se llevó a cabo a 78,5 °C durante 8 h y posteriormente el etanol obtenido se rectificó a 40°C en un rotavapor. La elaboración de gel antibacterial se realizó en una mezcladora de alto corte a 9000 RPM durante 15 min. Para garantizar la calidad del producto se realizaron pruebas físico- químicas, microbiológicas y un análisis de espectrometría IR. El equipo recubierto con el nuevo aislante térmico presentó un incremento de 5,74% en la eficiencia y 13,6% en el rendimiento así también la reducción de 45 min en el tiempo de destilado y el ahorro de 0,3 kg de gas GLP. A partir de 7,1 L y 7,4 L de etanol de mandarina y remolacha respectivamente se obtuvo 10,5 L y 10,9 L de gel para cada muestra. Se concluye que el cambio de aislante térmico en el equipo incrementa la resistencia a la pérdida de calor. El gel antibacterial obtenido cumple con todos los parámetros de calidad establecidos, además sobre la producción de etanol es más rentable a partir de remolacha. Se recomienda destilar el etanol a la temperatura indicada para evitar la disminución de su pureza.

Palabras clave: <INGENIERÍA QUÍMICA> <TORRE DE DESTILACIÓN> <LANA DE VIDRIO> <DESTILACIÓN> <GEL ANTIBACTERIAL>



Firmado
electrónicamente por:

**HOLGER
GERMAN
RAMOS
UVIDIA**

0726-DBRAI-UPT-2021

2021-03-08

ABSTRACT

The objective of this project was to produce antibacterial gel from ethanol extracted from mandarin and beet by repowering the Alcohol Distillation Tower of the ESPOCH Industrial Processes laboratory. The thickness for the lining of the equipment was calculated using the equations of heat transfer, conduction, and convection. Improved equipment was determined by distillation tests before and after the change of glass wool. To produce ethanol, the fermentation process was carried out using the yeast *Saccharomyces cerevisiae*, where the wort was adjusted to 22 °Brix, pH of 4 and 35 °C. The distillation process was carried out at 78.5 °C for 8 h and subsequently, the ethanol obtained was rectified at 40 °C in a rotary evaporator. Antibacterial gel elaboration was carried out in a high cut mixer at 9000 RPM for 15 min. To guarantee the quality of the product, physicochemical and microbiological tests and an IR spectrometric analysis were carried out. The equipment covered with the new thermal insulation showed an increase of 5.74% in efficiency and 13.6% in performance, as well as a 45 min reduction in distillation time and a saving of 0.3 kg of LPG gas. From 7.1 L and 7.4 L of tangerine and beet ethanol respectively, 10.5 L and 10.9 L of gel were obtained for each sample. It is concluded that the change of thermal insulation in the equipment increases the resistance to heat loss. The antibacterial gel obtained meets all quality parameters established, also the production of ethanol is more profitable from beets. It is recommended to distil ethanol at the indicated temperature to avoid reducing its purity.

Keywords: <CHEMICAL ENGINEERING> <DISTILATION TOWER> <GLASS FLAT>
<DESTLATION> <ANTIBACTERIAL GEL>

INTRODUCCIÓN

El uso de gel antibacterial debería ser un hábito de higiene diario en el ser humano, más aún en la situación que se vive actualmente debido a la pandemia originada por el COVID 19. Es importante resaltar que el porcentaje de alcohol contenido en el producto debe estar entre 60% a 80% según lo indica la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Es por ello que se desea producir gel antibacterial que garantice lo antes mencionado, para contrarrestar la propagación del virus, además de que cumpla con los estándares de calidad requeridos. Cabe mencionar que, a diferencia del alcohol, que se evapora en corto tiempo, la aplicación de gel antibacterial permite una mejor impregnación y mayor duración de su efecto contra virus y bacterias.

La mayor producción de etanol es a partir de la caña de azúcar y maíz, sin embargo, en este proyecto técnico se busca potenciar el uso de materia prima de fácil acceso como es la mandarina y la remolacha, debido al contenido de azúcar que estos presentan para ser fermentados y así obtener etanol para su posterior destilado y rectificado.

Con el fin de mejorar el proceso de destilación es indispensable el cambio del aislante térmico de la Torre de destilación de alcohol a causa de su deterioro, siendo necesario el cálculo del espesor idóneo para su recubrimiento. La lana de vidrio es el material más utilizado en el revestimiento de equipos a nivel industrial, por su elevada resistencia a las pérdidas de calor a través de la columna.

La repotenciación del equipo beneficiará al sector estudiantil sobre todo a los estudiantes de Ingeniería Química para promover el desarrollo de prácticas que implique el uso del equipo, mejorando sus conocimientos teóricos y prácticos.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Identificación del Problema

La elaboración de gel antibacterial nace de la crisis sanitaria actual, provocada por la pandemia del COVID-19 que suscitó a finales del 2019 en Wuhan, China. En Ecuador se identificó el primer caso el 29 de febrero del 2020 y su propagación sigue creciendo de forma acelerada por no acatar las normas de bioseguridad recomendadas por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador (Inca, 2020, p.1)

El etanol destilado de fuentes renovables no posee el grado alcohólico requerido para la elaboración del gel antibacterial que contrarreste la propagación de virus. La destilación fraccionada proporciona alcohol entre un rango de 70 a 85 grado alcohólico (°GL) , lo que requiere un proceso de rectificación para incrementar su grado alcohólico hasta 95 °GL según UDELAR (2020, p.4), necesarios para la elaboración del producto.

La Torre de Destilación de Alcohol del Laboratorio de Procesos Industriales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), debido a las pérdidas energéticas y mayor consumo de combustible (gas doméstico) durante el proceso de extracción de alcohol requiere del estudio y cálculo para el cambio del aislante térmico (Lana de vidrio) y de esta manera mejorar la eficiencia energética durante el proceso y a su vez acortar el tiempo de destilación.

1.2 Justificación

El uso de gel antibacterial es indispensable para prevenir el contagio del COVID-19, según los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC) mencionan que la higiene de nuestras manos es uno de los pasos más importantes que debemos mantener para prevenir enfermedades y evitar transmitir gérmenes a otras personas (CDC, 2020).

En un artículo publicado en el *Journal of diseases*, el 2017, se comprueba la actividad viricida que tiene el gel desinfectante, a base de etanol e isopropanol, frente a algunos patógenos virales como el virus del Zika, el virus del Ébola y los coronavirus humanos conocidos hasta ese tiempo (SARS-CoV y MERS-CoV) llegando a la conclusión que el uso de geles desinfectantes son útiles

como medida de prevención ante el brote viral causado por el virus del COVID-19 (Chura et al., 2020: p.34).

El etanol o isopropanol actúan destruyendo la cápside vírica que posee el virus y a su vez desnaturaliza las proteínas, siendo necesario una concentración del 60 al 80% de alcohol en el gel antibacterial para que se inactive la mayor parte del virus (Diomedi et al., 2017: p.2).

El alcohol etílico se extrae principalmente de la caña de azúcar, sin embargo, en este proyecto se utilizará la mandarina y la remolacha, debido a que son materia orgánica de fácil acceso en la Región Sierra. Según lo redacta El Telégrafo (2020:1A) el cultivo de mandarina cubre 300 hectáreas del catón Patate, caracterizándose por su color amarillento y sabor dulce ideal para el proceso de fermentación.

La producción anual de remolacha en Ecuador de acuerdo al Atlas mundial de datos (2018) alcanza 4 636 toneladas. Con la industrialización y fermentación del zumo de remolacha para la obtención del etanol, se desea impulsar el cultivo y comercialización del tubérculo que active la economía del sector agrícola, además se pretende dar un uso alternativo, que no sea solo el consumo alimenticio.

El proceso de fermentación alcohólica es la técnica a emplearse para la producción de etanol ya que es la más utilizada dentro de la industria del alcohol, sin embargo, luego de la destilación el grado alcohólico obtenido no es apto para la producción de un gel antibacterial que evite la propagación del COVID 19, es por ello que se requiere de un proceso de rectificación mediante el uso de un rotavapor para incrementar su pureza eliminando el exceso de agua.

La Repotenciación de la Torre de Destilación de Alcohol se logrará mediante un cambio del aislante térmico, Lana de vidrio, con mayor espesor que evite pérdidas de energía durante la destilación, además de disminuir el tiempo de producción de etanol, así como el consumo de gas doméstico.

1.3 Beneficiarios directos e indirectos

1.3.1 Beneficiarios directos

- Producir gel antibacterial que contenga alcohol a 70 °GL beneficiará tanto a estudiantes como a docentes de la institución y ciudadanía en general.
- La repotenciación manual del equipo favorecerá a los estudiantes de Ingeniería Química, ya sea, dentro de la realización de prácticas como en proyectos de investigación que requieran el uso de la Torre de Destilación de Alcohol.

1.3.2 Beneficiarios indirectos

- Los proveedores de la materia prima.

1.4 Localización del proyecto

La elaboración del presente proyecto técnico se realizará en los laboratorios de Procesos Industriales e Investigación de la Facultad de Ciencias localizada en la ESPOCH en la ciudad de Riobamba, situada en la panamericana Sur km 1 1/2 cuyas coordenadas son 78°40'20" y una altura de 2815 msnm.



Figura 1-1: Localización del proyecto

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

1.5 Objetivos

1.5.1 General

Producir etanol a partir de la mandarina y de la remolacha mediante el uso de la Torre de Destilación de Alcohol para la elaboración de gel antibacterial.

1.5.2 Específicos

- Efectuar el proceso de fermentación de la mandarina y la remolacha utilizando la levadura *Saccharomyces cerevisiae* para su posterior destilación alcohólica.
- Realizar una repotenciación manual de la Torre de Destilación de Alcohol mediante un cambio del aislante térmico para mejorar la eficiencia energética.
- Analizar el grado alcohólico de cada muestra de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 375.
- Elaborar gel antibacterial mediante el uso del alcohol rectificado de cada muestra que cumpla con los estándares de calidad establecidos

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Alcohol etílico

Compuesto químico conocido comúnmente como etanol, alcohol vínico o alcohol de melazas, su fórmula condensada es C_2H_5OH . Se caracteriza por ser un líquido incoloro, volátil y de un olor poco desagradable, que puede ser obtenido por dos métodos principales: la fermentación de los azúcares y un método sintético a partir del etileno (Téllez y Cote, 2006: p.2).

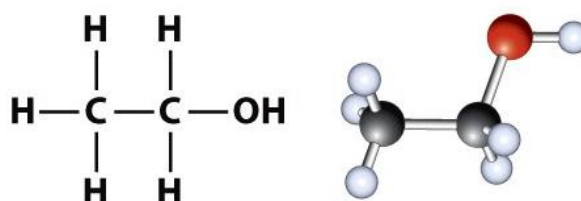


Figura 1-2: Estructura del alcohol etílico

Realizado por: Téllez, J.; Cote, M. 2006

2.1.1 Propiedades Físicas y químicas del etanol

Tabla 1-2: Propiedades Físicas y químicas del etanol

PARÁMETROS	CARACTERÍSTICAS /VALOR
Estado físico	Líquido
Color	Incoloro
Olor	Alcohólico
Solubilidad (20°C)	Soluble en agua, éter y cloroformo
Propiedades explosivas	No explosivo
Propiedades comburentes	Por su estructura no puede reaccionar de forma exotérmica con materias combustibles
Punto de fusión/ de congelamiento	-114,1°C (-173°F)
Punto / intervalo de ebullición	78,5°C (173°F)
Punto de inflamación	13°C (55°F)
Presión de vapor	40 mmHg
Densidad (20°C)	0,7893 g/cm ³
Temperatura de autoignición	423°C (793°F)
Viscosidad cinética (cSt a 20°C)	1,41 mPa.s

Fuente: GTM, 2017

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

2.1.2 Aplicaciones del etanol

De acuerdo a Wade (2020), aparte del uso culinario como bebida alcohólica, el etanol es utilizado considerablemente en sectores industriales y farmacéuticos como mezclas de algunos medicamentos y cosméticos como es en el caso de alcohol antiséptico 70° GL y en elaboración de perfumes y ambientadores. Dentro de la industria química se emplea en la síntesis de diversos productos como el acetato de etilo, éter dietílico, etc.

El etanol es considerado un gran combustible para motores con alto índice de octanaje y con bajas emisiones; no obstante, debe manejarse en un sistema de combustibles diseñados para resistir la tendencia del alcohol a disolver las piezas de plástico, es así que, si el etanol está al 10 % en gasolina se usa sin problemas en automóviles. Esta ampliación se extiende más en países que cumplen con el protocolo de Kioto para reducir la producción de gases invernaderos hasta el 85% (Wade, 2020).

2.2 Materia prima

2.2.1 Materias primas usadas para la producción de etanol

Según Gómez y Pérez (2018: pp. 971-985), el alcohol etílico según el origen de la materia prima que lo produce, se clasifica en:

- **Primera generación:** se generan a partir de azúcares de frutas o aceites que vienen de sembradíos con fin alimenticio, así como la caña de azúcar, remolacha, el maíz, sorgo dulce, etc.
- **Segunda generación:** la materia prima que no es comestible para el ser humano, pero si para los animales además puede ser utilizado como abono agrícola. Por ejemplo, el bagazo de caña, residuos forestales con elevado contenido de celulosa, lignina, etc.
- **Tercera generación:** Proviene de organismos autótrofos tales como algas marinas, cianobacterias, etc.
- **Cuarta generación:** se produce a partir de microorganismos modificados que atrapan mayor cantidad de CO₂ en el ambiente, así como la caña genéticamente modificada con alto contenido de lípidos.

En el presente trabajo se utilizará materia orgánica de primera generación, mandarina y remolacha debido a su alto contenido de azúcares.

2.2.2 Mandarina

2.2.2.1 Caracterización

La mandarina es un fruto similar a la naranja, pero más pequeño, delicado y con mayor facilidad para quitar su piel. Mide entre 4 y 7 centímetros de longitud, y de 5 a 8 centímetros de diámetro. Su corteza es lisa, brillante, de color rojo anaranjado y su pulpa está formada por un considerable número de gajos llenos de zumo o jugo; el cual contiene mucha vitamina C, flavonoides y aceites esenciales (Cei-RD 2018, p.1).



Figura 2-2: Mandarina (*Citrus reticulata*)

Realizado por: Cei-RD, 2018

2.2.2.2 Variedades y taxonomía

Según Cei-RD (2018, pp. 1-2), la mandarina perteneciente a la familia *Rutaceae* se clasifica en tres grandes grupos: Clementinas (*Citrus reticulata* var, Clemetina), Híbridos y Satsumas (*Citrus unshiu*), las mismas que se describen a continuación:

- Las clementinas: Se consideran un cruce entre la mandarina y una naranja silvestre de Argelia. Posee una corteza fina de color naranja intenso, tienen muy buen sabor y carecen de semillas.
- Los híbridos: El fruto posee gran cantidad de zumo, abundante en azúcares y ácidos orgánicos. La cáscara está muy adherida a la pulpa y son de color naranja rojizo muy atractivo.
- La satsuma: originaria de Japón con un exquisito aroma, color amarillo naranja, forma achatada y con propensión a hincharse cuando la corteza inicia el cambio de color.

Tabla 2-2: Taxonomía de la mandarina

REINO	Plantae
DIVISIÓN	<i>Magnoliophyta</i>
CLASE	<i>Magnoliopsida</i>
SUBCLASE	<i>Rosidae</i>
ORDEN	<i>Sapindales</i>
FAMILIA	<i>Rutaceae</i>
GÉNERO	<i>Citrus</i>
ESPECIE	<i>Citrus reticulata</i>
NOMBRE CIENTÍFICO	<i>Citrus reticulata</i> blanco
NOMBRE COMÚN	Mandarino

Fuente: Vasquez, A. 2019

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

2.2.3 Remolacha

2.2.3.1 Caracterización

‘ ‘La remolacha (*Beta vulgaris* L.) es una raíz casi esférica de forma globosa, con un diámetro de entre 5 y 10 cm y un peso de entre 80 y 200 gramos. Su color es variable desde rosáceo a violáceo, anaranjado rojizo o hasta el marrón, la pulpa suele ser de color rojo oscuro y puede presentar, en ocasiones, círculos concéntricos de color blanco, su sabor es dulce, debido a que se acumula gran cantidad de azúcares, además es una fuente excelente de vitamina C y presenta un contenido intermedio de compuestos fenólicos’’ (Gómez y Duque, 2018: p. 44)

En la raíz de la remolacha tiene una armadura celulósica, que constituye el 4-5% de la remolacha. El extracto de la raíz seca representa aproximadamente el 25% del peso y el agua constituye el 75% restante (Herrera et al., 2020, p. 5811).



Figura 2-3: Remolacha (*Beta vulgaris*)

Realizado por: Gómez, M.; Duque, A. 2018

2.2.3.2 Variedades y taxonomía

De acuerdo con Morales (1995, p. 3), manifiesta que la remolacha pertenece a la familia botánica de la *Chenopodiaceae*. Dentro de la especie botánica existen tres subespecies importantes: remolacha azucarera (*Beta vulgaris saccharifera*), remolacha forraje (*Beta vulgaris esculeta*) y remolacha de mesa (*Beta Vulgaris ortensis*).

Tabla 3-2: Taxonomía de la Remolacha

REINO	Plantae
DIVISIÓN	<i>Magnoliophyta</i>
SUBDIVISIÓN	<i>Magnoliophytina</i>
CLASE	<i>Magnoliopsida</i>
ORDEN	<i>Caryophyllales</i>
FAMILIA	<i>Chenopodiaceae</i>
GÉNERO	<i>Beta</i>
ESPECIE	<i>Vulgaris</i>
NOMBRE CIENTÍFICO	<i>Beta vulgaris</i> L. var. <i>conditiva</i>
NOMBRE COMÚN	Remolacha de mesa

Fuente: Morales, J. 1995

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

2.3 Fermentación Alcohólica

2.3.1 Historia

La fermentación alcohólica nace desde la antigüedad utilizando como materia prima cereales para la elaboración de cerveza y el mosto de uva en la elaboración del vino. Los griegos atribuían el descubrimiento de la fermentación al dios Dionisio.

A partir de 1837 en Alemania se descubrió que las bacterias son la causa del proceso, pero no fue hasta que Eduard Buchner en el año 1879 descubre que la enzima zimasa es la responsable final de la fermentación alcohólica, trabajo por el que recibe el Premio Nobel de Química. Con los descubrimientos químicos realizados en el año 1815 el investigador francés Joseph Louis Gay-Lussac fue el primero en determinar una reacción de fermentación obteniendo etanol a partir de glucosa, pese a este logro los fundamentos de la fermentación alcohólica eran desconocidos. En el año de 1875 Louis Pasteur demostró que la fermentación era un proceso anaeróbico (Stanier et al., 1996: pp. 7-8).

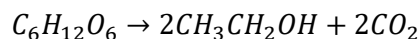
Los descubrimientos posteriores a partir del periodo que va desde mediados del siglo XX hasta comienzos del siglo XXI se ajustan únicamente en el avance de los procesos de fermentación alcohólica y conciernen más a la optimización del rendimiento industrial bien sea mediante una buena selección de cepas de levaduras, de una temperatura de funcionamiento óptima y de cómo efectuar fermentación en un proceso continuo (Pacheco, 2004, p. 288).

En la actualidad la fermentación alcohólica sigue contribuyendo en la producción del pan, vino, cerveza y otras bebidas alcohólicas.

2.3.2 Aspectos generales

Es un proceso bioquímico anaerobio, que debido a la actividad de microorganismos los hidratos de carbono (como la glucosa, sacarosa, la fructosa, el almidón, etc.) del mosto se transforman en etanol y dióxido de carbono gaseoso (García, 2008, p. 71).

Según García (2008, p. 71), la reacción global de la fermentación alcohólica dada por Gay Lussac es:



Glucosa → 2 *Etanol* + 2 *Dióxido de carbono*

Mediante una ruta bioquímica de 10 reacciones enzimáticas diferentes conocidas como la glicólisis, una molécula de glucosa se oxida para producir dos moléculas de piruvato. En el proceso, también se sintetizan dos moléculas de Adenosin Trifosfato (ATP) a partir de Adenosin

Difosfato (ADP) y dos de Dinucleótido de Adenina y Nicotinamida reducido (NADH) a partir de NAD también llamado NAD oxidado. El ATP es una molécula de alta energía que se utiliza en la célula para transportar la energía extraída de la glucosa, y el NADH es un acarreador de electrones. Para que la glicólisis continúe funcionando, el NAD necesita ser regenerado a partir de NADH; esto se logra gracias a la fermentación. La fermentación consiste en la conversión de piruvato en etanol gracias a la catálisis de las enzimas piruvato descarboxilasa (PDC) y del alcohol deshidrogenasa (ADH). Así, se puede considerar que el etanol es el residuo metabólico de la extracción de energía de la glucosa'' (Zamora et al., 2014: pp. 122-127).

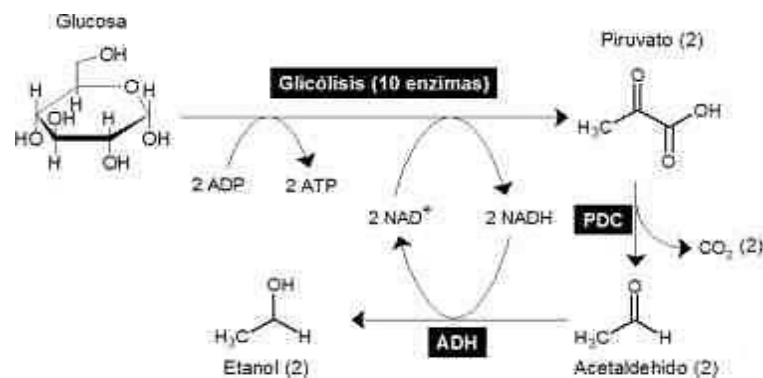
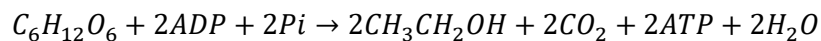


Figura 4-2: Ruta metabólica de la fermentación alcohólica

Realizado por: Zamora, T., et al., 2014

El balance general de la fermentación se expresa de la siguiente manera:



El proceso de fermentación alcohólica es una reacción exotérmica, es decir, libera energía, así como moléculas de ATP, de las cuales se genera un total de dos moléculas por cada molécula de glucosa procesada ya que el valor de la energía libre de Gibbs es -230 KJ/mol, lo que indica que es un proceso espontáneo (Shevchenko et al., 2017: p. 557).

2.3.3 Factores que influyen en la fermentación alcohólica

El proceso de fermentación debe darse bajo varios parámetros donde se debe controlar: el efecto de oxígeno, pH, nutrientes, temperatura, la concentración de azúcar y el efecto del etanol en las enzimas. Puede decirse que la fermentación de un sustrato deriva de la interacción de un grupo de variables y pueden categorizarse de la siguiente manera: composición del sustrato, microflora asociada al proceso y otros factores (López et al., 2019a: p. 8).

2.3.3.1 Composición del sustrato

La composición de sustrato influye en la velocidad de crecimiento de las células ya que depende de la concentración de nutrientes existentes en el medio. Por cuestiones de economía, tiempo y

de la eficiencia del proceso de fermentación es preferible que el consumo de azúcares se de en fases donde sea exponencial y estacionaria, para que la actividad biológica incremente y la producción de etanol se eficaz; este propósito se cumple al tener una concentración que no sobrepase los 200 mg/L, de lo contrario las levaduras tienden a tener baja actividad biológica causando su muerte. Esto trae consecuencias de fermentaciones incompletas de larga duración y un grado alcohólico bajo en el fermento (López, Hernández, et al., 2019, p. 7).

De acuerdo al estudio realizado por Rivera (2019, p. 31) las fermentaciones con alta concentración de sustrato realizadas a nivel tanque agitado muestran los resultados en el Grafico 1-2, en donde el proceso de fermentación alcohólica se desarrolla con aproximadamente una concentración inicial de 25,12 células/L, correspondientes a la unidad en las trayectorias normalizadas y se observa que tiene mayor crecimiento celular a una concentración de 200g/L.

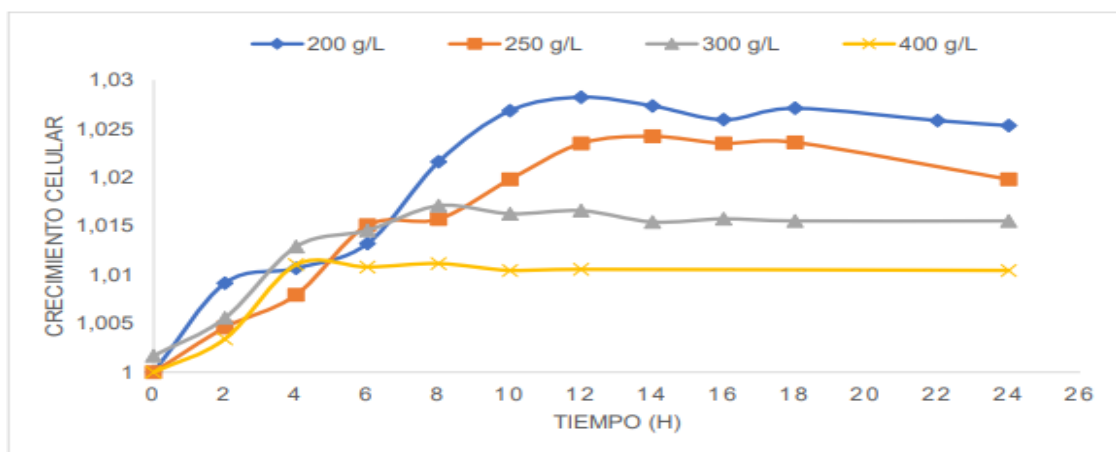


Figura 5-2: Trayectorias normalizadas de biomasa durante la fermentación alcohólica

Realizado por: Rivera, L. 2019

2.3.3.2 Microflora asociada al proceso

La influencia de la microflora dirigida al proceso de fermentación, está relacionada a la naturaleza de los microorganismos seleccionados para el proceso. Se obtendrá un caldo de fermentación con alto grado de etanol si las levaduras y bacterias presentes toleran elevadas concentraciones de alcohol etílico facilitando el proceso de destilación. Además, si se trabaja con microorganismos resistentes a la acidez impedirá la contaminación bacteriana (López et al., 2019c: p. 10).

Según Arevalo (1998, p. 46), el acondicionamiento de la microflora se acoge al tipo de sustrato y sus características intrínsecas, si procede de frutas se puede analizar su actividad de agua, disponibilidad de nutrientes. En relación al pH del medio, los sustratos más ácidos ayudan al crecimiento de levaduras y mohos, en medios con pH básico existe mayor presencia de bacterias en las partes vegetativas de la planta.

2.3.3.3 Otros factores

- **Grados Brix (°Brix):** es la unidad de medida de sólidos solubles en una solución, expresados en % de p/v de sacarosa. El medio a fermentar debe estar en un rango de 12 a 22 °Brix, si es muy inferior este parámetro el grado alcohólico obtenido será muy pobre, por el contrario, si sobrepasa el porcentaje de azúcar la fermentación no se efectúa, debido a que el exceso de sólidos incrementa la presión osmótica e inactiva a las levaduras (Escudero, 2015, p. 29).
- **pH:** la concentración de iones de hidrógeno influye en el desempeño de las enzimas, si se trabaja con pH muy ácidos se desnaturaliza las proteínas o afecta la permeabilidad de la membrana celular, por esta razón se debe mantener un pH de 3 a 5 (Suárez et al., 2016a, p. 5).
- **Temperatura (T):** es necesario mantener un rango de temperatura entre 24 y 35°C, si incrementa ocasiona disminución de biomasa producido por el descenso en el contenido de proteínas ADN, ARN y aminoácidos libres e incita a la rigidez de la membrana celular, por el contrario, a bajas temperaturas la fermentación es lenta (Escudero, 2015, p. 29).
- **Nutrientes:** como todo ser vivo los microorganismos necesitan de nutrientes para que la fermentación sea eficiente. Dentro de los nutrientes más empleados está el fosfato de amonio o sulfato de amonio y la urea, debido que las levaduras se desarrollan adecuadamente con nitrógeno y fósforo (Escudero, 2015, p. 29).
- **Concentración de etanol:** al finalizar el proceso, se cuenta con 6 a 12 % v/v de alcohol, dependiendo de cómo se haya desarrollado la fermentación. Las levaduras como la *Saccharomyces cerevisiae* pueden soportar hasta 20% de concentración en volumen, pero esto inhibe el crecimiento celular y disminuye la viabilidad del proceso (Suárez et al., 2016a, p. 5).
- **Contacto con el aire:** la presencia de oxígeno en el mosto, durante el proceso, produce bajos rendimientos, y cambia a la producción de ácido acético en lugar de alcohol etílico (Escudero, 2015, p. 29).

2.3.4 Levadura *Saccharomyces cerevisiae*

2.3.4.1 Características generales

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* se deriva del vocablo *Saccharo* (azúcar), *myces* (hongos) y *cerevisiae* (cerveza). Es un microorganismo heterótrofo que obtiene la energía a partir de la glucosa y tiene una elevada capacidad fermentativa principalmente en la panificación y en las industrias de fabricación de cerveza, vinos y alcohol (Suárez et al., 2016b, p. 3).

Según Pontes et al. (2020: p. 2), es considerada la especie de levadura más emblemática e industrialmente relevante, definida en 1838 por Meyen y tipificada, es decir, vinculada a una cepa de tipo vivo, por Hansen en 1883. Hoy en día es utilizada para la obtención de etanol a nivel industrial debido a que es un organismo de fácil manipulación, de bajo costo, resistente a altas concentraciones de alcohol e idónea para elevadas concentraciones de azúcares (Mosquera y Vera 2017: p. 18).

2.3.4.2 Morfología y taxonomía

Son esféricas, elípticas, cilíndricas y su tamaño varía notablemente, el tamaño oscila de 5 a 10 micras. Se multiplican en medios azucarados generalmente por la formación de yemas o brotes en posición polar (Eder, 2005, p. 170).

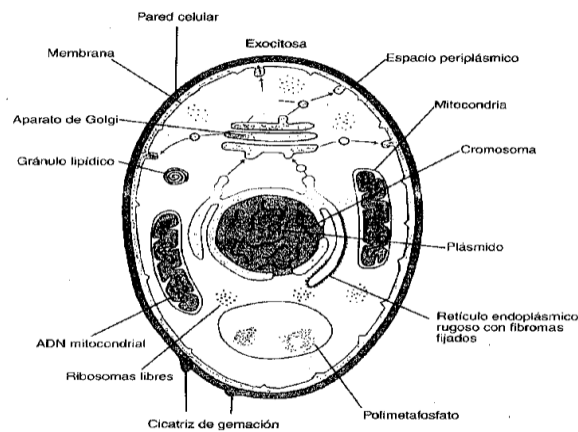


Figura 6-2: Estructura de *Saccharomyces cerevisiae*

Realizado por: Eder, R. 2005

Tabla 4-2: Taxonomía de la *Saccharomyces cerevisiae*

REINO	Hongo
DIVISIÓN	<i>Amastogomycota</i>
CLASE	<i>Ascomycetes</i>
SUBCLASE	<i>Hemiascomycetidae</i>
ORDEN	<i>Endomycetales</i>
FAMILIA	<i>Saccharomycetaceae</i>
SUBFAMILIA	<i>Saccharomycetidae</i>
GÉNERO	<i>Saccharomyces</i>
ESPECIE	<i>Cerevisiae</i>

Fuente: Mosquera, M.; Vera, J. 2017

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

2.4 Proceso de destilación

2.4.1 Antecedentes

La destilación es un proceso antiguo que procede del latín '*de-stillare*' que significa 'gotear'. Destilerias Eau.de.Vie (2016), menciona que las primeras destilaciones fueron en China, Egipto y Mesopotamia con fines medicinales y para la obtención de bálsamos, esencias y perfumes.

Los chinos destilaban una bebida a partir de cerveza de arroz en el año 800 a. C. En Mesopotamia, entorno al año 1810 a.C. la perfumería del rey Zimrilim utilizó la destilación para producir centenas de litros de bálsamos, esencias e inciensos de cedro, ciprés, jengibre y mirra. La reina Cleopatra conocía el arte de la destilación y se piensa que hizo un relato de este proceso, texto que se perdió (Thomas y Shipman, 2020).

El físico griego Pedanius aportó al proceso de destilación después de observar la condensación en la tapa de un recipiente, donde se había calentado mercurio, es así que, los alquimistas griegos, en el siglo I, crearon el alambique para destilar sustancias. Este equipo estaba compuesto por un recipiente donde se calentaba la muestra a destilar, una parte fría para destilar el vapor producido y un envase donde se recogía el destilado (Destilerias Eau.de.Vie, 2016).

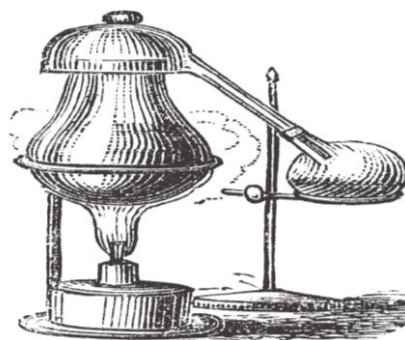


Figura 7-2: Alambique antiguo

Realizado por: Destilerias Eau.de.Vie, 2016

En la Edad Media, la destilación se practicó en el interior de los monasterios, sin embargo, los alcoholes que se obtenían eran muy vastos y se usaban únicamente con finalidades terapéuticas. En el siglo XIII Arnua de Vilanova fue quien principalmente aportó en el proceso de destilación con su obra '*Liber Aqua Vitae*'. A finales del siglo XVIII Eduardo Adam aportó en el auge de la destilación, con la creación de un sistema para rectificación de alcohol, que permitía eliminar malos olores y mejorar la pureza del destilado. Desde el XIX hasta la actualidad el proceso de destilación forma parte de la industria (Verema, 2012).

2.4.2 Definición

Es una operación unitaria utilizada para la separación de sustancias miscibles, debido a la diferencia entre los puntos de ebullición de los componentes involucrados, es decir, los componentes más volátiles serán los primeros en separarse y se denominará destilado, los compuestos menos volátiles se quedan en el fondo y son considerados residuos (Brito, 2017, p. 4).

Según Mulet-Hing (2013, p. 6), este proceso depende ciertos parámetros como:

- **Equilibrio entre líquido y vapor:** está representado por la relación de moles de vapor y líquido a una temperatura determinada, además puede estudiarse este equilibrio en base a las presiones de vapor
- **Temperatura:** influye en las presiones de vapor y por tanto en la cantidad de energía suministrada al sistema, incluso influye en la composición del vapor y el líquido debido a su relación con las presiones del vapor.
- **Presión:** tiene directa influencia en los puntos de ebullición de los líquidos orgánicos y por tanto en la destilación
- **Composición:** es el resultado de la variación de las presiones de vapor y de la temperatura que precisan las composiciones en el equilibrio
- **Puntos de ebullición:** son temperaturas de compuestos puros donde las presiones de vapor llegan a igualar a la presión atmosférica, originándose el fenómeno llamado ebullición.

2.4.3 Tipos

2.4.3.1 Destilación simple

Conocida también como destilación binaria, donde el compuesto más volátil se evapora y pasa directamente al refrigerante donde se enfría y condensa, este destilado es recolectado en forma de líquido. Se pueden separar mezclas que estén en un intervalo de puntos de ebullición de 60-80 °C (Lamarque, 2008, p. 30).

2.4.3.2 Destilación fraccionada

El compuesto más volátil se separa del líquido en una columna de fraccionamiento, luego se condensa y se obtiene el destilado. Esta operación es la unión de varias destilaciones simples en un solo proceso de destilación, donde la columna vertical está formada con material inerte como perlas de vidrio, trozos de platos porosos, etc., entre mayor es el número de platos mejor es la eficiencia del proceso (Costa et al., 1983: p. 43).

2.4.3.3 Destilación al vacío

Cuando se tienen mezclas de compuestos con temperaturas de ebullición que superan a la temperatura de descomposición química del producto se utiliza este método de destilación, donde se reduce la presión atmosférica con el fin de que la mezcla a separar se destile a una temperatura inferior a su punto de ebullición habitual. Como fuente de vacío se puede usar una trampa de agua o bien bombas de vacío (Costa et al., 1983: p. 43).

2.4.3.4 Destilación con rectificación

Actualmente es el proceso de separación más empleado en la práctica para obtención de componentes más puros. La operación de rectificación se basa en hacer circular en contra corriente el vapor de una mezcla con el condensado originado del mismo vapor, en una unidad denominada columna de rectificación (Costa et al., 1983: p. 43).

2.4.4 Aplicaciones

Según Papiewski (2019), la destilación es ampliamente utilizada a nivel industrial, principalmente en la industria química, petroquímica, alimentaria, farmacéutica y cosmética para la separación de los componentes que forman mezclas líquidas miscibles

- **Combustibles petroquímicos y productos relacionados:** en el proceso de alimentación el crudo ingresa como una mezcla de varios compuestos, cada paso de destilación remueve sustancias más ligeras tales como el Keroseno, gasolina, aceite lubricante, etc.
- **Producción de metanol y otros biocombustibles:** el calor libera metanol a partir de maíz y otros compuestos orgánicos, a diferencia de la refinación del petróleo, la fuente son sólidos orgánicos que contienen agua, azúcares y otras sustancias. Otro paso importante es la generación de combustibles líquidos, la extracción y purificación de esencias.
- **Elaboración de medicamentos:** la purificación de sustancias es crucialmente importante, al mismo tiempo los fabricantes de medicamentos exigen productos de calidad y que puedan ser procesadas en industrias económicas.
- **Reciclaje de aceites y solventes:** la mayoría de los aceites y solventes son desechados antes de terminar su vida útil, el problema no su descomposición sino su contaminación con suciedad, agua y otras sustancias. La destilación evapora el aceite o el disolvente, así lo purifica y se recupera mediante la condensación.
- **Obtención de fragancias y aceites esenciales:** la destilación al vacío es útil para extraer fragancias de plantas y otros materiales biológicos, debido a que se degradan a temperaturas altas, estas esencias son usadas en cosmetología.

- **Producción de cannabis:** con la reciente aparición de la industria del cannabis se puede extraer etrahidrocannabinol (THC) y cannabidiol (CBD) en forma pura de la planta; estas sustancias luego se venden tal cual o se agregan al té, dulces y otros consumibles.
- **Proceso de criogenización líquida:** líquidos ultra fríos como el nitrógeno, oxígeno y argón pueden destilarse del aire, a diferencia de otras formas de destilación el aire se comprime y se enfría.
- **Purificación de agua:** en varias partes del mundo no tienen acceso a agua potable, se podría procesar el agua de mar utilizando membranas que impregnan selectivamente un componente de la mezcla, dándose la desalinización de agua.
- **Elaboración de bebidas alcohólicas:** el etanol es el ingrediente principal del vodka, vino y otras sustancias alcohólicas. Un proceso tradicional combina agua y levadura con papa, cereales o raíces por la fermentación, luego la destilación aumenta la concentración de alcohol dando a la bebida mayor potencia y sabor.

2.4.5 Torre de destilación de Alcohol

Es una estructura cerrada donde se da la separación física de una mezcla en dos o más componentes. Se debe someter la mezcla en condiciones de presión y temperatura adecuadas durante el proceso de destilación, así los componentes a separar están en dos estados diferentes, el compuesto más pesado precipita por gravedad mientras que el compuesto ligero se evapora y sube pasando a la etapa de condensado (García et al., 2013: p. 29) .

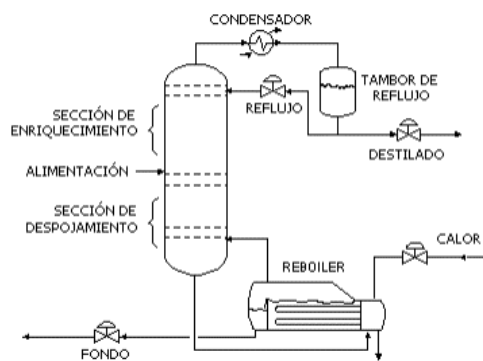


Figura 8-2: Torre de destilación

Realizado por: García, O., et al. 2013

De acuerdo a García et al. (2013, p. 29), los principales componentes del equipo son:

- **Sección vertical:** donde se da la separación de los componentes de la mezcla.
- **Estructura interna:** constituida por platos (trays) y/o empaquetaduras (packings) útiles para la separación de los fluidos.

- **Reboiler:** calienta y vaporiza el producto del fondo, ubicado en la parte inferior de la torre.
- **Condensador:** enfría y vuelve a su estado líquido los vapores del tope de la torre, situada en la parte superior de la torre.
- **Tanque de reflujo:** recibe el condensado del tope, donde recircula el fluido durante el proceso.

2.5 Aislante térmico

2.5.1 Aspectos generales

Los aislantes térmicos son de gran importancia dentro de la industria para los equipos donde la temperatura es un parámetro indispensable para su adecuado funcionamiento, debido a que presentan elevada resistencia al paso de energía o calor, así disminuye la transferencia de calor en su lado opuesto, brindando protección sea del frío o calor. Para la fabricación de aislantes se mezclan o combinan distintos compuestos buscando generar baja conductividad térmica del material que permita optimizar el proceso dentro de un sistema (Canto et al., 2018: p. 48).

2.5.2 Propiedades

Los materiales aislantes presentan propiedades únicas, generalmente poseen baja conductividad térmica y son capaces de retener aire en sus cavidades interiores o puede ser algún gas seco encapsulado, en estado estático e inerte. De acuerdo a Palomo (2017a, pp. 8-9), otras características de los aislantes son:

- **Transmitancia térmica (U), $\left[\frac{W}{m^2K}\right]$:** mide la cantidad de energía que fluye por unidad de tiempo y superficie, transferido a través de un elemento, cuanto menor sea este valor mayor capacidad aislante tendrá el material.
- **Factor de resistencia a la difusión del vapor agua (μ):** representa la capacidad de un material de resistir al paso del vapor de agua, en comparación con la del aire. Si el valor es mayor, más impermeable será el material al vapor y perdurará más tiempo.
- **Densidad (ρ), $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$:** masa del material aislante por unidad del volumen.
- **Calor específico (cp), $\left[\frac{J}{kg.K}\right]$:** capacidad que tiene un material para acumular energía en su unidad de masa. Los materiales con elevado calor específico serán buenos aislantes.
- **Resistencia térmica (Rt), $\left[\frac{m.K}{W}\right]$:** capacidad de oponerse a un flujo de calor, se calcula determinando el cociente entre el espesor y la conductividad térmica del material. Cuanto mayor sea este valor mejor capacidad aislante tendrá el material.

2.5.3 Clasificación

Según manifiesta Palomo (2017b, pp. 9-13), en cuanto al proceso de fabricación estos materiales aislantes se clasifican en:

- **Origen sintético orgánico:** son compuestos procedentes del petróleo tal como el plástico. Por ejemplo, poliestireno expandido, poliuretano.
- **Origen inorgánico:** relacionados a la materia inerte o el carbón. La materia prima puede ser arena, piedra, vidrios reciclados, etc. Por ejemplo, lana de vidrio, lana de roca.
- **Origen natural orgánico:** se originan a partir de compuestos procedentes de plantas o animales. Por ejemplo, manta de fibra de cáñamo, corcho negro expandido.

2.5.4 Lana de vidrio

2.5.4.1 Principios

Se conoce que se desarrolló de manera sencilla por los egipcios. En 1713 el diseñador Réaumur mostró su tejido de fibra de vidrio en la Academia de Ciencias de París, después en 1893 Edward Drummond presentó un vestido hecho de este material en la Exposición Universal de Chicago, pero debido a su rigidez, fragilidad y poca flexibilidad no era muy reconocido (Suresh, 2019, p. 3).

Más tarde en 1936 empezó la producción de este material a gran escala, tras varios estudios durante el siglo XX. Actualmente Owens Corning es el mayor productor de la fibra de vidrio a nivel mundial y Rusell Games Slayter fue quien le dio uso como aislante térmico para la construcción de edificios, luego de dos años se lo conoció como *Fiberglass* (Suresh, 2019, p. 3).

2.5.4.2 Definición y estructura

En cuanto a la composición y estructura de la Lana de vidrio está formada por una base molecular de Óxido de Silicio (SiO_2), el cual se encuentra de forma polimerizada $[(\text{SiO}_2)_n]$ formando estructuras cristalinas en su presentación natural. Cuando el SiO_2 se somete a temperaturas elevadas (1700-2000 °C), las estructuras cristalinas empiezan a romperse dejando fluir libremente sus compuestos, en ese momento pierde su estructura cristalina y para su recuperación es sometido a un intenso y repentino enfriamiento, pasando de ser una estructura cristalina a una estructura vidriosa amorfa, en esta etapa puede agregarse sales como calcio, sodio, etc. Luego del calentamiento y enfriamiento se forma pequeñas esferas vidriosas pasando por cribas al mismo tiempo que se funde por segunda vez, así el líquido que atraviesa los orificios forman filamentos que conforman la lana de vidrio (Pietropaoli et al., 2015: p. 395).

Al formarse el material fibroso de vidrio tiene nuevas características específicas, siendo resistente a la tracción, al calor, la humedad, incluso a productos corrosivos y agentes biológicos.

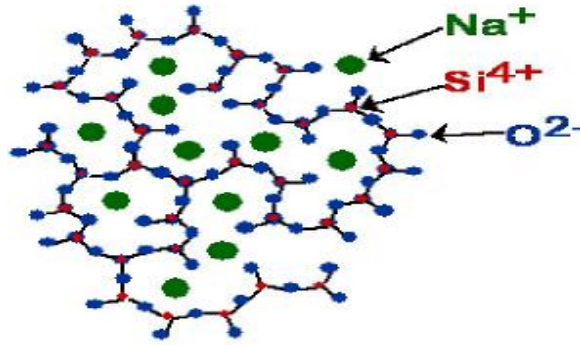


Figura 9-2: Estructura amorfa de la Fibra de vidrio

Realizado por: Pietropaoli, A., et al. 2015

2.5.4.3 Propiedades

La Fibra de vidrio tipo E (eléctrica) es ideal en el revestimiento de equipos a nivel industrial, debido a sus propiedades eléctricas y su bajo costo.

Tabla 5-2: Propiedades de la Fibra de vidrio tipo E

PROPIEDADES	FIBRA DE VIDRIO TIPO E
Densidad $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$	2620
Coefficiente de dilatación $[K^{-1}]$	5,4E-6
Punto de reblandecimiento $[^{\circ}C]$	850
Resistencia a la tracción $[MPa]$	3450
Módulo de elasticidad $[GPa]$	72,0
Alargamiento [%]	4,8
Índice de permitividad a 1 MHz	6,6
Conductividad térmica $\left[\frac{W}{m K}\right]$	0,035

Fuente: Suresh, L. 2019

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

Según Suresh (2019, p. 5), otras características de la fibra de vidrio son:

- Buen aislante eléctrico, siendo ideal en muchas instalaciones.
- Permeable a las ondas electromagnéticas.
- Económico y rentable.
- Posee baja densidad, por su peso liviano.
- Es resistente a la mayoría de los ácidos.
- Es versátil, debido a su variedad en el mercado
- Gran flexibilidad.
- Similar a la fibra de carbono ya que presenta conductas análogas, aun cuando no es tan rígida como él, pero más económica y menos frágil.

2.5.4.4 Aplicaciones

La fibra de vidrio actualmente constituye el más grande subgrupo de fibras inorgánicas aplicadas con fines industriales y comerciales, donde su principal utilidad está el aislamiento térmico y acústico, refuerzos de materiales, producción de materias primas en la industria textil para cintas, telas aislantes y recubrimiento de material eléctrico, entre otras más aplicaciones (Pietropaoli et al., 2015: p. 395).

Otra aplicación según Suresh (2019, p. 3), indica que este material fibroso se usa como elemento de refuerzo para diversos productos poliméricos, para generar un material muy resistente y ligero denominado plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV). Además, se utiliza para la fabricación de plataformas y piezas para el ámbito náutico y para cables con fibra óptica.

2.6 Gel Antibacterial

2.6.1 Concepto

El gel antibacterial se define como un desinfectante semisólido de aplicación externa que no requiere enjuague, compuesto esencialmente de alcohol etílico o isopropílico con una concentración entre el 70-96% y 70-100% respectivamente (MARSH-McLENNAN, 2019).

De acuerdo a Molina y Sotomayor (2012a: p. 19), su nombre proviene del latín “*gelu*” frío, helado o “*gelatus*” que significa inmóvil o congelado. Se considera como un sistema coloidal en donde la fase continua es sólida y la fase dispersa es líquido, su estructura es polimérica entrecruzada, que debido a la actividad del líquido sufren hinchamiento y permanecen insolubles, manteniendo su forma original, específicamente por un balance entre las fuerzas intermoleculares de dispersión y cohesión.

2.6.2 Características

Según Molina y Sotomayor (2012b: p. 22), establecen que las características principales que debe cumplir el gel antibacterial son:

- Sanitiza y humecta las manos en una sola operación, sin enjuague y en la mitad del tiempo, en comparación con el lavado de manos con agua y jabón.
- No reseca ni irrita la piel, lo que asegura el cumplimiento de los protocolos de higiene de las manos.
- Su capacidad microbiana y viricida debe ser eficaz.
- Estabilidad del producto, sus propiedades deben tener un cambio mínimo durante el almacenamiento.

- La homogeneidad del producto debe ser uniforme para que su composición persista en cada aplicación.
- El gel antibacterial en su aplicación no debe manchar la piel ni la superficie en donde se aplicó.
- No debe ser tóxico tanto para el hombre como para el medio ambiente.
- No debe reaccionar con materia orgánica ni inactivarse en presencia de ella.

2.6.3 Componentes para la elaboración del producto

La fórmula que recomienda la OMS para elaborar gel antibacterial, debe contener compuestos determinados como el etanol al 96%, carbopol, glicerol, trietanolamina (TEA) y agua destilada estéril o hervida fría, así se obtendrá un producto eficaz (Chura et al., 2020: p. 3).

2.6.3.1 Alcohol etílico

Interviene destruyendo la cápside vírica que presenta el virus SARS-CoV-2 y al mismo tiempo desnaturaliza las proteínas. Su tiempo de operación es veloz, abarca incluso desde los 15 segundos. Para que el alcohol inactive la mayor cantidad de virus, debe tener una concentración del 60-80% (Chura et al., 2020: p. 3).

2.6.3.2 Carbopol

El Carbomer o Carbopol ($[-CH_2-CH(COOH)-]_n$), cuyo nombre químico es ácido poliacrílico, es un polímero sintético derivado a partir de ácido acrílico, el cual tiene pesos moleculares altos y variados. Dentro de sus principales características destaca sus propiedades emulsificantes y gelificantes, parámetros de gran importancia en la elaboración de un gel, además en su estructura molecular cuenta con gran cantidad de grupos carboxilo, propiedad que le permite aumentar su volumen en presencia de agua (Ortega y Dobles, 2018a: p. 8).

2.6.3.3 TEA

La TEA ($C_6H_{15}NO_3$), es un compuesto orgánico que debido a sus grupos funcionales: amina y alcohol, presenta una gran versatilidad para formar sales, jabones, aminas o éster. El uso del carbopol necesita un proceso de neutralización si se pretende formular un hidrogel, debido a la insolubilidad en agua que tiene este polímero. Para esto, se emplea un agente neutralizante comúnmente se utiliza aminas o trietanolamina, donde se pretender llevar a cabo un proceso de desprotonación de los grupos de ácido carboxílico (COOH) con el objetivo de generar una carga negativa que le otorgue un comportamiento hidrofílico. Puede ser usado para dar estabilidad al pH de los productos y así evitar alteraciones en la piel (Ortega y Dobles, 2018: p. 9).

2.6.3.4 *Glicerina*

La glicerina o glicerol ($C_3H_8O_3$), es un alcohol polihidroxílico que por ser miscible en agua y en alcohol, no incrementa la toxicidad, ni favorece las alergias, es mayormente usado como hidratante (Chura et al., 2020: p. 3).

2.6.3.5 *Agua estéril*

Se precisa de un poco de agua para desentrañar las proteínas del patógeno, por lo que 100% de alcohol no sería recomendable (Chura et al., 2020: p. 3).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Selección de materia prima

La remolacha se adquirió del Mercado Mayorista de Ambato y la mandarina directamente de los productores agrícolas del Cantón Patate de la Provincia de Tungurahua, logrando una selección óptima de la materia prima.

3.1.1 *Caracterización de la mandarina*

La mandarina en estado fresco debe cumplir ciertos requisitos establecidos en la norma NTE INEN 1930 para garantizar su calidad.

Los frutos deberán haberse recolectado cuidadosamente y haber alcanzado un grado de madurez, de conformidad con los criterios peculiares de la variedad y/o tipo comercial y la zona en que se producen (NTE INEN 1930, 2012)

Requisitos específicos:

- Estar enteros;
- estar sanos, y exentos de podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptos para el consumo
- estar limpios, y prácticamente exentos de cualquier materia extraña visible;
- estar prácticamente exentos de plagas que afecten al aspecto general del producto;
- estar prácticamente exentos de daños causados por plagas;
- estar exentos de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción
- de una cámara frigorífica;
- estar exentos de cualquier olor y/o sabores extraños;
- ser de consistencia firme;
- estar exentos de daños causados por bajas temperaturas;
- estar prácticamente exentos de magulladuras

3.1.2 Caracterización de la remolacha

La remolacha fresca luego de la recolección debe cumplir con los requisitos establecidos en la norma NTE INEN 1832 para su posterior uso en la extracción de etanol.

Requisitos específicos:

- La remolacha para el consumo alimenticio debe ser de forma ovalada, alargada, achatada, deberá estar limpia, sin tierra adherida, firme, compacta, bien formada, sana, exteriormente seca, fresca, con el color uniforme, aroma y sabor típicos de la variedad.
- Las ramas deben ser firmes, sanas y con aspecto fresco.
- La superficie externa de la raíz es granulosa, volviéndose rugosa cerca de las hojas. En corte transversal la raíz presenta capas concéntricas, claras y oscuras (NTE INEN 1832, 2013).

3.2 Proceso de Fermentación

3.2.1 Etapas del proceso de fermentación

Previo al proceso de destilación se realiza la fermentación con la pulpa de la materia prima para la obtención de etanol. Para lo cual se utiliza la metodología general de fermentación alcohólica descrita en el Figura 1-3:

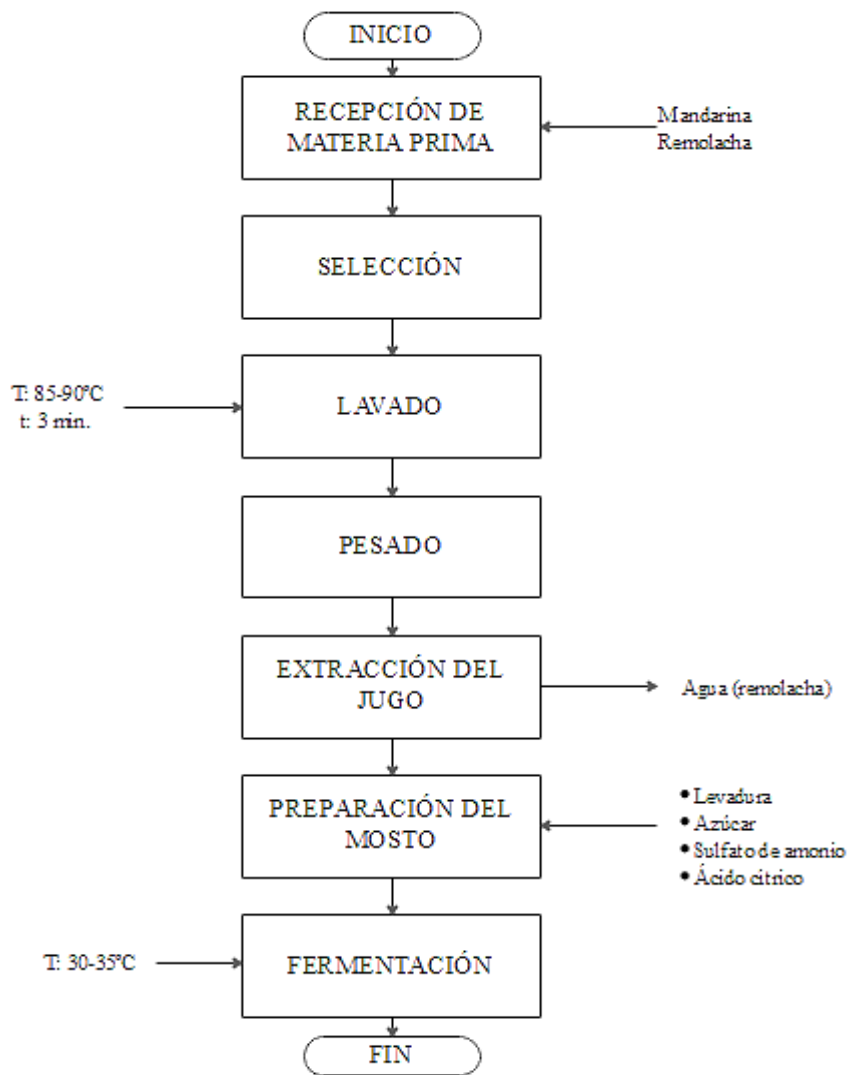


Figura 1-3: Procedimiento para la preparación del mosto

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

- **Recepción de materia prima:** la fruta/tubérculo que entra en proceso se coloca en recipientes adecuados y limpios.
- **Selección:** se elimina tanto la fruta como el tubérculo que no tenga el grado de madurez adecuado o presente golpes o magulladuras.
- **Lavado:** este proceso elimina bacterias superficiales, residuos de insecticidas y suciedad adherida a la fruta, se realizó un tratamiento térmico con agua caliente a una temperatura de 85 a 90 °C durante 3 minutos.
- **Pesado:** Una vez quitada la cáscara de la mandarina se procedió a pesar en una balanza la cantidad a utilizarse en el proceso, para la remolacha se retira el tallo y la raíz.
- **Extracción del jugo:** La mandarina al tener un alto contenido de agua se licuó sin adición de agua destilada durante 3 minutos, a diferencia de la remolacha al ser de mayor dureza interna se trituró durante 10 min en un dispersador, con la adición de 15 L de agua para la preparación de 100 L de mosto.

- **Preparación del mosto:** se ajustó el contenido de azúcar del mosto con la adición de azúcar comercial hasta alcanzar 20 °Brix y se reguló el pH con ácido cítrico, en el caso de la remolacha. Además, se agregó 2 gramos de levadura *Saccharomyces cerevisiae* por cada litro de mosto preparado, donde previamente para su activación se disolvió en 20 mL de agua destilada en un rango de 30 a 35 °C y se incorporó al mosto mezclándolo homogéneamente, también se le agregó sulfato de amonio, en la misma proporción de la levadura, para que actúe como nutriente para los microorganismos según lo recomienda (Brito, Tapia, et al., 2016)
- **Fermentación:** El mosto preparado se envasó en recipientes previamente esterilizados, en los cuales se colocó una trampa de agua que impida el ingreso de oxígeno y se genere CO₂ y Alcohol, cabe señalar que la fermentación se interrumpe cuando ya no hay producción de gas. El mosto se calentó hasta 35 °C y se mantuvo en un rango de temperatura de 30 a 35 °C, durante toda la etapa de fermentación, garantizando el proceso.

3.2.2 Medición de las variables del proceso

Tabla 1-3: Metodología para determinar las variables del proceso

VARIABLE	EQUIPO/MATERIAL	METODOLOGÍA
°Brix	Refractómetro	a) Se coloca 10 mL de mosto extraído en un vaso de precipitación; b) De la muestra se toma 1 gota con una pipeta Pasteur y se coloca en el lente del refractómetro evitando que forme burbujas; c) Se pulsa en la pantalla digital del equipo START para que inicie su análisis; d) Se toma nota de los °Brix que se muestran en la pantalla.
pH	pH-metro	a) Se toma una muestra de 30 mL en un vaso de precipitación; b) El sensor de pH del equipo se coloca en la muestra evitando el contacto con el vaso; c) Se toma nota del dato que marca la pantalla cuanto este valor sea estable.
T	Termómetro	a) Se coloca el termómetro de mercurio en la muestra líquida y se observa el valor dado.
°GL	Alcoholímetro	a) Se coloca 100 mL de mosto en una probeta; b) Sobre la muestra se deja sumergir el alcoholímetro sin que roce con las paredes de la probeta; c) Se observa el % de alcohol contenido en la muestra.

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

3.2.3 Fermentación a nivel de laboratorio

Para garantizar la metodología general del proceso de fermentación se realizó pruebas a pequeña escala, además las muestras se mantuvieron dentro de una incubadora a 30 °C. La preparación de mosto de cada materia prima se partió de los datos detallados en la Tabla 2-3.

Para el ajuste de °Brix, pH y ácido cítrico en el mosto, se tomó 100 mL como muestra, de la mandarina y la remolacha para determinar las cantidades a agregarse en el volumen extraído de cada materia prima.

Tabla 2-3: Datos experimentales para las pruebas de fermentación en el laboratorio

PARÁMETROS	MATERIA PRIMA	
	MANDARINA	REMOLACHA
Peso inicial (g)	2000	2000
Cantidad de agua (mL)	---	232
Tiempo de licuado (min.)	3	10
Volumen extraído de mosto (mL)	1890	1550
°Brix inicial	11,70	10,63
pH inicial	3,95	5,97
T inicial (°C)	22	22
Cantidad de azúcar (g)	151,2	147,56
Cantidad de levadura (g)	3,78	3,10
Cantidad de sulfato de amonio (g)	3,78	3,10
Cantidad de ácido cítrico	---	1,55
°Brix final	22	22
pH final	3,95	4,15
T final (°C)	30	30

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

- Cálculos Mandarina

$$\text{Cantidad de azúcar} = \frac{8g * 1890mL}{100mL} = 151,2 g$$

$$\text{Cantidad de Levadura} = \frac{2g * 1890mL}{1000mL} = 3,78 g$$

$$\text{Cantidad de sulfato de amonio} = \frac{2g * 1890mL}{1000mL} = 3,78 g$$

- Cálculos de Remolacha

$$\text{Cantidad de azúcar} = \frac{9,52g * 1550mL}{100mL} = 147,56 g$$

$$\text{Cantidad de Levadura} = \frac{0,2g * 1550mL}{100mL} = 3,10 g$$

$$\text{Cantidad de sulfato de amonio} = \frac{0,2g * 1550mL}{100mL} = 3,10 g$$

$$\text{Cantidad de ácido cítrico} = \frac{0,1g * 1550mL}{100mL} = 1,55g$$

3.2.4 Fermentación a gran escala

Una vez finalizada las pruebas de fermentación y destilación a escala de laboratorio se procedió al desarrollo del proceso a gran escala. Los datos se muestran a continuación en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3: Datos experimentales para la fermentación a gran escala

PARÁMETROS	MATERIA PRIMA	
	MANDARINA	REMOLACHA
Peso inicial (kg)	129,6	129,6
Cantidad de agua (L)	---	15
Tiempo de licuado (min.)	3	10
Volumen extraído de mosto (L)	121	100
°Brix inicial	11,70	11
pH inicial	3,97	5,95
T inicial (°C)	18	18
Cantidad de azúcar (kg)	9,68	9,85
Cantidad de levadura (kg)	0,242	0,200
Cantidad de sulfato de amonio (kg)	0,242	0,200
Cantidad de ácido cítrico	---	0,1
°Brix final	22	22
pH final	3,97	4,15
T final (°C)	32	32

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

- Cálculos Mandarina

$$\text{Cantidad de azúcar} = \frac{0,008 \text{ kg} * 121 \text{ L}}{0,1 \text{ L}} = 9,68 \text{ kg}$$

$$\text{Cantidad de Levadura} = \frac{0,0002 \text{ kg} * 121 \text{ L}}{0,1 \text{ L}} = 0,242 \text{ kg}$$

$$\text{Cantidad de sulfato de amonio} = \frac{0,0002 \text{ kg} * 121 \text{ L}}{0,1 \text{ L}} = 0,242 \text{ kg}$$

- Cálculos de Remolacha

$$\text{Cantidad de azúcar} = \frac{0,00985 \text{ kg} * 100 \text{ L}}{0,1 \text{ L}} = 9,85 \text{ kg}$$

$$\text{Cantidad de ácido cítrico} = \frac{0,0001 \text{ kg} * 100 \text{ L}}{0,1 \text{ L}} = 0,1 \text{ kg}$$

$$\text{Cantidad de Levadura} = \frac{0,0002 \text{ kg} * 100 \text{ L}}{0,1 \text{ L}} = 0,2 \text{ kg}$$

$$\text{Cantidad de sulfato de amonio} = \frac{0,0002 \text{ kg} * 100 \text{ L}}{0,1 \text{ L}} = 0,2 \text{ kg}$$

3.3 Proceso de destilación

3.3.1 Destilación de las pruebas fermentadas a pequeña escala

Al finalizar el proceso de fermentación de las pruebas a nivel de laboratorio, se procede a destilar en un equipo de destilación simple, según el procedimiento descrito en la Figura 2-3.

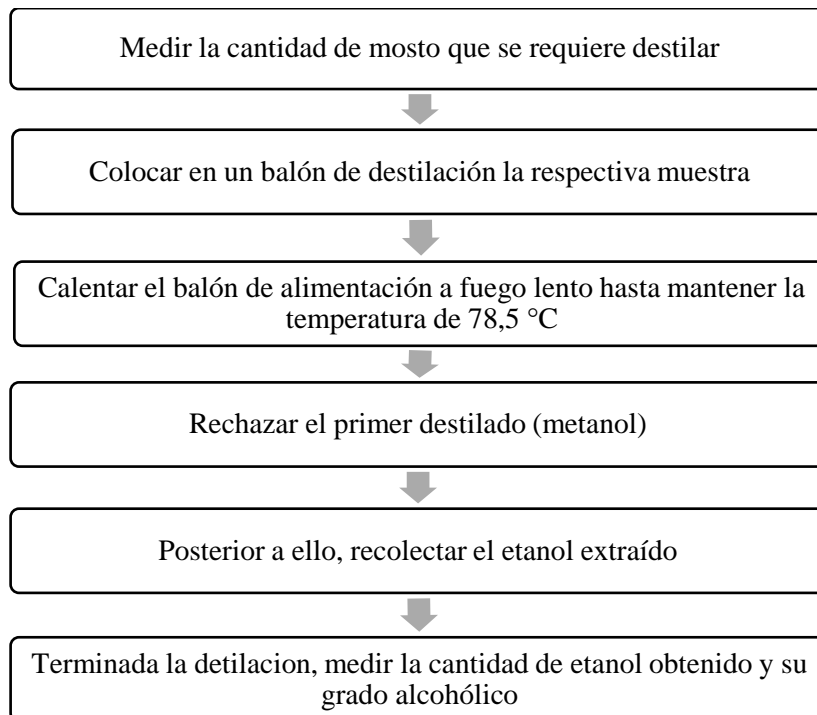


Figura 2-3: Procedimiento de destilación simple

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

3.3.2 *Destilación a gran escala*

Terminado el proceso de fermentación a gran escala, se destila en la Torre de destilación de alcohol, con una capacidad de 60 L, de acuerdo al procedimiento descrito en la Figura 3-3.

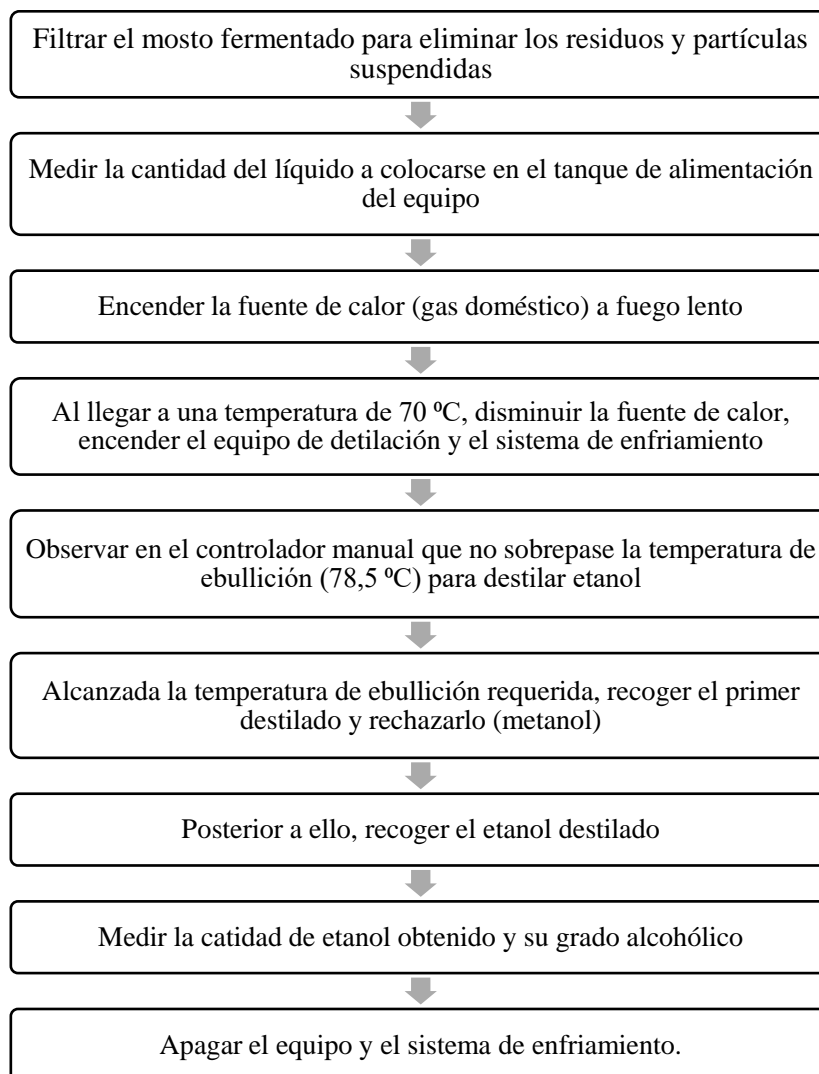


Figura 3-3: Metodología del proceso de destilación a gran escala

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

3.4 Rectificación de alcohol

El alcohol obtenido en el proceso de destilación no cuenta con el grado alcohólico necesario para la producción de gel antibacterial que contrarreste la propagación del virus Covid-19, por lo cual es necesario someter a un proceso de rectificación, para incrementar la pureza del etanol, en un Rotavapor, de acuerdo al procedimiento establecido en la Figura 4-3.

El producto rectificado se deberá enviar a un laboratorio para el análisis del grado alcohólico de cada muestra.

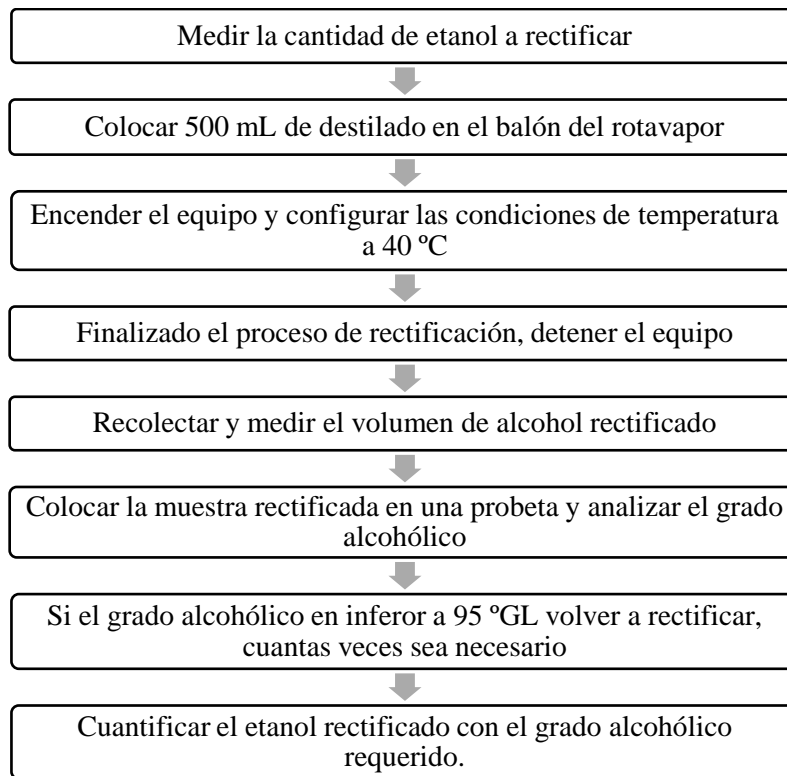


Figura 4-3: Proceso de rectificación de alcohol en un rotavapor

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

3.5 Elaboración del gel antibacterial

3.5.1 Procedimiento

Una vez obtenido el etanol con el grado alcohólico establecido por la OMS, se procede a elaborar el gel antibacterial tanto de la mandarina como de la remolacha, de acuerdo al procedimiento detallado en la Figura 5-3.

a) Sustancias y Reactivos (Para 1 Litro):

- 700 mL alcohol 95 °GL
- 275 mL agua destilada
- 2 g de carbopol
- 3 mL de TEA
- 5 mL de glicerina

a) Materiales y Equipos:

- Mezcladora de alto corte
- Balanza analítica
- Balde
- Embudo

- Varilla de agitación
- Vaso de precipitación
- Guantes y mascarilla

b) Procedimiento:

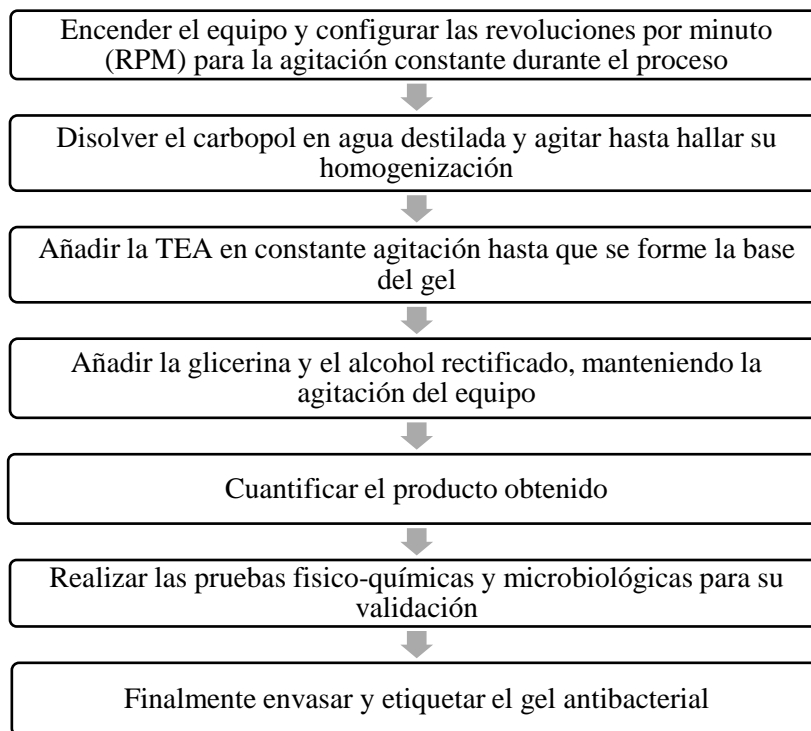


Figura 5-3: Procedimiento para la elaboración de gel antibacterial

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

3.5.2 Validación

El gel antibacterial elaborado deberá cumplir con los requerimientos físicos-químicos establecidos por la Compañía PQP (Productos Químicos Panamericanos S.A), de Colombia. Así se podrá presentar un producto que garantice su efectividad en prevenir la propagación del Virus COVID 19.

Tabla 4-3: Requisitos físico-químicos del gel antibacterial

PARÁMETROS	CONDICIÓN
Apariencia	Gel con partículas en suspensión
Color	Translucido
Olor	característico
Solubilidad	Soluble en agua y alcohol
pH (Directo)	6,0-8,0
Densidad (25 °C)	0,95 – 1,05 g/mL
Viscosidad (25 °C)	2000-4000 cps

Fuente: Productos Químicos Panamericanos S.A., 2020

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

Los requisitos microbiológicos que deberá cumplir el producto se establecen en la norma NTE INEN 2867, para productos cosméticos de uso humano.

Tabla 5-3: Requisitos microbiológicos de los productos cosméticos.

REQUISITO	LÍMITES DE ACEPTABILIDAD	MÉTODO DE ENSAYO DE REFERENCIA
Microorganismos mesófilos aerobios totales	Recuento de microorganismos mesófilos aerobios totales. Límite máximo 5×10^3 ufc*/g o ml	NTE INEN-ISO 21149
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Ausencia de <i>Pseudomona aeruginosa</i> en 1 g o ml	NTE INEN-ISO 22717
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia de <i>Staphylococcus aureus</i> en 1 g o ml.	NTE INEN-ISO 22718
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia de <i>Escherichia coli</i> en 1 g o ml.	NTE INEN-ISO 21150

Fuente: NTE INEN 2867, 2015

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

Además, para corroborar que el gel antibacterial contenga etanol en un rango de 60-80% se realiza el análisis por espectrometría infrarroja (IR).

3.6 Cálculos de Ingeniería

3.6.1 Cálculo del espesor óptimo del aislante térmico

Para recubrir la torre de destilación de alcohol se debe conocer el espesor de la Lana de vidrio donde intervienen los mecanismos de transferencia de calor de conducción y convección.

3.6.1.1 Cálculo del coeficiente de convección

a) Cálculo del número de Rayleigh

Se debe calcular el número de Rayleigh para determinar si la corriente es de naturaleza laminar o turbulenta.

$$Ra_L = \frac{g \beta (T_s - T_\infty)}{\nu \alpha} L^3 \quad Ec. 3 - 1$$

Dónde:

g = Gravedad (m^2/s)

β = Coeficiente de expansión térmica (K^{-1})

ν = Viscosidad cinemática (m^2/s)

α = Difusividad térmica (m^2/s)

L = Longitud de la columna (m)

Los parámetros que intervienen en el cálculo anterior se determinan con las propiedades del aire en relación a la temperatura promedio (T_f).

$$T_f = \frac{T_s - T_{air}}{2} \quad Ec. 3 - 2$$

Dónde:

T_s = Temperatura de salida (°C)

T_{air} = Temperatura del ambiente (°C)

b) Cálculo del número de Nusselt

$$\overline{Nu}_L = \left\{ 0.825 + \frac{0,387 * Ra_L^{1/6}}{\left[1 + \left(\frac{0,492}{Pr} \right)^{9/16} \right]^{8/27}} \right\}^2 \quad Ec. 3 - 3$$

Dónde:

Ra_L = número de Rayleigh

Pr = Número de Prandtl

c) Cálculo del coeficiente de convección

Con el valor obtenido del número de Nusselt se emplea la ecuación que relaciona el coeficiente de convección (\bar{h}).

$$\overline{Nu}_L = \frac{\bar{h} L}{k}$$

$$\bar{h} = \frac{\overline{Nu}_L k}{L} \quad Ec. 3 - 4$$

Dónde:

\overline{Nu}_L = número de Nusselt

k = Conductividad térmica (W/m K)

L = Longitud de la columna (m)

3.6.1.2 Cálculo de la resistencia teórica y real

a) Resistencia teórica

La resistencia a la transferencia de calor entre los vapores que se forman en el interior de la columna y el aire está establecida por la conducción en el aislante térmico y la convección en el aire, la resistencia teórica total por unidad de longitud del tubo entonces es:

$$R_t = \frac{\ln(r/r_i)}{2\pi k} + \frac{1}{2\pi r h} \quad \text{Ec. 3 - 5}$$

Dónde:

r = Radio externo (m)

r_i = Radio interno de la columna (m)

h = Coeficiente de convección (W/m²K)

b) Resistencia real

A partir de la ecuación de la transferencia de calor por unidad de longitud (q/L) se calcula la resistencia real.

$$\frac{q}{L} = \frac{(T_\infty - T_i)}{R_{tot}}$$

$$R_r = \frac{(T_\infty - T_i)}{q_r} * L \quad \text{Ec. 3 - 6}$$

Dónde:

q_r = Calor perdido (W)

T_∞ = Temperatura del flujo exterior (K)

T_i = Temperatura interna de la columna (K)

Para conocer la pérdida de calor a través de la columna de destilación se utiliza el valor calculado en la Tesis realizada acerca del equipo a recubrirse, titulada **“Diseño y construcción de un equipo de destilación para la purificación de los aceites usado procedente de vehículos”** (Medina y Sánchez, 2012: pp.146-160)

$$q_r = 5009,1 \text{ kcal/h} \rightarrow 5821,687 \text{ J/s}$$

3.6.1.3 Cálculo del calor teórico perdido

La cantidad de calor que se pierde teóricamente a través de las paredes de la columna se calcula utilizando el valor de la resistencia teórica, de acuerdo la siguiente ecuación

$$q_t = \frac{(T_\infty - T_i)}{R_t} * L \quad \text{Ec. 3 - 7}$$

3.6.1.4 Cálculo del espesor de la Lana de vidrio

El espesor óptimo del aislante térmico está relacionado con el valor de r (radio), esto debe minimizar q (calor perdido a través de las paredes de la columna) o maximizar R_{tot} (resistencia a la pérdida de calor). Este valor se determina mediante la evaluación de la primera derivada.

$$\frac{d R'_{tot}}{d r} = 0$$

$$\frac{1}{2\pi k r} - \frac{1}{2\pi r^2 h} = 0$$

$$r = \frac{k}{h}$$

Para conocer si el análisis anterior minimiza el calor o maximiza la resistencia total, debe evaluarse la según derivada.

$$\frac{d^2 R'_{tot}}{d r^2} = -\frac{1}{2\pi k r^2} + \frac{1}{\pi r^3 h}$$

$$\frac{d^2 R_{tot}}{d r^2} = \frac{1}{2\pi k^3 / h^2} > 0$$

Si el valor es positivo, se define que $r = k/h$ es el radio de aislamiento para el que la resistencia total sea mínima, no máxima. Entonces no existe un espesor de aislamiento óptimo, es por ello que tiene más coherencia calcular un radio de aislamiento crítico.

$$r_{cr} = \frac{k}{h} \quad \text{Ec. 3 - 8}$$

3.6.2 Cálculo del rendimiento y la eficiencia del equipo

Se realiza pruebas antes y después del cambio del aislante térmico, mediante la destilación de alcohol etílico decomisado y entregado a la Facultad de Ciencias para conocer la mejora en el equipo y en el proceso de destilado.

Para el cálculo del rendimiento y eficiencia se utiliza los datos de la Tabla 6-3.

Tabla 6-3: Datos para el cálculo del Rendimiento y Eficiencia

	ANTES DEL CAMBIO		DESPUÉS DEL CAMBIO	
	Volumen (L)	Masa (Kg)	Volumen (L)	Masa (Kg)
Alimentación (F)	25	23,5	25	23,5
Destilado (D)	9,40	8,05	12,80	10,80
Residuo (W)	15,60	15,45	12,20	12,70

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

3.6.2.1 Rendimiento

$$\text{Rendimiento} = \frac{V_s}{V_e} * 100\% \quad \text{Ec. 3 - 9}$$

Dónde:

V_s = Volumen de salida, destilado (L)

V_e = Volumen de entrada, alimentación (L)

3.6.2.2 Eficiencia

$$\eta = \frac{Q_{TC} + Q_C}{Q_p} * 100\% \quad \text{Ec. 3 - 10}$$

Dónde:

η = Eficiencia

Q_{TC} = Calor suministrado (kJ)

Q_C = Calor del condensador (kJ)

Q_p = Calor perdido (kJ)

a) Cálculo del calor del condensador

$$Q_C = m * \bar{\lambda}_p \quad \text{Ec. 3 - 11}$$

Dónde:

m = Masa del condensado

λ_m = Calor latente promedio (kJ/kg)

$$\bar{\lambda}_p = \sum Y_c * \lambda_c \quad \text{Ec. 3 - 12}$$

Dónde:

Y_c = Fracción molar del compuesto

λ_c = Calor latente de cada compuesto (kJ/kg)

b) Cálculo del calor suministrado

$$Q_S + m_F H_F = m_D H_D + m_W H_W + Q_C$$

$$Q_S = m_D H_D + m_W H_W + Q_C - m_F H_F \quad \text{Ec. 3 - 13}$$

Dónde:

Q_S = Calor suministrado (kJ)

$m_D H_D$ = Calor del destilado (kJ)

$m_W H_W$ = Calor del residuo (kJ)

Q_C = Calor del condensador (kJ)

$m_F H_F$ = Calor de la alimentación (kJ)

c) Cálculo del calor perdido

$$Q_p = Q_{TC} - Q_G \quad Ec. 3 - 14$$

Dónde:

Q_{TC} = Calor total del combustible (kJ)

Q_G = Calor gastado (kJ)

$$Q_{TC} = m_{TC} * \lambda_{GLP} \quad Ec. 3 - 15$$

Dónde:

m_{TC} = Masa total del combustible (kJ)

λ_{GLP} = Calor latente de vaporización del GLP (kJ)

$$Q_G = m_G * \lambda_{GLP} \quad Ec. 3 - 16$$

Dónde:

m_G = Masa gastada del combustible (kg)

λ_{GLP} = Calor latente de vaporización del GLP (KJ/kg)

3.6.3 Balances de masa

A partir de los datos obtenidos del proceso de destilación de la mandarina y la remolacha a escala industrial se calcula el Balance de masa.

3.6.3.1 Cálculo del balance de masa

$$F = W + D \quad Ec. 3 - 17$$

Dónde:

F = Volumen de Alimentación (L)

W = Volumen de Residuo (L)

D = Volumen de Destilado (L)

3.6.3.2 Cálculo del balance de masa parcial

$$FX_F = WX_W + DX_D \quad \text{Ec. 3 - 18}$$

Dónde:

X_F = Fracción de alimentación

X_W = Fracción de residuo

X_D = Fracción de destilado

3.6.4 Análisis Económico del producto

3.6.4.1 Costos para la producción de etanol de Mandarina y Remolacha

Tabla 7-3: Costos para la producción de etanol

PRESUPUESTO				
	ETANOL DE MANDARINA		ETANOL DE REMOLACHA	
	CANTIDAD	COSTO (\$)	CANTIDAD	COSTO (\$)
MATERIA PRIMA E INSUMOS				
Fruto/Tubérculo	12 qq	48,00	9 qq	36,00
Azúcar	9,68 kg	8,35	9,85 kg	8,50
Levadura	0,242 kg	4,15	0,200 kg	3,43
Sulfato de amonio	0,242 kg	0,39	0,200 kg	0,32
Ácido cítrico	---	---	0,100 kg	0,18
Agua de botellón	2,1 L	2,10	17 L	1,70
MATERIALES				
Recipientes	2	10,00	2	10,00
Manguera	2 m	0,70	2 m	0,70
MANO DE OBRA/DÍA				
Extracción del etanol	2	20,00	2	22,00
TOTAL		82,99		72,13

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

3.6.4.2 Costos para la elaboración de gel antibacterial

Tabla 8-3: Costos para la elaboración de Gel Antibacterial

PRESUPUESTO				
	GEL- MANDARINA		GEL- REMOLACHA	
	CANTIDAD	COSTO (\$)	CANTIDAD	COSTO (\$)
INSUMOS				
Carbopol	2,029 x 10 ⁻² kg	1,82	2,114 x 10 ⁻² kg	1,90
TEA	3,043 x 10 ⁻² L	0,46	3,171 x 10 ⁻² L	0,48
Glicerina	5,071 x 10 ⁻² L	0,51	5,286 x 10 ⁻² L	0,53
Agua destilada	2,79 L	1,56	2,91 L	1,63
MATERIALES				
Envase	3	1,80	3	1,80
Etiqueta	3	0,60	3	0,60
MANO DE OBRA/DÍA				
Elaboración de gel antibacterial	2	10,00	2	10,00
TOTAL		16,75		16,94

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1.1 Cálculo del espesor óptimo del aislante térmico

4.1.1.1 Cálculo del coeficiente de convección

a) Cálculo del número de Rayleigh

A partir de la Ec. 3-2 se calcula la temperatura promedio para determinar las propiedades termodinámicas del aire (ANEXO L).

$$T_f = \frac{(87 - 20)^\circ\text{C}}{2} = 53,5^\circ\text{C}$$

Tabla 1-4: Propiedades termodinámicas del aire a 53,5 °C

PROPIEDADES	VALOR
Conductividad térmica (k)	$2,761 \times 10^{-2}$ W/mK
Difusividad térmica (α)	$2,548 \times 10^{-5}$ m ² /s
Viscosidad cinemática (ν)	$1,832 \times 10^{-5}$ m ² /s
Número de Prandtl (Pr)	0,722
Coefficiente de expansión volumétrica (β)	$3,061 \times 10^{-3}$ K ⁻¹

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

El número de Rayleigh se calcula a partir de la Ec. 3-1

$$Ra_L = \frac{9,81 \text{ m/s}^2 * 3,061 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1} (360,15 - 293,15) \text{ K}}{(1,83 \times 10^{-5}) \text{ m}^2/\text{s} * (2,54 \times 10^{-5}) \text{ m}^2/\text{s}} * (2 \text{ m})^3$$

$$Ra_L = 3,463 \times 10^{10} \rightarrow \text{Flujo turbulento}$$

b) Cálculo del número de Nusselt

Se calcula a partir de la Ec. 3-3

$$\overline{Nu}_L = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 * (3,463 \times 10^{10})^{1/6}}{\left[1 + \left(\frac{0,492}{0,722} \right)^{9/16} \right]^{8/27}} \right\}^2$$

$$\overline{Nu}_L = 375,196$$

c) Cálculo del coeficiente de convección

Se calcula a partir de la Ec. 3-4

$$\bar{h} = \frac{\overline{Nu}_L k}{L}$$

$$\bar{h} = \frac{375,196 * 2,761 \times 10^{-2} \text{ W/m K}}{2 \text{ m}}$$

$$\bar{h} = 5,180 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}}$$

4.1.1.2 Cálculo de la resistencia teórica y real

a) Resistencia teórica

Se calcula a partir de la Ec. 3-5

$$R_t = \frac{\ln(r/r_i)}{2\pi k} + \frac{1}{2\pi r h}$$

$$R_t = 0 + \frac{1}{2\pi (0,09 \text{ m}) \left(5,247 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}}\right)}$$

$$R_t = 0,337 \frac{\text{mK}}{\text{W}}$$

b) Resistencia real

Se calcula a partir de la Ec. 3-6

$$R_r = \frac{(293,15 - 360,15)\text{K}}{5821,687 \frac{\text{J}}{\text{s}}} * 2\text{m}$$

$$R_r = -2,302 \times 10^{-2} \frac{\text{mK}}{\text{W}}$$

4.1.1.3 Cálculo del calor teórico perdido

La cantidad de calor que se pierde teóricamente a través de las paredes de la columna de destilación se calcula a partir de la Ec. 3-7, utilizando el valor calculado de la resistencia teórica.

$$q_t = \frac{(293,15 - 360,15)\text{K}}{0,337 \frac{\text{mK}}{\text{W}}} * 2\text{m}$$

$$q_t = -397,626 W$$

4.1.1.4 Cálculo del espesor de la Lana de vidrio

El espesor óptimo del aislante térmico se determina a partir de la Ec. 3-8.

$$r_{cr} = \frac{0,045 \frac{W}{m K}}{5,180 \frac{W}{m^2 K}}$$

$$r_{cr} = 8,687 \times 10^{-3} m \rightarrow 8,7 mm$$

4.1.2 Cálculo del rendimiento y la eficiencia del equipo

A partir de los datos de la Tabla 6-3 se calcula el rendimiento y la eficiencia antes y después del cambio de aislante térmico.

4.1.2.1 Rendimiento del proceso

Se calcula a partir de la Ec. 3-9

a) Antes del cambio de aislante térmico

$$Rendimiento = \frac{9,40 L}{25 L} * 100\%$$

$$Rendimiento = 37,60 \%$$

b) Después del cambio de aislante térmico

$$Rendimiento = \frac{12,80L}{25 L} * 100\%$$

$$Rendimiento = 51,20 \%$$

4.1.2.2 Cálculo de la eficiencia

a) Antes del cambio de aislante

- Cálculo del calor del condensador

Utilizando la Ec. 3-12 se determina el calor latente de vaporización promedio.

$$\bar{\lambda}_p = 0,6 * -855 \frac{kJ}{kg} + 0,4 * 2257 \frac{kJ}{kg}$$

$$\bar{\lambda}_p = 389,8 \frac{kJ}{kg}$$

A partir de la Ec. 3-11 se determina el calor del condensador

$$Q_c = 8,050 \text{ kg} * 389,8 \frac{kJ}{kg}$$

$$Q_c = 3137,89 \text{ kJ}$$

- Cálculo de calor suministrado

De acuerdo a la Ec. 3-13

$$Q_s = 8,050 \text{ kg} * 2,84 \frac{kJ}{kg K} (294 - 353)K + 14,693 \text{ kg} * 4,22 \frac{kJ}{kg K} (363 - 293)K \\ + 3137,89 \text{ kJ} - 23,5 \text{ kg} * 3,53 \frac{kJ}{kg K} (353 - 293)K$$

$$Q_s = 1152,044 \text{ KJ}$$

- Cálculo del calor perdido

Utilizando la Ec. 3-15

$$Q_{TC} = 15 \text{ kg} * 426 \frac{kJ}{kg}$$

$$Q_{TC} = 6390 \text{ kJ}$$

Utilizando la Ec. 3-16

$$Q_G = 2,1 \text{ kg} * 426 \frac{kJ}{kg}$$

$$Q_G = 894,6 \text{ kJ}$$

Para determinar el calor perdido se utiliza la Ec. 3-14

$$Q_p = (6390 - 894,6) \text{ kJ}$$

$$Q_p = 5495,4 \text{ kJ}$$

Una vez obtenido los valores de los calores que intervienen en el proceso de destilación se calcula la eficiencia a partir de la Ec. 3-10

$$\eta = \frac{(1152,044 + 3137,89)kJ}{5495,4 kJ} * 100\%$$

$$\eta = 78,06 \%$$

b) Después del cambio del aislante

- Cálculo del calor condensado

Utilizando la Ec. 3-12

$$\bar{\lambda}_p = 0,61 * -855 \frac{kJ}{kg} + 0,39 * 2257 \frac{kJ}{kg}$$

$$\bar{\lambda}_p = 358,680 \frac{kJ}{kg}$$

A partir de la Ec. 3-11

$$Q_c = 10,8 kg * 358,68 \frac{kJ}{kg}$$

$$Q_c = 3873,744 kJ$$

- Cálculo de calor suministrado

De acuerdo a la Ec. 3-13

$$Q_s = 10,8 kg * 2,84 \frac{kJ}{kg K} (294 - 353)K + 12,7 kg * 4,22 \frac{kJ}{kg K} (363 - 293)K$$

$$+ 3873,744 kJ - 23,5 kg * 3,53 \frac{kJ}{kg K} (353 - 293)K$$

$$Q_s = 838,376 KJ$$

- Cálculo del calor perdido

Utilizando la Ec. 3-15

$$Q_{TC} = 15 kg * 426 \frac{kJ}{kg}$$

$$Q_{TC} = 6390 kJ$$

Utilizando la Ec. 3-16

$$Q_G = 1,8 \text{ kg} * 426 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$Q_G = 766,8 \text{ kJ}$$

Para determinar el calor perdido se utiliza la Ec. 3-14

$$Q_p = (6390 - 766,8) \text{ kJ}$$

$$Q_p = 5623,2 \text{ kJ}$$

Una vez obtenido los valores de los calores que intervienen en el proceso de destilación se calcula la eficiencia a partir de la Ec. 3-10.

$$\eta = \frac{(838,376 + 3873,744) \text{ kJ}}{5623,2 \text{ kJ}} * 100\%$$

$$\eta = 83,80 \%$$

Una vez desarrollado los cálculos del rendimiento y la eficiencia antes y después del aislante térmico se determina que existe un incremento de 13,60 % y 5,74% respectivamente. La eficiencia del equipo no tuvo una mejora considerable debido a que se trabaja con gas GLP como fuente de calor directa en el proceso y por ende existen pérdidas de energía.

El tiempo de destilado se redujo de 7 h a 6,15 min. así también disminuye el consumo de gas de 2,2 kg a 1,8 kg.

4.1.3 Resultados de la fermentación

a) Pruebas de laboratorio

Tabla 2-4: Resultados de la fermentación a escala de laboratorio

PARÁMETROS	Mandarina	Remolacha
Volumen del mosto fermentado (L)	1930	1592
°Brix	5,6	5,5
pH	3,86	4,0
Grado de alcohol (°GL)	10	11
Temperatura (°C)	30	30

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

b) Pruebas a gran escala

Tabla 3-4: Resultados de la fermentación a gran escala

PARÁMETROS	Mandarina	Remolacha
Volumen del mosto fermentado (L)	123,2	102,7
°Brix	5,5	5,3
pH	3,83	3,98
Grado de alcohol (°GL)	10	11
Temperatura (°C)	30	30

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

4.1.4 Resultado de la destilación

a) Pruebas de laboratorio

Tabla 4-4: Resultados de la destilación a escala de laboratorio

PARÁMETRO	Mandarina	Remolacha
Volumen de alimentación (mL)	1810	1590
Volumen de etanol obtenido (mL)	192	176
Grado alcohólico (°GL)	65	68
Tiempo de destilación (h)	2	1,8

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

b) Pruebas a gran escala

Tabla 5-4: Resultados de la destilación a gran escala

PARÁMETRO	Mandarina	Remolacha
Volumen de alimentación (L)	115,2	101,5
Volumen de etanol obtenido (L)	11,8	11,2
Grado alcohólico (°GL)	68	70
Tiempo de destilación (h)	8,4	8

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

De acuerdo a la Tabla 5-4, la cantidad de destilado del mosto de remolacha es menor con 600 mL respecto al de mandarina, pero a un grado alcohólico superior debido a que el proceso de fermentación se mantuvo en mejores condiciones de temperatura.

4.1.5 Resultado de la rectificación

El proceso de rectificación se llevó a cabo con el etanol obtenido a gran escala.

Tabla 6-4: Resultados de la rectificación de alcohol

No.	PARÁMETRO	Mandarina	Remolacha
1	Volumen de alimentación (L)	11,8	11,2
	Volumen de etanol obtenido (L)	8,9	8,6
	Grado alcohólico(°GL)	85	89
	Tiempo de rectificado (min.)	40	38
2	Volumen de alimentación (L)	8,9	8,6
	Volumen de etanol obtenido (L)	7,6	7,4
	Grado alcohólico (°GL)	91	96
	Tiempo de rectificado (min.)	32	34
3	Volumen de alimentación (L)	7,6	---
	Volumen de etanol obtenido (L)	7,1	---
	Grado alcohólico (°GL)	95	---
	Tiempo de rectificado (min.)	15	---

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

El etanol de mandarina se rectificó tres veces alcanzando 95 °GL, mientras que de la remolacha con dos rectificaciones se obtuvo 96 °GL como se establece en la Tabla 6-4, dado que su grado alcohólico inicial fue mayor. Así como, el tiempo de rectificación del etanol de mandarina es de 1,27 h mientras que de la remolacha es de 1,12 h.

4.1.6 Balance de masa

A partir de los datos obtenidos del proceso de destilación de la mandarina y la remolacha a gran escala se calcula el Balance de masa global y parcial.

4.1.6.1 Cálculo del balance de masa global

Se calcula con base a la Ec. 3-17

a) Mandarina

$$115,2 L = W + 11,8 L$$

$$W = 103,4 L$$

b) Remolacha

$$101,5 L = W + 11,2 L$$

$$W = 90,3 L$$

4.1.6.2 Cálculo del balance de masa parcial

Se calcula con base a la Ec. 3-18

a) Mandarina

$$115,2 L * 0,10 = 103,4 L * X_W + 11,8 L * 0,68$$

$$X_W = 0,034$$

b) Remolacha

$$101,5 L * 0,11 = 90,3 L * X_W + 11,2 L * 0,70$$

$$X_W = 0,037$$

4.1.6.3. Cálculo del Rendimiento

Se calcula a partir de la Ec. 3-9

a) Etanol de mandarina

$$\text{Rendimiento} = \frac{11,8 \text{ L}}{115,2 \text{ L}} * 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 10,24 \%$$

b) Etanol de remolacha

$$\text{Rendimiento} = \frac{11,2 \text{ L}}{101,5 \text{ L}} * 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 11,03 \%$$

4.1.7 Resultados de la elaboración del gel antibacterial

Con el volumen de etanol rectificado de la mandarina y remolacha 7,1 y 7,4 L respectivamente se elabora el gel antibacterial en el Laboratorio de Productos Naturales.

Tabla 7-4: Cantidad de gel obtenido

PARÁMETROS	MANDARINA (95°GL)	REMOLACHA (96°GL)
Cantidad de etanol	7,1	7,4
Agua destilada (L)	2,79	2,91
Carbopol (kg)	$2,029 \times 10^{-2}$	$2,114 \times 10^{-2}$
TEA (L)	$3,043 \times 10^{-2}$	$3,171 \times 10^{-2}$
Glicerina (L)	$5,071 \times 10^{-2}$	$5,286 \times 10^{-2}$
Cantidad de gel antibacterial (L)	10,5	10,9

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

4.1.8 Resultados de la validación del gel antibacterial

4.1.8.1 Análisis Físico-químicos

Tabla 8-4: Resultados físico-químicos del gel antibacterial

PARÁMETROS	RESULTADOS	
	GEL-MANDARINA	GEL-REMOLACHA
Apariencia	Gel con partículas en suspensión	Gel con partículas en suspensión
Color	Translúcido	Translúcido
Olor	Característico	Característico
Solubilidad	Soluble en agua y alcohol	Soluble en agua y alcohol
pH	6,76	6,79
Densidad	0,96 g/mL	0,95 g/mL
Viscosidad (120 RPM)	2709,8 cps	2705,3 cps

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

Al analizar la Tabla 8-4 se verifica que las propiedades físico químicas del gel antibacterial elaborado a partir del etanol tanto de la mandarina como de la remolacha se encuentran dentro de los límites establecidos por la Compañía PQP de Colombia.

4.1.9 Análisis económico del producto

Tabla 10- 4: Resultado del costo del gel antibacterial

PRESUPUESTO				
	GEL- MANDARINA		GEL- REMOLACHA	
	CANTIDAD	COSTO (\$)	CANTIDAD	COSTO (\$)
INSUMOS				
Etanol	175 mL	1,38	175 mL	1,16
Carbopol	0,50 g	0,045	0,50 g	0,045
TEA	0,75 mL	0,011	0,75 mL	0,011
Glicerina	1,25 mL	0,012	1,25 mL	0,012
Agua destilada	68,75 mL	0,038	68,75 mL	0,038
MATERIALES				
Envase 250 mL	1	0,60	1	0,60
Etiqueta	1	0,05	1	0,05
MANO DE OBRA/DÍA				
Elaboración de gel antibacterial	2	0,16	2	0,16
TOTAL		2,30		2,00

Realizado por: Armendáriz Armendáriz, Abigail; Aucanshala Quitio, Yessenia, 2021

En la Tabla 10-4 se detalla el presupuesto para determinar el costo del gel antibacterial para una presentación de 250 mL dando un valor de \$ 2,30 para el gel elaborado a partir del etanol de mandarina y \$ 2,00 para el de remolacha, por lo que se deduce que es más rentable producir gel con alcohol etílico extraído de la remolacha.

4.1.10 Análisis de resultados

De acuerdo a los datos obtenidos en el proceso de fermentación a gran escala se deduce que el porcentaje de alcohol contenido en el mosto de remolacha es mayor que el de mandarina debido a que existe mayor reducción de °Brix. Es importante señalar, que el mosto debe mantenerse en un rango de 30-35 °C para garantizar su desarrollo en menor tiempo.

El revestimiento de la Torre de destilación de alcohol muestra un cambio significativo en el proceso ya que existe un incremento de 5,74 % en cuanto a la eficiencia y de 13,6 % para el rendimiento, así también, la disminución de 45 minutos en el tiempo de destilado permitiendo el ahorro de 0,3 kg de gas GLP.

Con la etapa de rectificación se obtiene alcohol a 95 y 96 °GL para las muestras de etanol de mandarina y remolacha respectivamente, cumpliendo con el requisito establecido en la Norma INEN 375 en cuanto al grado alcohólico que debe presentar un mínimo de 95 °GL. El etanol de mandarina al partir con un porcentaje menor de alcohol tarda más tiempo en rectificarse. Mediante el análisis de grado alcohólico por el método de cromatografía de gases se obtuvo 96,54 °GL para el etanol de mandarina y 98,19 °GL para la remolacha, siendo este método más exacto.

Con el etanol rectificado de mandarina se obtuvo 10,5 L y con el etanol de remolacha 10,9 L de gel antibacterial. Los resultados físico-químicos y microbiológicos realizados al producto indican

que cumplen con todos los parámetros de calidad y a través de un análisis IR se determina el que el porcentaje de alcohol contenidos en el producto es de 70,93 y 71,09 % para las diferentes muestras, así el gel se considera apto para contrarrestar la propagación del COVID 19.

El análisis económico realizado para una presentación de 250 mL de gel antibacterial indica un costo de \$ 2,30 para el gel con etanol de mandarina y \$ 2,00 con el etanol de remolacha, siendo más rentable la elaboración del producto con el alcohol proveniente de la remolacha.

CONCLUSIONES

- La producción de etanol en el equipo recubierto con el nuevo aislante fue de 11,8 L a 68 °GL y 11,2 L a 70 °GL a partir del mosto de mandarina y remolacha respectivamente, para su posterior rectificación y elaboración de gel antibacterial con cada muestra.
- Mediante el proceso de fermentación a pequeña escala se determinó las cantidades exactas de materia prima e insumos, así como las condiciones óptimas del proceso previo al desarrollo de la metodología a gran escala, garantizando la producción de etanol. En el mosto se agrega la levadura *Saccharomyces cerevisiae* previamente activada a 30-35 °C, condición que se mantiene durante toda la fase de fermentación para lograr la transformación de la mayor cantidad de azúcares en etanol. Finalizado el proceso se obtuvo 123,2 L de mosto fermentado de mandarina a 10 °GL y 102,7 L de mosto de remolacha a 11 °GL.
- Se realizó la repotenciación manual de la Torre de Destilación de Alcohol revistiendo la columna con Lana de vidrio para mejorar el rendimiento del proceso y la eficiencia del equipo, llevándose a cabo pruebas antes y después del cambio con etanol artesanal entregado a la Facultad de Ciencias. El espesor idóneo para recubrir el equipo se calculó a partir de las ecuaciones de transferencia de calor de conducción y convección, resultando un valor de 8,7 mm. Es así que el rendimiento y la eficiencia antes del cambio fue 37,60% y 78,06% y después del cambio 51,20% y 83,80%.
- El grado alcohólico de las muestras de etanol rectificado de la mandarina y la remolacha se analizaron de acuerdo al rango establecido en la Norma INEN 375, donde se especifica que el método de ensayo a utilizarse se basa en la Norma INEN 340. En el Laboratorio de Química Orgánica se determinó que el alcohol etílico de mandarina contiene 95 °GL y el alcohol etílico de remolacha 96 °GL, sin embargo, el análisis realizado en el Laboratorio Multianalítica detallan un resultado de 96 °GL y 97 °GL para las respectivas muestras. Además, se solicitó el análisis del grado alcohólico por cromatografía de gases por ser un método más exacto indicando valores de 96,54 °GL y 98,19 °GL respectivamente.

- Se elaboró 10,5 L y 10,9 L de gel antibacterial a partir de 7,1 L de etanol de mandarina y 7,4 L de etanol de remolacha con la adición de agua destilada, carbopol, TEA y glicerina en una mezcladora de alto corte. Para su validación se realizaron análisis físico-químicos de acuerdo a la Compañía PQP de Colombia y los microbiológicos según la Norma INEN 2867, determinándose que el producto es de calidad ya que cumple con todos los parámetros especificados. Además, se realizó el análisis IR dando como resultado 70,93 % para el gel elaborado con etanol de mandarina y 71,09 % para el gel elaborado con etanol de remolacha.

RECOMENDACIONES

- Para la etapa de fermentación es necesario colocar los recipientes en las condiciones óptimas donde se mantenga la temperatura en el rango de 30-35 °C, para evitar la inactivación de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*.
- Durante la colocación de la Lana de vidrio, en el equipo a recubrir, se debe considerar todas las medidas de protección necesarias para evitar laceraciones en la piel debido al tipo de material con el que se está trabajando.
- El proceso de destilación se debe llevar a cabo a fuego lento cuando se trabaja con una fuente de calor directa de gas GLP para evitar que el etanol se evapore con agua y por ende se obtenga el alcohol etílico de un bajo grado alcohólico.
- El proceso de rectificación de etanol actualmente se realiza en un rotavapor, es por ello que se recomienda el rediseño del rectificador de la Torre de Destilación de Alcohol del Laboratorio de Procesos Industriales.
- En la elaboración de gel antibacterial no se debe colocar una cantidad excesiva de glicerina debido a que al aplicarse el producto en las manos queda adherido a la piel como una sustancia viscosa. Además, se debe considerar que el gel debe contener etanol en un rango de 60-80 % según la OMS, por lo tanto, se debe colocar una menor cantidad de agua para su preparación.

BIBLIOGRAFÍA

AREVALO, S. Optimización de la producción del agente de biocontrol *Candida sake* (CPA-1) [en línea]. (Trabajo de titulación) (Doctoral) Universitat de Leida. España: 1998. pp. 46. [Consulta: 31 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.tdx.cat/handle/10803/8389#page=1>.

ATLAS MUNDIAL DE DATOS. *Remolacha-Azucarera*. *Knoema* [en línea]. 2018. [Consulta: 26 noviembre 2020]. Disponible en: <https://knoema.es/atlas/topics/Agricultura/Producción-de-Cultivos-Cantidad-toneladas/Remolacha-Azucarera>.

BRITO, H. Texto Básico de Operaciones Unitarias II. [en línea]. 2017. [Consulta: 21 noviembre 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/315778840_Texto_Basico_Operaciones_Unitarias_II.

BRITO, H.; ET AL. “Obtención De Alcohol A Partir De Remolacha”. *European Scientific Journal* [en línea], 2016, (Ecuador) 12(24), pp. 243-245. ISSN 18577881. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2016.v12n24p242>.

CANTO, A.; ET AL. “Aislante térmico a base de materiales orgánicos”. *Revista de Iniciación Científica* [en línea], 2018, (Panamá) 4(1), pp. 48. [Consulta: 4 enero 2021]. ISSN 2412-0464. Disponible en: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/1819/2629>.

CDC. *Use desinfectante para manos cuando no pueda usar agua y jabón*. *Centers for Disease Control and Prevention* [en línea]. 2020. [Consulta: 15 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/handwashing/when-how-handwashing.html>.

CEI-RD. *Ficha técnica de Mandarina*. [en línea]. 2018. [Consulta: 29 diciembre 2020]. Disponible en: <https://prodominicana.gob.do/wp/wp-content/themes/ceird/documents/ficha-mandarina.pdf>.

CHURA, Y.; ET AL. “La Efectividad del Gel Desinfectante para manos frente al COVID-19 (SARS-COV-2)”. *SCientífica* [en línea], 2020, (Bolivia) 18(1), pp. 3. [Consulta: 26 diciembre 2020]. Disponible en: <http://200.7.173.107/index.php/Scientifica/article/download/184/135>.

COSTA, J.; ET AL. *Curso de ingeniería química* [en línea]. España: Reverté, S.A., 1983. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=XZNYpvnO_V8C&dq=que+es+la+destilacion+azeotropica&source=gbs_navlinks_s.

DESTILERIAS EAU.DE.VIE. *Historia de la destilación*. *Iberian Coppers S.A.* [en línea]. 2016. [Consulta: 31 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.copper-alembic.com/es/pagina/historia-de-la-destilacion>.

DIOMEDI, A.; ET AL. “Antisépticos y desinfectantes: apuntando al uso racional. Recomendaciones del Comité Consultivo de Infecciones Asociadas a la Atención de Salud, Sociedad Chilena de Infectología”. *Revista chilena de infectología* [en línea], 2017, (Chile) 34(2), pp. 2. ISSN 0716-1018. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182017000200010> .

EDER, R. *Defectos del vino: reconocimiento, prevención y corrección* [en línea]. Ithaka, USA: Editorial Acribia, 2005. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books/about/Defectos_del_vino.html?id=gvlKAAAAYAAJ&redir_esc=y.

EL TELÉGRAFO. A finales de septiembre se realizó el I Congreso de la mandarina en el cantón Patate. [en línea]. 2020. [Consulta: 29 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional-centro/2/el-cultivo-de-mandarina-cubre-300-hectareas-de-patate>.

ESCUADERO, D. Obtención de bioetanol a partir de inulina proveniente de biomasa vegetal mediante sacarificación y fermentación [en línea]. (Trabajo de titulación) Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador: 2015. pp. 29. [Consulta: 31 diciembre 2020]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4516/1/T-UCE-0017-111.pdf>.

GARCÍA, J. *Maridaje, Enología y Carta de vinos* [en línea]. Antequera, España: Innovación Y Cualificación, 2008. [Consulta: 30 diciembre 2020]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books/about/Maridaje_enología_y_cata_de_vinos.html?hl=es&id=x1pVoCIFrEYC&redir_esc=y.

GARCÍA, O.; ET AL. Parametrización, Simulación y Propuesta de Monitoreo de una Torre de Destilación binaria para la obtención de Oxígeno y Nitrógeno [en línea]. (Trabajo de titulación) Instituto Politécnico Nacional. México: 2013. pp. 21. [Consulta: 4 enero 2021]. Disponible en: https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/13785/tesis_torre_de_destilacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

GÓMEZ, A.; & PÉREZ, A. “Materias Primas Usadas Para La Producción De Etanol De Cuatro Generaciones: Retos y Oportunidades”. *Agrociencia* [en línea], 2018, (México) 52(1), pp. 971-985. [Consulta: 31 diciembre 2020]. ISSN 1405-3195. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952018000700967&nrm=iso.

GÓMEZ, M.; & DUQUE, A. “Caracterización Físico Química y Contenido Fenólico de la Remolacha (*Beta vulgaris L.*) en Fresco y Sometida a Tratamiento Térmico”. *Revista ION* [en línea], 2018, (Colombia) 31(1), pp. 44. [Consulta: 29 diciembre 2020]. ISSN 0120100X. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18273/revion.v31n1-2018007>.

GTM. *Etanol-Ficha de datos de bioseguridad*. [en línea]. 2017. [Consulta: 26 diciembre 2020]. Disponible en: https://www.umv.gov.co/sisgestion2019/Documentos/APOYO/GLAB/GLAB-DE-178_V1_Ficha_tecnica_etanol.pdf.

HERRERA, B.; ET AL. “Obtaining the red pigment (betacyanin) from beet (*beta vulgaris*) and its application in the preparation of refreshments”. *EurAsian Jurnal of BioSciences* [en línea], 2020, (Ecuador) 4(2), pp. 5811. Disponible en: <http://www.ejobios.org/article/obtaining-the-red-pigment-betacyanin-from-beet-beta-vulgaris-and-its-application-in-the-preparation-8296>.

INCA, G.; & INCA, A. “Evolución de la enfermedad por coronavirus (COVID-19) en Ecuador”. *Revista CSSN* [en línea], 2020, (Ecuador) 11(1), pp. 1-4. [Consulta: 26 diciembre 2020]. Disponible en: <http://revistas.esPOCH.edu.ec/index.php/cssn/article/view/441/422>.

LAMARQUE, A. *Fundamentos teórico-prácticos de química orgánica* [en línea]. Argentina: Editorial Ecunetro, 2008. [Consulta: 3 enero 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=dehU1JRKy8C&pg=PA29&dq=tipos+de+destilación&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwie3u2Xxf3tAhWnwVkKHXp1B2UQ6AEwAHoECAQQA#v=onepage&q=tipos de destilación&f=false>.

LÓPEZ, L.; ET AL. “Aplicación de minería de datos al proceso de fermentación alcohólica”. *ResearchGate* [en línea], 2019, (Cuba) pp. 7-8. [Consulta: 31 diciembre 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/338490561_Aplicacion_de_mineria_de_datos_al_proceso_de_fermentacion_alcoholica.

MARSH-MCLENNAN. *¿Es recomendable el uso de antibacteriales en la salud preventiva?* *MERCER MARSH BENEFICIOS* [en línea]. 2019. [Consulta: 4 enero 2021]. Disponible en: <http://www.mercermarshbeneficios.com.ar/capital-intelectual/news/salud-preventiva.html#:~:text=El gel antibacterial se define,la eliminación de las bacterias>.

MEDINA, V.; & SÁNCHEZ, M. Diseño y construcción de un equipo de destilación para la purificación del aceite usado procedente de vehículos [en línea]. (Trabajo de titulación) ESPOCH, Ciencias. Ecuador: 2012. pp. 146-160 [Consulta: 4 enero 2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2509/1/96T00190.pdf>.

MOLINA, J.; & SOTOMAYOR, C. Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa productora de gel antibacterial para manos a base de sábila en la ciudad de Loja y su comercialización en la provincia de Loja [en línea]. (Trabajo de titulación) Universidad Nacional De Loja. Loja: 2012. pp. 19-22. [Consulta: 4 enero 2021]. Disponible en: http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17025/1/TESIS_FERNANDO.pdf. WILSON

MORALES, J. Cultivo de Remolacha. [en línea]. 1995. [Consulta: 29 diciembre 2020]. Disponible en: <http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/remolacha.pdf>.

MOSQUERA, M.; & VERA, J. Modelamiento matemático de un proceso de producción de inóculo de levadura para la producción de etanol [en línea]. (Trabajo de titulación) Universidad Estatal de Milagro, Ciencias. Ecuador: 2017. pp. 18. [Consulta: 30 diciembre 2020]. Disponible en: <http://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/3671>.

MULET-HING, M. “Automatización de la destilación de alcohol de la UEB destilería de la ronera Santiago de Cuba”. *Tecnología Química* [en línea], 2013, (Cuba) 33(1), pp. 6. ISSN 0041-8420. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445543778001>.

NTE INEN 1832. Hortalizas frescas, Remolacha-Requisitos.

NTE INEN 1930. Frutas frescas, Mandarina-Requisitos.

NTE INEN 2867. Productos cosméticos-Requisitos.

ORTEGA, G.; & DOBLES, E. “Geles hidratantes a base de carbomer o de siliconas: Un estudio comparativo propiedades farmacotécnicas”. *Revista Ciencia y Salud: Integrando conocimientos* [en línea], 2018, (Costa Rica) 2(5), pp. 8-9. [Consulta: 5 enero 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.34192/cienciaysalud.v2i5.28>.

PACHECO, D. *Bioquímica médica* [en línea]. México: Limusa, S.A., 2004. [Consulta: 2 enero 2021]. ISBN 9681864689. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=IxvzwWVjz40C&pg=PA288&dq=la+fermentación+alcoholica+en+el+siglo+XIX+Y+XX&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjz2-227PjtAhVuuVkkHVyzAH4Q6AEwAHoECAAQAg#v=onepage&q=la+fermentación+alcoholica+en+el+siglo+XIX+Y+XX&f=false>.

PALOMO, M. Aislantes térmicos [en línea]. (Trabajo de titulación) Universidad Politécnica de Madrid. España: 2017. pp. 8-13 [Consulta: 4 enero 2021]. Disponible en: http://oa.upm.es/47071/1/TFG_Palomo_Cano_Marta.pdf.

PAPIEWSKI, J. *¿What Are the Uses of Distillation in Industry?* *bizfluent* [en línea]. 2019. [Consulta: 2 enero 2021]. Disponible en: <https://bizfluent.com/about-5941994-uses-distillation-industry-.html>.

PIETROPAOLI, A.; ET AL. “Manejo de la fibra de vidrio en entorno laboral, potenciales efectos sobre la salud y medidas de control (Revisión)”. *Medicina y Seguridad del Trabajo* [en línea], 2015, (España) 61(240), pp. 395. [Consulta: 4 enero 2021]. ISSN 0465-546X. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2015000300008.

PONTES, A.; ET AL. “Revisiting the taxonomic synonyms and populations of *saccharomyces cerevisiae*—phylogeny, phenotypes, ecology and domestication”. *Microorganisms* [en línea], 2020, (Portugal) 8(6), pp. 2. ISSN 20762607. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-2607/8/6/903>.

PRODUCTOS QUÍMICOS PANAMERICANOS S.A. Gel antibacterial PQP Profesional. [en línea]. Colombia. 2020. [Consulta: 4 enero 2021]. Disponible en: <https://www.pqp.com.co/wp-content/uploads/2020/03/FT-CC-572-Gel-antibacterial-PQP-PROFESIONAL.pdf>.

RIVERA, L. Análisis de un proceso de fermentación y pervaporación (PDMS) para la producción y remoción eficiente de bioetanol [en línea]. (Trabajo de titulación) (Maestría) Universidad de Guanajuato. México: 2019. pp. 31. [Consulta: 31 diciembre 2020]. Disponible en: <http://www.repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/2193>.

SHEVCHENKO, O.; ET AL. “Thermodynamic analysis of systems anaerobic fermentation”. *Ukrainian Food Journal* [en línea], 2017, (Ucrania) 6(3), pp. 557. [Consulta: 30 diciembre 2020]. ISSN 23135891. Disponible en: [http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/26698/1/UKRAINIAN FOOD JOURNAL 2017 V.6 Is.3.pdf#page=143](http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/26698/1/UKRAINIAN%20FOOD%20JOURNAL%202017%20V.6%20Is.3.pdf#page=143).

STANIER, R.; ET AL. *Microbiología* [en línea]. Segunda. España: Reverté, S.A., 1996. [Consulta: 2 enero 2021]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=2u-6Q2XCMDgC&pg=PA8&dq=historia+de+la+fermentacion+pasteur&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwjWla_d6PjtAhXDt1kKHTiHDNUQ6AEwAnoECAIQAg#v=snippet&q=buchner&f=false.

SUÁREZ, C.; ET AL. “Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol”. *ICIDCA: Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar* [en línea], 2016, (Cuba) 50(1), pp. 3-5. [Consulta: 29 diciembre 2020]. ISSN 0138-6204. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223148420004>.

SURESH, L. Fibra de vidrio [en línea]. (Trabajo de titulación) Universidad Complutense. Madrid, España: 2019. pp. 3-8. [Consulta: 4 enero 2021]. Disponible en: [http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/LAKSHA SURESH SADHWANI.pdf](http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/LAKSHA%20SURESH%20SADHWANI.pdf).

TÉLLEZ, J.; & COTE, M. *Alcohol etílico: Un tóxico de alto riesgo para la salud humana socialmente aceptado*. [en línea]. Bogotá. 2006. [Consulta: 26 diciembre 2020]. Disponible en: <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>.

THOMAS, A.; & SHIPMAN, F. Distilled spirit. *Encyclopædia Britannica* [en línea]. 2020. [Consulta: 31 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.britannica.com/topic/distilled-spirit#ref66679>.

UDELAR. *Covid-19. Alcohol.* [en línea]. 2020. [Consulta: 26 diciembre 2020]. Disponible en: http://www.fq.edu.uy/sites/default/files/sites/all/themes/professional_theme/images/Folleto COVID-19_ALCOHOL_WEB.pdf.

VASQUEZ, A. Propuesta de un plan de negocios para una plantación de Mandarina W. Murcott, en la primera etapa de la irrigación majes, provincia de Caylloma, región Arequipa [en línea]. (Trabajo de titulación) (Doctoral) Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Perú: 2019. pp. 20. [Consulta: 29 diciembre 2020]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/9169/CODvadugah.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

VEREMA. *Historia de la destilación. Origen de los licores y destilados. Blog de Licores y Destilados* [en línea]. 2012. [Consulta: 31 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.verema.com/blog/licores-destilados/979233-historia-destilacion-origen-licores-destilados>.

WADE, L. *Alcoholes. Encyclopædia Britannica* [en línea]. 2020. [Consulta: 26 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.britannica.com/science/alcohol>.

ZAMORA, T.; ET AL. “Demostraciones prácticas de los retos y oportunidades de la producción de bioetanol de primera y segunda generación a partir de cultivos tropicales”. *Educación Química* [en línea], 2014, (México) 25(2), pp. 122-127. [Consulta: 31 diciembre 2020]. ISSN 18708404. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70534-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70534-8).

ANEXOS

ANEXO A: EXTRACCIÓN DEL ETANOL DE LA MANDARINA



a)



b)



c)



d)

NOTAS:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA	EXTRACCION DEL ETANOL DE LA MANDARINA		
a) Preparación del mosto b) Fermentación a gran escala c) Destilación d) Rectificación en el rota-vapor	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar		ELABORADO POR: Armendáriz, A.; Aucanshala, Y., 2020	LÁMINA	ESCALA
			1	1:1	03/12/2020

ANEXO B: EXTRACCIÓN DEL ETANOL DE LA REMOLACHA



a)



b)



c)



d)

NOTAS:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA	EXTRACCIÓN DEL ETANOL DE LA REMOLACHA		
a) Preparación del mosto b) Fermentación a gran escala c) Destilación d) Rectificación en el rota-vapor	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar		ELABORADO POR: Armendáriz, A.; Aucanshala, Y., 2020	LÁMINA	ESCALA
			2	1:1	07/12/2020

ANEXO C: MEDICIÓN DE VARIABLES



NOTAS:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA:	<p style="text-align: center;">ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA</p> <p style="text-align: center;">ELABORADO POR: Armendáriz, A.; Aucanshala, Y., 2020</p>	MEDICIÓN DE VARIABLES		
a) Medición de °Brix de la mandarina b) Medición del pH de la mandarina c) Medición de los °Brix de la remolacha d) Medición del pH de la remolacha e) Medición del grado alcohólico	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar		LÁMINA	ESCALA	FECHA
			3	1:1	07/12/2020

ANEXO D: CAMBIO DE AISLANTE TÉRMICO



a)



b)



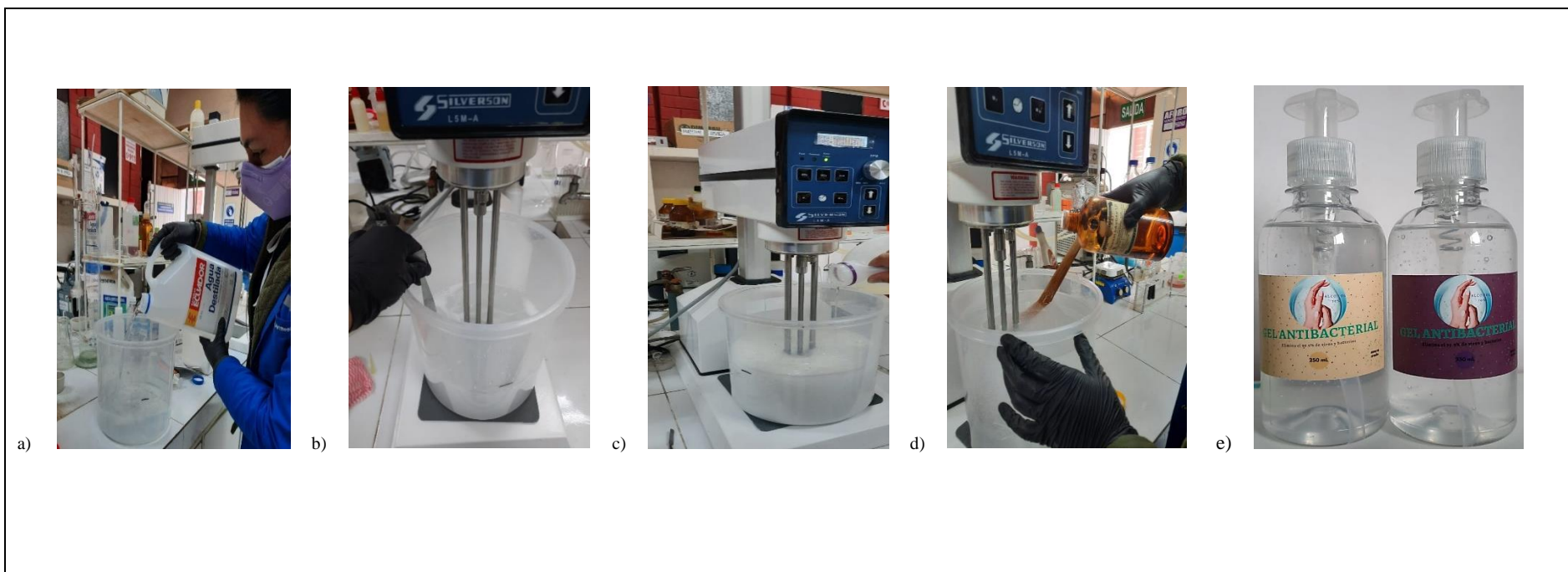
c)



d)

NOTAS:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA:	<p style="text-align: center;">ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA</p> <p style="text-align: center;">ELABORADO POR: Armendáriz, A.; Aucanshala, Y., 2020</p>	CAMBIO DE AISLANTE TÉRMICO							
<p>a) Toma de medidas de la Torre de destilación de alcohol</p> <p>b) Medición de la Lana de vidrio</p> <p>c) Colocación del aislante térmico</p> <p>d) Torre de destilación de alcohol recubierta con el aislante</p>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Aprobado</td> <td><input type="checkbox"/> Preliminar</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Certificado</td> <td><input type="checkbox"/> Por aprobar</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Información</td> <td><input type="checkbox"/> Por calificar</td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Preliminar	<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por aprobar	<input checked="" type="checkbox"/> Información	<input type="checkbox"/> Por calificar	LÁMINA	ESCALA
<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Preliminar									
<input type="checkbox"/> Certificado	<input type="checkbox"/> Por aprobar									
<input checked="" type="checkbox"/> Información	<input type="checkbox"/> Por calificar									
			4	1:1	21/12/2020					

ANEXO E: ELABORACIÓN DE GEL ANTIBACTERIAL



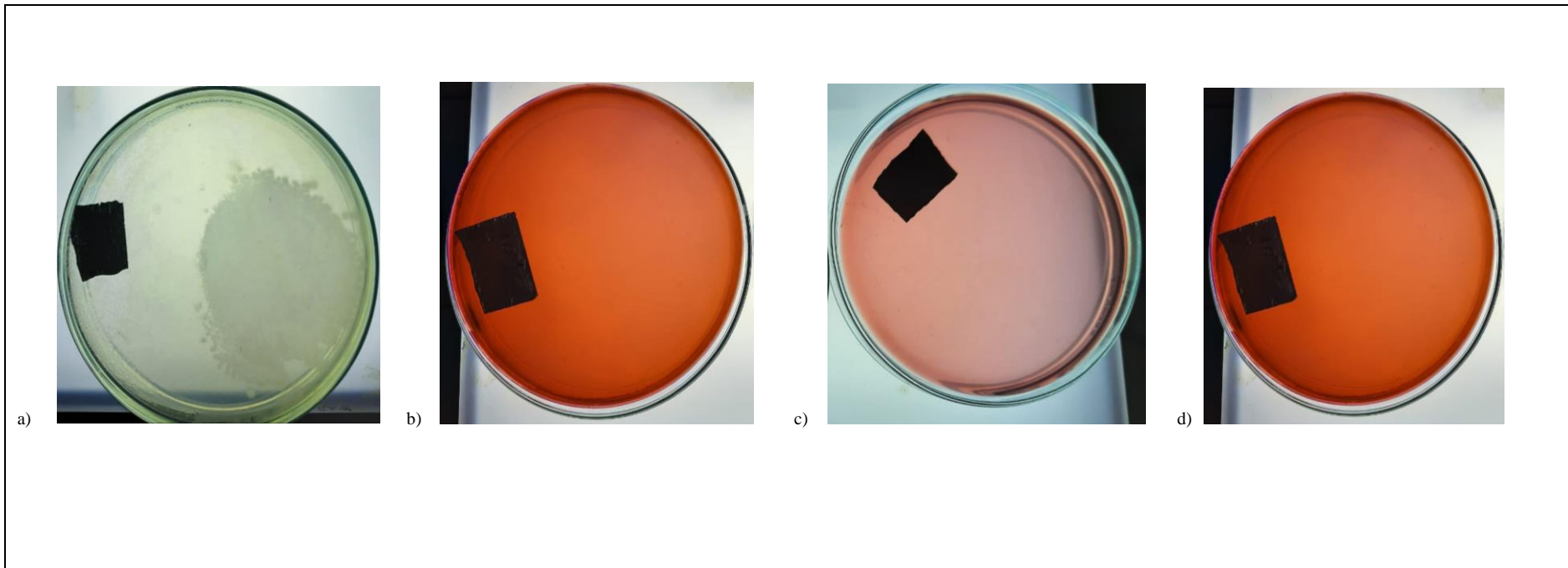
NOTAS:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA:	<p style="text-align: center;">ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</p> <p style="text-align: center;">FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p style="text-align: center;">ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA</p> <p style="text-align: center;">ELABORADO POR: Armendáriz, A.; Aucanshala, Y., 2021</p>	ELABORACIÓN DE GEL ANTIBACTERIAL		
			LÁMINA	ESCALA	FECHA
<p>a) Medición del volumen de agua destilada</p> <p>b) Disolución del carbopol en el agua</p> <p>c) Adición de la TEA</p> <p>d) Adición de la glicerina</p> <p>e) Envasado y etiquetado del gel antibacterial</p>	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar		5	1:1	03/02/2021

ANEXO F: PRUEBAS FISICOQUÍMICAS DEL GEL ANTIBACTERIAL



NOTAS:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA ELABORADO POR: Armendáriz, A.; Aucanshala, Y., 2021	PRUEBAS FISICOQUÍMICAS DEL GEL ANTIBACTERIAL		
a) Aspecto del gel antibacterial b) Medición del pH c) Medición de la densidad d) Medición de la viscosidad	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar		LÁMINA	ESCALA	FECHA
			6	1:1	04/02/2021

ANEXO G: PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS DEL GEL ANTIBACTERIAL



NOTAS:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA:	<p style="text-align: center;">ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA</p> <p style="text-align: center;">ELABORADO POR: Armendáriz, A.; Aucanshala, Y., 2021</p>	PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS DEL GEL ANTIBACTERIAL		
<p>a) Análisis de Microorganismos mesofilos aerobios totales</p> <p>b) Análisis de <i>Pseudomona aeruginosa</i></p> <p>c) Análisis de <i>Staphylococcus aureus</i></p> <p>d) Análisis de <i>Escherichia coli</i></p>	<p><input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar</p> <p><input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Información <input type="checkbox"/> Por calificar</p>		LÁMINA	ESCALA	FECHA
			7	1:1	10/02/2021

ANEXO H: NORMA INEN 1930:2012. FRUTAS FRESCAS MANDARINA REQUISITOS.

CDU: 634.772 ICS: 67.080.10		AL 02.03-446
Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	FRUTAS FRESCAS MANDARINA REQUISITOS	NTE INEN 1930:2012 Primera revisión 2012-11
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos generales que debe cumplir la mandarina en estado fresco, que habrá de suministrarse frescos al consumidor, después de su acondicionamiento y envasado. Se excluyen los frutos destinados a la elaboración industrial.</p> <p>1.1.2 Requisitos Específicos</p> <p>En todas las categorías, a reserva de las disposiciones especiales para cada categoría y las tolerancias permitidas, los frutos deberán:</p> <ul style="list-style-type: none">- estar enteros;- estar sanos, y exentos de podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptos para el consumo;- estar limpios, y prácticamente exentos de cualquier materia extraña visible;- estar prácticamente exentos de plagas que afecten al aspecto general del producto;- estar prácticamente exentos de daños causados por plagas;- estar exentos de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica;- estar exentos de cualquier olor y/o sabor extraños;- ser de consistencia firme;- estar exentos de daños causados por bajas temperaturas;- estar prácticamente exentos de magulladuras; <p>1.1.3 Los frutos deberán haberse recolectado cuidadosamente y haber alcanzado un grado apropiado de desarrollo y madurez, de conformidad con los criterios peculiares de la variedad y/o tipo comercial y la zona en que se producen. El desarrollo y condición de los frutos deberán ser tales que les permitan:</p> <ul style="list-style-type: none">- soportar el transporte y la manipulación; y- llegar en estado satisfactorio al lugar de destino. <p>1.1.4 Requisitos de madurez y coloración.- El contenido mínimo de sólidos solubles totales no deberá ser inferior al 8 por ciento, la coloración deberá ser la típica de la variedad y/o el tipo comercial por lo menos en dos tercios de la superficie de la fruta, habida cuenta de la variedad y/o el tipo comercial y de la época de la recolección.</p> <p style="text-align: center;">2. CLASIFICACIÓN</p> <p>Los frutos se clasifican en tres categorías, según se definen a continuación:</p> <p>2.1 Categoría "Extra". Los frutos de esta categoría deberán ser de calidad superior y característica de la variedad y/o tipo comercial. No deberán tener defectos, salvo defectos superficiales muy leves siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <p>DESCRIPTORES: Industria alimentaria, Productos agrícolas, Frutas cítricas, Mandarinas.</p>		

ANEXO I: NORMA INEN 1832:1992. HORTALIZAS FRESCAS. REMOLACHA. REQUISITOS

3.2 Tolerancia máxima para el tamaño. Para los tipos señalados en el numeral 3.1 se admitirá un número máximo de 5% del tipo inmediato superior o inferior o la suma de ambos.

3.3 La remolacha que no se encuadre en ninguno de los tipos establecidos se considerará no tipificada.

3.4 Para cada tipo se establecen los grados de calidad, de acuerdo a lo establecido en la Tabla 2 de esta norma.

TABLA 2. Grados de calidad de la remolacha

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	GRADO 1 Máximo	GRADO 2 Máximo
Defectos tolerables	%	5	10
Raíz que no responde a la madurez convenida	%	4	8
Defectos no tolerables	%	0	0
Total de defectos	%	9	18

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 La remolacha o raíz destinada a la alimentación humana, en cualquiera de sus tres tipos de selección, debe presentar características similares en forma, tamaño y color de la epidermis (cáscara).

4.1.1 Generalmente, las hojas deben ser cortadas a dos centímetros del cuello para evitar cualquier traumatismo.

4.1.2 Las variedades de las remolachas más adaptables son: la Crosby Egipcia (común) y la Detroit Dark Reed (Detroit rojo oscuro).

5. REQUISITOS

5.1 La remolacha para el consumo alimenticio debe ser de forma ovalada, alargada, achatada, deberá estar limpia, sin tierra adherida, firme, compacta, bien formada, sana, exteriormente seca, fresca, con el color uniforme, aroma y sabor típicos de la variedad. Las ramas deben ser firmes, sanas y con aspecto fresco. La superficie externa de la raíz es granulosa, volviéndose rugosa cerca de las hojas. En corte transversal la raíz presenta capas concéntricas, claras y oscuras.

5.2 Hasta que se expidan las normas INEN correspondientes, los límites máximos para residuos de plaguicidas y/o productos afines en alimentos, se adoptarán las recomendaciones del Código Alimentarius.

5.3 Requisitos complementarios. La comercialización de este producto debe sujetarse con lo dispuesto en la Ley de Pesas y Medidas y las Regulaciones correspondientes.

6. MUESTREO

6.1 El muestreo de la remolacha se efectuará de acuerdo con la Norma INEN 1 750.

ANEXO J: NORMA INEN 375. BEBIDAS ALCOHÓLICAS. ALCOHOL ETÍLICO RECTIFICADO. REQUISITOS

NTE INEN 375

Tabla 1. Requisitos físicos y químicos para el alcohol etílico rectificado

REQUISITOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Alcohol, fracción volumétrica	%	95	-	NTE INEN 340
Acidez total, como ácido acético	mg/100 cm ³ (*)	-	3,0	NTE INEN 2014
Ésteres, como acetato de etilo	mg/100 cm ³ (*)	-	10,0	NTE INEN 2014
Aldehídos, como etanal	mg/100 cm ³ (*)	-	2,0	NTE INEN 2014
Furfural	mg/100 cm ³ (*)	-	0,0	NTE INEN 2014
Metanol	mg/100 cm ³ (*)	-	30,0	NTE INEN 2014
Alcoholes superiores **	mg/100 cm ³ (*)	-	5,0	NTE INEN 2014
Congéneres	mg/100 cm ³ (*)	-	75,0	NTE INEN 2014
Tiempo de permanganato	minutos	20	-	NTE INEN 1546

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

Nota: Los métodos de rutina para la determinación de los congéneres como furfural, metanol y alcoholes superiores se muestran en apéndice Y.

5. INSPECCIÓN

El muestreo debe realizarse de acuerdo a la NTE INEN 339.

6. ROTULADO

El rotulado debe cumplirse con lo dispuesto en la NTE INEN 1933.



LANA DE VIDRIO

1. DESCRIPCION:

Aislamiento térmico y acústico de lana de vidrio, de textura uniforme, presentado en rollos o en láminas. El material consiste de fibras de vidrio aglomeradas con resina termo-resistente para ser empleado como aislamiento para construcciones.



2. CARACTERISTICAS DE USO Y APLICACION:

- El producto ha sido diseñado como aislamiento térmico y acústico, para ser instalado en recintos con calefacción, recintos con aire acondicionado, y otras aplicaciones industriales, sea en ensambles pared-pared, ensambles bajo piso, como complemento para instalaciones de cielorasos.

AISLAMIENTO TÉRMICO:

- Los productos aislantes son materiales o combinaciones de materiales que, cuando son correctamente aplicados, retardan el flujo de calor o energía calórica por conducción, convección, y/o radiación.
- Los productos aislantes están conformados por microespacios llenos de aire, los cuales oponen resistencia al paso del calor a través del material. El valor R, o resistencia térmica, es la medida de la habilidad que tienen los materiales para disminuir la transferencia de calor, es decir para contribuir al ahorro de energía.

AISLAMIENTO ACÚSTICO:

- Los aislamientos térmicos Fiberglass se recomiendan como materiales para control acústico, aún si por diseño la instalación no requiere un alto desempeño térmico, dado que por diseño mejoran en forma efectiva y económica el desempeño acústico.
- La eficiencia acústica depende de la estructura física del producto, de tal forma que éste puede actuar como absorbedor de sonido o como atenuante (bloqueador) de transmisión de sonido.
- El producto es inodoro y no promueve la generación de bacterias u hongos.
- Este producto no genera ni acelera la corrosión sobre acero, hierro, cobre o aluminio. (ASTM C665, Insulation corrosiveness test. Type I unfaced. Type II-Class C, kraft-faced. Type III-Class B, Foil faced).
- En general los productos (con y sin acabado) no deben ser expuestos a ambientes con condiciones anormales de humedad y temperatura.

ANEXO L: TABLA DE LAS PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DEL AIRE

Propiedades del aire a 1 atm de presión

Temp. T, °C	Densidad ρ , kg/m ³	Calor específico c_p J/kg · K	Conductividad térmica k, W/m · K	Difusividad térmica α , m ² /s	Viscosidad dinámica μ , kg/m · s	Viscosidad cinemática ν , m ² /s	Número de Prandtl Pr
-150	2.866	983	0.01171	4.158×10^{-6}	8.636×10^{-6}	3.013×10^{-6}	0.7246
-100	2.038	966	0.01582	8.036×10^{-6}	1.189×10^{-5}	5.837×10^{-6}	0.7263
-50	1.582	999	0.01979	1.252×10^{-5}	1.474×10^{-5}	9.319×10^{-6}	0.7440
-40	1.514	1002	0.02057	1.356×10^{-5}	1.527×10^{-5}	1.008×10^{-5}	0.7436
-30	1.451	1004	0.02134	1.465×10^{-5}	1.579×10^{-5}	1.087×10^{-5}	0.7425
-20	1.394	1005	0.02211	1.578×10^{-5}	1.630×10^{-5}	1.169×10^{-5}	0.7408
-10	1.341	1006	0.02288	1.696×10^{-5}	1.680×10^{-5}	1.252×10^{-5}	0.7387
0	1.292	1006	0.02364	1.818×10^{-5}	1.729×10^{-5}	1.338×10^{-5}	0.7362
5	1.269	1006	0.02401	1.880×10^{-5}	1.754×10^{-5}	1.382×10^{-5}	0.7350
10	1.246	1006	0.02439	1.944×10^{-5}	1.778×10^{-5}	1.426×10^{-5}	0.7336
15	1.225	1007	0.02476	2.009×10^{-5}	1.802×10^{-5}	1.470×10^{-5}	0.7323
20	1.204	1007	0.02514	2.074×10^{-5}	1.825×10^{-5}	1.516×10^{-5}	0.7309
25	1.184	1007	0.02551	2.141×10^{-5}	1.849×10^{-5}	1.562×10^{-5}	0.7296
30	1.164	1007	0.02588	2.208×10^{-5}	1.872×10^{-5}	1.608×10^{-5}	0.7282
35	1.145	1007	0.02625	2.277×10^{-5}	1.895×10^{-5}	1.655×10^{-5}	0.7268
40	1.127	1007	0.02662	2.346×10^{-5}	1.918×10^{-5}	1.702×10^{-5}	0.7255
45	1.109	1007	0.02699	2.416×10^{-5}	1.941×10^{-5}	1.750×10^{-5}	0.7241
50	1.092	1007	0.02735	2.487×10^{-5}	1.963×10^{-5}	1.798×10^{-5}	0.7228
60	1.059	1007	0.02808	2.632×10^{-5}	2.008×10^{-5}	1.896×10^{-5}	0.7202
70	1.028	1007	0.02881	2.780×10^{-5}	2.052×10^{-5}	1.995×10^{-5}	0.7177
80	0.9994	1008	0.02953	2.931×10^{-5}	2.096×10^{-5}	2.097×10^{-5}	0.7154
90	0.9718	1008	0.03024	3.086×10^{-5}	2.139×10^{-5}	2.201×10^{-5}	0.7132
100	0.9458	1009	0.03095	3.243×10^{-5}	2.181×10^{-5}	2.306×10^{-5}	0.7111
120	0.8977	1011	0.03235	3.565×10^{-5}	2.264×10^{-5}	2.522×10^{-5}	0.7073
140	0.8542	1013	0.03374	3.898×10^{-5}	2.345×10^{-5}	2.745×10^{-5}	0.7041
160	0.8148	1016	0.03511	4.241×10^{-5}	2.420×10^{-5}	2.975×10^{-5}	0.7014
180	0.7788	1019	0.03646	4.593×10^{-5}	2.504×10^{-5}	3.212×10^{-5}	0.6992
200	0.7459	1023	0.03779	4.954×10^{-5}	2.577×10^{-5}	3.455×10^{-5}	0.6974
250	0.6746	1033	0.04104	5.890×10^{-5}	2.760×10^{-5}	4.091×10^{-5}	0.6946
300	0.6158	1044	0.04418	6.871×10^{-5}	2.934×10^{-5}	4.765×10^{-5}	0.6935
350	0.5664	1056	0.04721	7.892×10^{-5}	3.101×10^{-5}	5.475×10^{-5}	0.6937
400	0.5243	1069	0.05015	8.951×10^{-5}	3.261×10^{-5}	6.219×10^{-5}	0.6948
450	0.4880	1081	0.05298	1.004×10^{-4}	3.415×10^{-5}	6.997×10^{-5}	0.6965
500	0.4565	1093	0.05572	1.117×10^{-4}	3.563×10^{-5}	7.806×10^{-5}	0.6986
600	0.4042	1115	0.06093	1.352×10^{-4}	3.846×10^{-5}	9.515×10^{-5}	0.7037
700	0.3627	1135	0.06581	1.598×10^{-4}	4.111×10^{-5}	1.133×10^{-4}	0.7092
800	0.3289	1153	0.07037	1.855×10^{-4}	4.362×10^{-5}	1.326×10^{-4}	0.7149
900	0.3008	1169	0.07465	2.122×10^{-4}	4.600×10^{-5}	1.529×10^{-4}	0.7206
1000	0.2772	1184	0.07868	2.398×10^{-4}	4.826×10^{-5}	1.741×10^{-4}	0.7260
1500	0.1990	1234	0.09599	3.908×10^{-4}	5.817×10^{-5}	2.922×10^{-4}	0.7478
2000	0.1553	1264	0.11113	5.664×10^{-4}	6.630×10^{-5}	4.270×10^{-4}	0.7539

Nota: Para gases ideales, c_p , k , μ y Pr son independientes de la presión. Las propiedades ρ , ν y α a una presión P distinta a 1 atm se determinan cuando se multiplican los valores de ρ a la temperatura dada por P (en atm) y cuando se dividen ν y α entre P (en atm).

Fuente: Datos generados a partir del Software EES desarrollado por S. A. Klein y F. L. Alvarado. Fuentes originales: Keenan, Chao, Keyes, Gas Tables, Wiley, 196; and Thermophysical Properties of Matter, Vol. 3: Thermal Conductivity, Y. S. Touloukian, F. E. Liley, S. C. Saxena, Vol. 11: Viscosity, Y. S. Touloukian, S. C. Saxena, y P. Hestermann, IFI/Plenum, NY, 1970, ISBN 0-306067020-8.

ANEXO M: PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DEL ETANOL Y DEL AGUA

912

TABLAS DE PROPIEDADES, FIGURAS Y DIAGRAMAS (UNIDADES SI)

TABLA A-3

Propiedades de líquidos, sólidos y alimentos comunes

a) Líquidos

Sustancia	Datos de ebullición a 1 atm		Datos de congelación		Propiedades de líquidos		
	Punto de ebullición normal, °C	Calor latente de vaporización h_{fg} , kJ/kg	Punto de congelación, °C	Calor latente de fusión h_{if} , kJ/kg	Temperatura, °C	Densidad ρ , kg/m ³	Calor específico c_p , kJ/kg · K
Aceite comestible (ligero)					25	910	1.80
Agua	100	2257	0.0	333.7	0	1000	4.22
					25	997	4.18
					50	988	4.18
					75	975	4.19
					100	958	4.22
Alcohol etílico	78.6	855	-156	108	20	789	2.84
Amoniaco	-33.3	1357	-77.7	322.4	-33.3	682	4.43
					-20	665	4.52
					0	639	4.60
					25	602	4.80
Argón	-185.9	161.6	-189.3	28	-185.6	1394	1.14
Benceno	80.2	394	5.5	126	20	879	1.72
n-Butano	-0.5	385.2	-138.5	80.3	-0.5	601	2.31
Dióxido de carbono	-78.4*	230.5 (a 0°C)	-56.6		0	298	0.59
Etanol	78.2	838.3	-114.2	109	25	783	2.46
Etilén glicol	198.1	800.1	-10.8	181.1	20	1109	2.84
Glicerina	179.9	974	18.9	200.6	20	1261	2.32
Helio	-268.9	22.8	—	—	-268.9	146.2	22.8
Hidrógeno	-252.8	445.7	-259.2	59.5	-252.8	70.7	10.0
Isobutano	-11.7	367.1	-160	105.7	-11.7	593.8	2.28
Mercurio	356.7	294.7	-38.9	11.4	25	13,560	0.139
Metano	-161.5	510.4	-182.2	58.4	-161.5	423	3.49
					-100	301	5.79
Metanol	64.5	1100	-97.7	99.2	25	787	2.55
Nitrógeno	-195.8	198.6	-210	25.3	-195.8	809	2.06
					-160	596	2.97
Octano	124.8	306.3	-57.5	180.7	20	703	2.10
Oxígeno	-183	212.7	-218.8	13.7	-183	1141	1.71
Petróleo	—	230-384	—	—	20	640	2.0
Propano	-42.1	427.8	-187.7	80.0	-42.1	581	2.25
					0	529	2.53
					50	449	3.13
Queroseno	204-293	251	-24.9	—	20	820	2.00
Refrigerante 134a	-26.1	217.0	-96.6	—	-50	1443	1.23
Salmuera (20% de cloruro de sodio a base másica)	103.9	—	-17.4	—	20	1150	3.11
					-26.1	1374	1.27
					0	1295	1.34
					25	1207	1.43

* Temperatura de sublimación. (A presiones por debajo de la presión de punto triple de 518 kPa, el dióxido de carbono existe como un sólido o un gas. También, la temperatura de punto de congelamiento del dióxido de carbono es la temperatura de punto triple de -56.5°C.)

ANEXO N: CERTIFICADO DEL GRADO ALCOHÓLICO DEL ETANOL DE LA REMOLACHA-NORMA INEN430



CERTIFICADO DE CONTROL DE CALIDAD

CA 21876

Ciudad:	ARMENDARIZ ABIGAIL		
Dirección:	AV. CARÓNHO RAMOS		
Tipo de Muestra:	ETANOL	Fecha de elaboración:	2021-02-01
Descripción:	ETANOL DE REMOLACHA	Fecha de Vencimiento:	---
		Lote:	3
		Fecha de Análisis:	2021-02-05

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Color: Característico	Olor: Característico	Estado: Líquido
Contenido Declarado: 300ml	Contenido Encontrado: 300ml	
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente Informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.	

RESULTADOS MICROBIOLOGÍA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
Grado alcohólico	97	%GL	MPV-05	INEN 240

Se prohíbe la reproducción del presente Informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalytica Cia. Ltda. Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicita.
 El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de Ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 6 mes para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 2 días a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.
 Toda la información relacionada con datos del cliente e items de ensayo (muestras) y que puede afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.
 El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que se comunicó al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.
 El tiempo de almacenamiento de los Informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para ser accesible será de 2 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 6.4.2 CR. 2018. Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTS 2120-ISO/IEC 17025:2018).


 Ing. José Carrero Z.
 ASISTENTE TÉCNICO

 095 885 0628

 facebook/multianalytica

 informes@multianalytica.com

Dirección: Cap. Edmundo Chiriboga N47-154 y Anibal Pérez Telf: 2267895 / 2269743 / 2444670 Cel: 0958850754 / 0998281144 www.multianalytica.com QUITO-ECUADOR

ANEXO O: CERTIFICADO DEL GRADO ALCOHÓLICO DEL ETANOL DE LA MANDARINA-NORMA INEN430



CERTIFICADO DE CONTROL DE CALIDAD

SL 01820

Cliente:	ARMENDARIZ ABIGAIL		
Dirección:	AV. CANÓNICO RAMOS		
Tipo de Muestra:	ETANOL	Fecha de elaboración:	2021-03-01
Descripción:	ETANOL DE MANDARINA	Fecha de Vendimiento:	---
		Lote:	3
		Fecha de Análisis:	2021-03-05

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Color: Característico	Olor: Característico	Estado: Líquido
Contenido Declarado: 300ml	Contenido Encontrado: 300ml	
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente Informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro Laboratorio.	

RESULTADOS MICROBIOLOGÍA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
Grado alcohólico	95	%GL	M71-05	INEN 340

Se prohíbe la reproducción del presente Informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca Cia. Ltda.
 Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicita.
 El tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de Ingreso será de 15 días para muestras parafinadas y 1 mes para muestras medianamente parafinadas y acetadas. Muestras para análisis microbiológicos 3 días a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.
 Toda la información relacionada con datos del cliente e ítem de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y con responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio es responsable únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.
 El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de devios encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.
 El tiempo de almacenamiento de los Informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar brevedad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 6.4.3 CR 0481 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTC INEN-ISO/IEC 17025:2018).


 Ing. José Camero Z.
 ASISTENTE TÉCNICO



ANEXO P: ANÁLISIS DEL GRADO ALCOHÓLICO DEL ETANOL DE LA REMOLACHA- CROMATOGRAFÍA DE GASES



INFORME DE RESULTADOS

INF-DN-IN-02335a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	ARMENDARIZ ASIQAIL
Dirección:	AV. CANÓNIMO RAMOS
Teléfono:	0555007554

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ETANOL		
Descripción:	ETANOL DE REMOLACHA		
Lote	2	Contenido Declarado:	500mL
Fecha de Elaboración:	2021-02-01	Fecha de Vencimiento:	—
Fecha de Recepción:	2021-02-03	Hora de Recepción:	14:47:33
Fecha de Análisis:	2021-02-05	Fecha de Emisión:	2021-02-06
Material de Envase:	PLÁSTICO		
Toma de Muestra realizada por:	El cliente.		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Líquido.	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS INSTRUMENTAL

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
GRADO ALCOHOLICO	55.15	%OL	MIN-06	USP 35 "G11" 2012. (Cromatografía de gases)

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca Cia. Ltda.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicita.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 3 mes para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 2 días a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de devicos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que puedan afectar a la validez de los resultados, particular que se comunico al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 3 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 5.4.2 CR 0A01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).

Quim. Mercedes Farra
Jefe División Instrumental



EDMUNDO CHIRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ
La concepción - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Tel: (02) 226 7895, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

ANEXO Q: ANÁLISIS DEL GRADO ALCOHÓLICO DEL ETANOL DE LA MANDARINA- CROMATOGRFÍA DE GASES



INFORME DE RESULTADOS

INF-DIV-IN-02335b

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	ARMENDARIZ ABIGAIL
Dirección:	AV. CANÓNIMO RAMOS
Teléfono:	0555007554

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ETANOL		
Descripción:	ETANOL DE MANDARINA		
Lote	2	Contenido Declarado:	500mL
Fecha de Elaboración:	2021-02-03	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2021-02-03	Hora de Recepción:	14:47:33
Fecha de Análisis:	2021-02-03	Fecha de Emisión:	2021-02-08
Material de Envase:	PLÁSTICO		
Toma de Muestra realizada por:	El cliente.		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Líquido.	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS INSTRUMENTAL

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
GRADO ALCOHOLICO	56.54	%GL	MIN-06	USP 35 "611" 2012. (Cromatografía de gases)

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalytica Cia. Ltda.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicita.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 2 mes para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 2 días a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que puede afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y describe en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que se comunicó al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 3 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR QAD1 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).

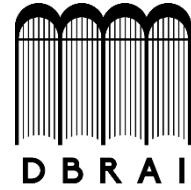
Quim. Mercedes Farra
Jefe División Instrumental



EDMUNDO CHIRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL FAEZ
La concepción - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Telf: (02) 228 7895, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalytica.com



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO



DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS
PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 01 / 04 / 2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: ABIGAIL ESTEFANÍA ARMENDÁRIZ ARMENDÁRIZ YESSENIA FLOR AUCANSHALA QUITIO
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: CIENCIAS
Carrera: INGENIERÍA QUÍMICA
Título a optar: INGENIERA QUÍMICA
f. Analista de Biblioteca responsable: Lcdo. Holger Ramos, MSc.



0726-DBRAI-UPT-2021