

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**“ELABORACIÓN DE ALCOHOL EN GEL CON AROMATIZANTES  
NATURALES A PARTIR DE ETANOL PRODUCIDO EN  
BERMEJO – TARIJA”**

**Por:**

**AYDEE ARAMAYO CASTRILLO**

**Proyecto de grado, Modalidad “Investigación Aplicada” presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Química.**

**Julio 2018**

**TARIJA-BOLIVIA**

V°B°

---

Msc. Ing. Ernesto Álvarez Gozalvez  
DECANO (A)

---

Msc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa  
VIDECANO (A)

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL:**

---

Ing. Jorge Erazo Aramayo

---

Ing. Jorge Tejerina Oller

---

Ing. Pastor Gutiérrez Barea

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios quien me brinda la fortaleza para recorrer mi camino, a mis seres queridos, papá, mamá y hermanos que con su amor, sacrificio y apoyo, impulsaron mi deseo de superación, lo que permitió llegar a la conclusión de una las metas más importantes y convertirlo en un logro.

A docentes, compañeros y amigos quienes estuvieron siempre apoyándome en los momentos difíciles y que brindaron su ayuda en transcurso de mi formación.

## DEDICATORIA

A mi madre, quien es mi guía incondicional en la vida y a mi hija Annie O. A. quien es mi fortaleza, la razón de luchar día a día por ser una persona de la cual se sienta orgullosa y que con su cariño me da la fuerza para crecer y continuar mi camino.

*“El coraje no es tener la fortaleza  
de seguir adelante; es seguir  
adelante cuando no tienes la  
fuerza”*

*Theodore Roosevelt*

## ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	1
OBJETIVOS.....	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.....	5
JUSTIFICACIÓN.....	5
• Justificación Económico – Social.....	6
• Justificación ambiental.....	7
• Aspectos del mercado para el producto a elaborar.....	7
<b>CAPÍTULO I</b>	
1. MARCO TEÓRICO.....	8
1.1. Antiséptico.....	8
1.2. Gel.....	8
1.3. Alcohol en Gel.....	9
1.3.1. Características del alcohol en gel.....	9
1.3.2. Características Físico-Químicas del alcohol en gel.....	10
1.4. Cuantificación de materia prima.....	10
1.5. Caracterización de materia prima.....	11
1.5.1. Alcohol etílico.....	12
1.5.2. Carbopol.....	14

1.5.3. Trietanolamina (TEA).....	14
1.5.4. Glicerina.....	15
1.5.5. Agua desionizada.....	15
1.5.6. Aromatizante natural .....	15
1.6. Usos para el alcohol en gel.....	16
1.6.1. Aromaterapia.....	16
1.7. Método de Elaboración.....	17
1.7.1. Proceso de elaboración 1.....	17
1.7.2. Proceso de elaboración 2.....	19
1.7.3. Proceso de elaboración 3.....	20
1.7.4. Factores principales en la elaboración de alcohol en gel.....	22
1.8. Mercado.....	22
1.8.1. Mercado Consumidor .....	22
1.8.2. Mercado Competidor .....	22

## **CAPÍTULO II**

2. PARTE EXPERIMENTAL.....	23
2.1. Descripción del método de investigación.....	23
2.1.1. Selección del proceso de Elaboración de Alcoholicen Gel.....	23
2.2. Diseño factorial.....	26
2.1.1. Variables operativas para el Diseño Factorial.....	27
2.1.2. Variables Respuesta.....	31
2.1.3. Factores y niveles del diseño factorial.....	31
2.3.1. Selección de Reactivos.....	33
2.3.2. Descripción de materiales y equipos .....	37

2.3.3.	Proceso de Elaboración de Alcohol en Gel.....	44
2.3.4.	Descripción del proceso experimental de elaboración de alcohol en gel.....	45
2.4.	Dosificación de Aromatizante Natural.....	56
2.4.1.	Dosificación de Aromas.....	59
2.5.	Balance de Materia durante el Proceso de Elaboración de Alcohol en Gel ...	60
2.5.1.	Balance materia en la etapa de preparación de solución alcohólica .....	63
2.5.2.	Balance de materia en la etapa de mezclado de Aceite Esencial.....	64
2.5.3.	Balance de materia en la etapa de mezclado del polímero con solución alcohólica.....	65
2.5.4.	Balance de materia en la etapa de mezclado de Glicerina.....	67
2.5.5.	Balance de materia en la etapa de agregación de Trietanolamina.....	68
2.5.6.	Balance de materia en la etapa de mezclado final.....	69
2.6.	Diagrama de flujo Propuesto para el Proceso de Elaboración de Alcohol en Gel.....	73
2.7.	Diseño del tanque con agitador.....	74
2.7.1.	Dimensionamiento del tanque.....	77
2.7.2.	Diseño del agitador.....	79
2.8.	Costos de Producción - Escala Laboratorio.....	79

### **CAPÍTULO III**

3.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	84
3.1.	Procedimientos y técnicas empleadas en obtención de resultados.....	84
3.1.	Explicación del significado Prueba Sensorial mediante la escala hedónica...86	
3.2.	Selección de la formulación óptima para elaboración de alcohol en gel.....	86
3.2.1.	Evaluación sensorial de Atributo Textura para selección de modelo de alcohol en gel.....	87



3.2.2. Evaluación sensorial de Atributo untuosidad para selección de modelo de alcohol en gel.....	88
3.2.3. Evaluación sensorial de Atributo Hidratación para selección de modelo alcohol en gel .....	90
3.2.4. Evaluación sensorial Atributo olor para la selección de modelo alcohol en gel.....	92
3.2.5. Evaluación sensorial Atributo Aroma (Naranja-Eucalipto) .....	95
3.2. Características de Materia Prima.....	97
3.3. Características Fisicoquímicas del Producto obtenido.....	97
3.3.1. Composición del gel final.....	98
3.3.2. Resultados de Balance de Materia.....	99
3.3.3. Análisis estadístico del diseño experimental.....	99
3.3.4. Análisis comparativo del Producto Elaborado con un Producto puesto en Mercado.....	103
3.4. Análisis Comparativo de Costos de Producción del Producto Elaborado con un Producto puesto en Mercado.....	105

## **CAPÍTULO IV**

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	108
4.1. CONCLUSIONES.....	108
4.2. RECOMENDACIONES .....	110
Bibliografía.....	112

## ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla I - 1: EFECTIVIDAD GERMICIDA DEL ALCOHOL EN GEL.....	2
Tabla I - 2: INFORMACIÓN TÉCNICA.....	3
Tabla I – 1: MATERIA PRIMA.....	12
Tabla I – 2: DENSIDAD DE ACEITE ESENCIAL.....	16
Tabla II – 1: NIVELES DE VELOCIDAD.....	28
Tabla II – 2: FACTORES – FORMULACIONES.....	28
Tabla II - 3: FORMULACIÓN 1 (ETANOL 96%).....	29
Tabla II – 4: FORMULACIÓN 2 (ETANOL 92%).....	29
Tabla II – 5: FORMULACIÓN 3 (ETANOL 92%).....	30
Tabla II – 6: FORMULACIÓN 4 (ETANOL 92%).....	30
Tabla II – 7: VARIABLES RESPUESTA.....	31
Tabla II – 8: DISEÑO FACTORIAL PARA EL PROCESO DE ELABORACIÓN.....	32
Tabla II – 9: SELECCIÓN DE POLÍMERO.....	33
Tabla II – 10: SELECCIÓN DEL HUMECTANTE (HIDRATANTE).....	34
Tabla II – 11: SELECCIÓN DEL PRINCIPIO ACTIVO.....	35
Tabla II – 12: SELECCIÓN DEL ALCALINIZANTE (REGULADOR DEL pH).....	36
Tabla II – 13: DESCRIPCIÓN DE MATERIALES.....	38
Tabla II – 14: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA BALANZA.....	39
Tabla II – 15: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA BALANZA.....	40
Tabla II – 16: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL AGITADOR (MOTOR).....	41

Tabla II – 17: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL VISCOSÍMETRO.....	43
Tabla II – 18: FORMULACIÓN EN PESO.....	47
Tabla II – 19: MASA DEL COMPONENTE Y COMPOSICION % PESO.....	49
Tabla II – 20: DOSIFICACIÓN AROMA EUCALIPTO M1.....	59
Tabla II – 21: DOSIFICACIÓN AROMA EUCALIPTO M2.....	59
Tabla II – 22: DOSIFICACIÓN AROMA NARANJA M3.....	59
Tabla II – 23: DOSIFICACIÓN AROMA NARANJA M4.....	60
Tabla II – 24: ESPECIFICACIONES DE LAS CORRIENTES DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ALCOHOL EN GEL.....	62
Tabla II – 25: COSTOS DE INSUMOS PARA LA ELABORACIÓN DE ALCOHOL EN GEL.....	80
Tabla II – 26: COSTO DE FORMULACIÓN ÓPTIMA PARA LA ELABORACION.....	81
Tabla II – 27: COSTO ENERGÉTICO.....	82
Tabla II – 28: COSTO DE GEL ENVASADO.....	82
Tabla II – 29: COSTO FINAL DE FABRICACIÓN.....	83
Tabla III – 1: RESULTADOS DE DISEÑO EXPERIMENTAL ETAPA DE DOSIFICACIÓN.....	85
Tabla III – 2: EVALUACIÓN SENSORIAL ATRIBUTO TEXTURA.....	87
Tabla III – 3: EVALUACIÓN SENSORIAL ATRIBUTO UNTUOSIDAD.....	89
Tabla III – 4: EVALUACIÓN SENSORIAL ATRIBUTO HIDRATACION.....	91
Tabla III – 5: EVALUACIÓN SENSORIAL ATRIBUTO OLOR.....	93
Tabla III – 6: EVALUACIÓN SENSORIAL ATRIBUTO AROMA.....	96
Tabla III – 7: CONCENTRACIÓN DE ETANOL.....	97
Tabla III – 8: CARACTERÍSTICAS FISICOQUIMICAS DE PRODUCTO OBTENIDO.....	97

Tabla III – 9: COMPOSICIÓN % PESO.....	98
Tabla III – 10: CORRIENTES DEL BALANCE DE MATERIA.....	99
Tabla III – 11: DATOS PARA CÁLCULO DE ANÁLISIS DE VARIANZA.....	100
Tabla III – 12: FACTORES INTER-SUJETOS.....	101
Tabla III – 13: ANÁLISIS DE VARIANZA.....	101
Tabla III – 14: VARIABLES INTRODUCIDAS/ELIMINADAS.....	102
Tablas III – 15: RESUMEN MODELO.....	102
Tabla III – 16: ANOVA.....	102
Tabla III – 17: COEFICIENTES.....	103
Tabla III – 18: PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE ALCOHOL EN GEL “LIZ”.....	104
Tabla III – 19: COMPARACIÓN DE PROPIEDADES.....	104
Tabla III – 20: COMPARACIÓN DE COSTOS CON PRODUCTOS DEL MERCADO.....	106

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura II – 1: CARBOPOL.....	34
Figura II-2: GLICERINA.....	35
Figura II - 3: ALCOHOL ETÍLICO (ETANOL).....	36
Figura II - 4: TRIETANOLAMINA (TEA).....	37
Figura II – 5: MATERIAL DE VIDRIO.....	37
Figura II – 6: BALANZA ANALÍTICA 1.....	39
Figura II – 7: BALANZA ANALÍTICA 2.....	40
Figura II – 8: AGITADOR MECÁNICO.....	41
Figura II – 9: SENSOR DE MOVIMIENTO.....	42
Figura II – 10: pH-METRO.....	42
Figura II – 11: VISCOSIMETRO.....	43
Figura II – 12: PESADO DE MATERIA PRIMA E INSUMOS.....	48
Figura II – 13: SOLUCIÓN ALCOHÓLICA.....	50
Figura II – 14: TAMIZADO DE CARBOPOL.....	51
Figura II – 15: MEZCLA 1, SOLUCIÓN ALCOHÓLICA Y POLÍMERO.....	52
Figura II – 16: AGREGACIÓN DE GLICERINA.....	52
Figura II – 17: AGREGACIÓN DE TRIETANOLAMINA.....	53
Figura II – 18: AGITADO FINAL.....	54
Figura II – 19: MEDICIÓN DE pH.....	54
Figura II – 20: MEDICIÓN DE LA VISCOSIDAD.....	55
Figura II – 21: GEL ENVASADO.....	55
Figura II – 22: ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO.....	56

Figura II- 23: ADICIÓN DE ACEITE ESENCIAL.....	58
Figura II – 24: ALCOHOL EN GEL TERMINADO.....	58
Figura II – 25: BALANCE DE MATERIA ETAPA DE PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN ALCOHÓLICA.....	63
Figura II – 26: BALANCE DE MATERIA ETAPA DE MEZCLADO DEL ACEITE ESENCIAL.....	64
Figura II – 27: BALANCE DE MATERIA EN ETAPA DE AGREGACIÓN DEL POLÍMERO (CARBOPOL).....	66
Figura II – 28: BALANCE DE MATERIA EN ETAPA DE AGREGACIÓN DE GLICERINA.....	67
Figura II – 29: BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE AGREGACIÓN DE TRIETANOLAMINA (TEA).....	68
Figura II – 30: BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE MEZCLADO FINAL.....	70
Figura II – 31: PLANO DEL TANQUE CON AGITADOR.....	76
figura II – 32: DISEÑO DE AGITADOR.....	78
figura III – 1: ALCOHOL EN GAL “LIZ”.....	103

## ÍNDICE DE CUADROS

Página

Cuadro I - 1: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE ELABORACIÓN 1 GEL ANTIBACTERIAL.....	18
Cuadro I – 2: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE ELABORACIÓN 2 GEL ANTIBACTERIAL.....	19
Cuadro I – 3: DIAGRAMA DE BLOQUES DE ELABORACIÓN 3 GEL ANTIBACTERIAL.....	20
Cuadro II – 1: PROCESO SELECCIONADO.....	24
Cuadro II – 2: DIAGRAMA DEL PROCESO EXPERIMENTAL DE ELABORACIÓN DE ALCOHOL EN GEL.....	44
Cuadro II - 3: PROCESO DE ELABORACIÓN DE ALCOHOL EN GEL CON AROMATIZANTE NATURAL.....	57
Cuadro II – 4: DIAGRAMA DE BLOQUES DE BALANCE DE MATERIA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ALCOHOL EN GEL.....	61

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico III – 1: PROMEDIO DE ACEPTACIÓN – TEXTURA.....	88
Gráfico III – 2: PROMEDIO DE ACEPTACIÓN UNTUOSIDAD.....	90
Gráfico III – 3: PROMEDIO DE ACEPTACIÓN HIDRATACIÓN.....	92
Gráfico III – 4: PROMEDIO ACEPTACIÓN OLOR.....	94
Gráfico III – 5: PROMEDIO DE ACEPTACIÓN AROMA.....	96



## INDICE DE ANEXOS

	Página
ANEXO 1: FICHA TÉCNICA “CARBOPOL”.....	1
ANEXO 2: FICHA TÉCNICA “GLICERINA”.....	2
ANEXO 3: FICHA TÉCNICA “ETANOL”.....	3
ANEXO 4: FICHA TÉCNICA “TRJETANOLAMINA”.....	4
ANEXO 5: CERTIFICACIÉN DETERMINACIÓN DE VELOCIDADES DEL AGITADOR MECÁNICO.....	5
ANEXO 6: DETERMINACIÓN DE GRADOS GAY LUSSAC DEL ALCOHOL ADQUIRIDO EN EL MERCADO, PRODUCIDO EN BERMEJO-TARIJA.....	6
ANEXO 7: DETERMINACIÓN TAMAÑO DE TAMIZ.....	9
ANEXO 8: MASA DE GEL (239g) ENVASADO Y MASA DE BOTE.....	9
ANEXO 9: EVALUACIÓN SENSORIAL (CALIFICACIÓN DE LOS JUECES).....	10
ANEXO 9.1: EVALUACIÓN SENSORIAL ATRIBUTO AROMA (CON ACEITE ESENCIAL).....	20
ANEXO 10: MEDICIÓN DE LA VISCOSIDAD.....	30
ANEXO 11: CRISTALINIDAD ALCOHOL EN GEL (COLOR DEL PRODUCTO ELABORADO).....	31
ANEXO 12: COLOR DE ALCOHOL EN GEL “LIZ” (CRISTALINIDAD).....	32
ANEXO 13: DETERMINACIÓN DE VISCOSIDAD GEL “LIZ”.....	33
ANEXO 14: DETERMINACIÓN DE pH DEL GEL “LIZ”.....	33